

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERIA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO
NATURAL



*Proyecto de instalación deportiva de campo de
fútbol en el término municipal de
Massamagrell (Valencia)*

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

Curso 2016 - 17

Alumno: González Pavón, César

Tutor: Manzano Juárez, Juan

Resumen

El presente Proyecto Final de Máster, de la titulación Máster Universitario en Ingeniería Agronómica, trata sobre el diseño y dimensionado de un campo de fútbol de césped natural con una capacidad de 1.400 personas sentadas en el TM de Massamagrell (Valencia). El proyecto se plantea desde el inicio, donde en la parcela no existe ninguna instalación que se pueda aprovechar. Contará con un terreno de juego de césped natural con unas dimensiones de 103 x 68 m, el cual se regará con un sistema de aspersión a partir de un depósito de captación enterrado. A su vez, este depósito podrá ser llenado con aguas de lluvia que se recojan en la parcela a partir de la red de drenaje del terreno de juego y la de evacuación de aguas del recinto, lo que le otorga un mayor grado de sostenibilidad a la instalación deportiva. La fertilización de las especies vegetales que componen el terreno de juego, se llevará a cabo mediante fertirrigación. Por otro lado, se diseñan y construyen las instalaciones necesarias para el recinto como vestuarios, baños, cafetería, oficinas, cabezal de riego y una grada para 1.400 personas. Estas edificaciones, del mismo modo que el depósito de almacenamiento, se construirán en hormigón armado y tendrán una altura como máximo de 4 m. Además, se diseñará la instalación de iluminación con la normativa de la RFEF para el terreno de juego y los edificios anexos. Como base de cálculo se utilizará la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). Será de obligado cumplimiento las especificaciones recogidas en los Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación (CTE). Los apartados que incluirá el proyecto son la memoria y sus anejos, los planos, el pliego de condiciones, el presupuesto y el estudio de seguridad y salud, en este orden.

Palabras clave:

Campo de fútbol, instalaciones, proyecto, césped, fertirrigación, drenaje, aspersión

Abstract

The present Master's Final Project, of the University Master Degree in Agronomical Engineering, is about the design and sizing of a soccer field of natural grass, with a capacity of 1.400 sitting persons, in the municipal district of Massamagrell in Valencia. The Project is set out from the beginning, in a plot without any usable existing installation.

The installation will count with a playing field of natural grass with a size of 103 x 68 m, which will be irrigated with a sprinkling system, supplied from an underground tank. The tank will be supply with water collected from the rain, thanks to the drainage system of the field and the installations. This way, a better degree of sustainability can be obtained for a sport facility.

The fertilization of the plant species which compose the playing field will be carry out through fertirrigation.

Moreover, the necessary installations for the facility, like the locker room, bathroom, cafeteria, offices, irrigation station and a grandstand for 1.400 people.

Those buildings, likewise the storage tank, will be constructed in reinforced concrete and will have a maximum height of 4 m.

Besides, the illumination installation will be design following the RFEF regulation for playing fields and annexed buildings.

The calculation will be realised is basis of the Spanish Instruction on Structural Concrete (EHE-08).

The specifications gathered in the Basic Documents of the Spanish Building Code (CTE) will have an obligatory application.

The Project will include the following sections, the report and its supplements, the plans and blueprints, the bid specifications, the cost estimate and the study of health and safety, in this order.

Key Words:

Soccer Field, Installations, Grass, Fertirrigation, Drainage, Sprinkling irrigation

Índice de documentos

Documento N° 1: Memoria y anejos a la memoria

Documento N° 2: Planos

Documento N° 3: Pliego de condiciones

Documento N° 4: Presupuesto

Documento N° 5: Estudio de seguridad y salud

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Documento N° 1

Memoria y anejos a la memoria

DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE:

1.	introducción.....	14
1.1.	Antecedentes.....	14
1.2.	Motivación del proyecto.....	14
1.3.	Objeto del proyecto.....	15
2.	Estudios previos.....	15
2.1.	Localización.....	15
2.2.	Situación actual del terreno.....	15
2.3.	Comunicación y transporte.....	17
2.4.	Climatología.....	18
2.4.1.	Temperaturas.....	18
2.4.2.	Pluviometría.....	18
2.4.3.	Humedad relativa.....	19
2.4.4.	Horas de insolación e irradiación.....	19
2.4.5.	Índices fitoclimáticos.....	19
2.4.6.	Clasificaciones climáticas.....	19
3.	Estudio de Alternativas.....	19
3.1.	Identificación de alternativas.....	20
3.1.1.	Geometría de las construcciones y distribución en parcela.....	21
3.1.2.	Sistema de drenaje del terreno de juego.....	22
3.2.	Metodología.....	22
3.3.	Criterios para la evaluación de las alternativas.....	22

3.4.	Soluciones adoptadas.....	23
4.	Limitantes y condicionantes.....	24
4.1.	Técnicos.....	24
4.2.	Legales.....	24
4.3.	Administrativos.....	25
4.4.	Ambientales.....	25
4.5.	Directrices.....	25
4.5.1.	Finalidad perseguida.....	25
4.5.2.	Criterios de valor.....	25
4.6.	Condicionantes.....	26
4.6.1.	Geología.....	26
4.6.2.	Geotecnia.....	27
4.6.3.	Morfología de la parcela.....	28
5.	Descripción de la solución adoptada.....	28
5.1.	Distribución de superficies.....	28
5.2.	Accesos.....	29
5.3.	Descripción general del recinto.....	29
5.4.	Descripción de las obras e instalaciones.....	29
5.4.1.	Movimiento de tierras.....	29
5.4.2.	Edificaciones.....	30
5.4.3.	Terreno de juego. Especies y suelo.....	38
5.4.4.	Red de riego por aspersión.....	40
5.4.5.	Cabezal de riego.....	46

5.4.6.	Red de drenaje y evacuación de aguas pluviales.	52
5.4.7.	Instalación eléctrica y de alumbrado.....	59
5.4.8.	Instalación de fontanería.....	62
5.4.9.	Instalación de evacuación de aguas residuales.	64
5.4.10.	Itinerarios y pavimentación.....	65
5.4.11.	Obras complementarias.	67
5.5.	Mobiliario y equipamiento urbano.....	69
5.5.1.	Mobiliario urbano.	69
5.5.2.	Equipamiento no recreativo.	70
5.5.3.	Cerramientos parcela.....	71
5.5.4.	Paneles informativos.	71
5.6.	Alumbrado exterior.....	71
5.6.1.	Viales, parking y gradas.....	71
5.6.2.	Torres campo de fútbol.	72
5.7.	Jardinería interior.	72
5.7.1.	Jardineras.	72
5.7.2.	Arbolado y alcorques.	73
6.	Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SE.....	73
6.1.	Introducción.	73
6.2.	Ámbito de aplicación.	73
6.3.	Análisis estructural y dimensionado.....	73
6.3.1.	Variables básicas consideradas.	74
6.4.	Modelo del análisis estructural.	74

6.5.	Verificaciones.	75
6.6.	Verificaciones basadas en coeficientes parciales.....	75
6.6.1.	Capacidad portante.	75
6.6.2.	Combinación de acciones.....	75
6.6.3.	Valor de cálculo de la resistencia estructural.....	76
7.	Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SE-A.	77
7.1.	Generalidades.	77
7.2.	Acciones permanentes.	78
7.2.1.	Peso propio.	78
7.2.2.	Acciones de terreno.	78
7.3.	Acciones variables.	78
7.3.1.	Viento.....	79
	Acción del viento.	79
7.3.2.	Nieve.....	80
	Carga de nieve obre un terreno horizontal.....	80
8.	Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SE-C.	80
8.1.	Generalidades.	80
8.2.	Bases de cálculo.	81
8.3.	Variables básicas.....	81
8.4.	Verificaciones.	81
8.4.1.	Estados Límites Últimos.	82
8.5.	Estudio geotécnico.....	82
9.	Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SI.....	82

9.1.	DB. Seguridad contra Incendios 1 (DB-SI-1). Propagación interior.	83
9.1.1.	Compartimentación.	83
9.1.2.	Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.	84
9.2.	DB. Seguridad contra Incendios 2 (DB-SI-2). Propagación exterior.	84
9.2.1.	Medianeras y fachadas.	84
9.2.2.	Cubiertas.	85
9.3.	Documento Básico. Seguridad contra Incendios 3 (DB-SI-3). Evacuación de ocupantes.	86
9.3.1.	Cálculo de la ocupación.	86
9.3.2.	Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.	87
9.3.3.	Dimensionado de los medios de evacuación.	88
9.4.	Documento Básico. Seguridad contra Incendios 4 (DB-SI-4). Instalaciones de protección contra incendios.	89
9.4.1.	Dotación de instalaciones de protección contra incendios	89
9.4.2.	Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.	91
9.5.	DB. Seguridad contra Incendios 5 (DB-SI-5). Intervención de los bomberos. ...	91
9.5.1.	Aproximación a los edificios.	91
10.	Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SUA.	92
10.1.	Sección SUA-1. Seguridad frente al riesgo de caídas.	92
10.1.1.	Resbaladidad de los suelos.	92
10.1.2.	Discontinuidades del pavimento.	93
10.1.3.	Desniveles.	94
10.1.4.	Escaleras y rampas.	94

10.2.	Sección SUA-2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.....	95
10.2.1.	Impacto.....	95
10.2.2.	Atrapamiento.....	96
10.3.	Sección SUA-3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos.	97
10.3.1.	Aprisionamiento.	97
10.4.	Sección SUA-4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	97
10.4.1.	Alumbrado normal en zonas de circulación.....	97
10.4.2.	Alumbrado de emergencia.	97
10.4.3.	Características de las luminarias.	98
10.4.4.	Características de la instalación.	98
10.5.	Sección SUA-5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.	99
10.6.	Sección SUA-6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.....	99
10.7.	Sección SUA-7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.....	99
10.7.1.	Características constructivas.	99
10.7.2.	Protección de recorridos peatonales.....	99
10.7.3.	Señalización.	99
10.8.	Sección SUA-8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.....	100
10.9.	Sección SUA-9. Accesibilidad.....	102
10.9.1.	Accesibilidad en el exterior del edificio.....	102
10.9.2.	Dotación de elementos accesibles.....	103
10.9.3.	Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad.	103

10.9.4. Características.....	104
11. Memoria justificativa de cumplimiento de DB-HE.	105
11.1. Sección HE-0. Limitación del consumo energético.....	105
11.1.1. Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia.	105
11.2. Sección HE-1. Limitación de la demanda energética.	105
11.3. Sección HE-2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.....	105
11.4. Sección HE-3. Eficiencia Energética de las Instalaciones de iluminación. ..	106
11.4.1. Caracterización y cuantificación de exigencias.	106
11.4.2. Potencia instalada del edificio.....	107
11.4.3. Sistemas de control y regulación.	108
11.5. Sección HE-´4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.....	108
11.5.1. Cuantificación de la exigencia.....	109
11.5.2. Protección contra sobrecalentamientos.....	109
11.5.3. Cálculo de la demanda.....	110
11.5.4. Zonas climáticas.	112
11.6. Sección HE-5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.	112
12. Memoria justificativa de cumplimiento de DB-SH.....	112
12.1. Sección HS-1. Protección frente a la humedad.....	113
12.1.1. Muros.....	113
12.1.2. Suelos.....	115
12.1.3. Fachadas.....	116
12.1.4. Cubiertas.	122
12.1.5. Dimensionado de canaletas.....	126

12.2.	Sección HS-2. Recogida y evacuación de residuos.	126
12.2.1.	Diseño y dimensionado.....	127
12.3.	Sección HS-3. Calidad del aire interior.....	128
12.4.	Sección HS-4. Suministro de agua.	128
12.5.	Sección HS-5. Evacuación de aguas.....	128
13.	Estudio de seguridad y salud.	129
14.	Ejecución de las obras.	129
14.1.	Modalidad de la ejecución.	129
14.2.	Clasificación del contratista.	129
14.3.	Plazo de ejecución.	129
15.	Documentos que constituyen el presente proyecto.....	130
16.	Presupuesto.	134
16.1.	Precios unitarios.	134
16.2.	Revisión de precios.	134
16.3.	Presupuesto de la obra.....	134
17.	Consideraciones finales.....	135
17.1.	Obra completa.....	135
17.2.	Conclusión.....	135

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Estado actual de la parcela "1".	16
Ilustración 2: Estado actual de la parcela "2".	17
Ilustración 3: Mapa de situación de las principales vías de acceso al municipio. Terrasit 2017.	17
Ilustración 4: Parcela alternativa 1.	20
Ilustración 5: Parcela alternativa 2.	21
Ilustración 6: Parcela alternativa 3.	21
Ilustración 7: Vallado de parcela.	68
Ilustración 8: Puerta de acceso principal.	68

Índice de tablas

Tabla 1: Ubicación estación datos meteorológicos.....	18
Tabla 2: Valoración de criterios 1.	23
Tabla 3: Valoración de criterios 2.	23
Tabla 4: Valoración de criterios 3	23
Tabla 5: Solución para estudio 1.	24
Tabla 6: Solución para estudio 2.	24
Tabla 7: Solución para estudio 3.	24
Tabla 8: Superficies interiores de la parcela.....	28
Tabla 9: Fórmula final de las distintas variedades de cespitosas.	38
Tabla 10: Propiedades de la capa de enraizamiento.....	39
Tabla 11: Resultados de materiales y espesores del perfil del suelo artificial.	40
Tabla 12: Necesidades de riego mensuales (mm) para las especies vegetales.....	41
Tabla 13: Características técnicas aspersor tipo 1.....	41
Tabla 14: Características técnicas tobera 6 mm para aspersor tipo 1.	42
Tabla 15: Características técnicas para aspersor tipo 2.....	42
Tabla 16: Características técnicas tobera 13 mm para aspersor tipo 2.	42
Tabla 17: Caudal y N ^o de aspersores por sector.	43
Tabla 18: Diámetros obtenidos y timbraje para cada sector.	44
Tabla 19: Parámetros técnico - económicos.....	46
Tabla 20: Resumen de resultados para las condiciones de funcionamiento.	48
Tabla 21: Granulometría de la arena utilizada.	50
Tabla 22: Características de las capas de la red de drenaje.....	53

Tabla 23: Mediciones y diámetros de los colectores de la red de drenaje del terreno de juego.....54

Tabla 24: Número de imbornales por línea de desagüe.....55

Tabla 25: Diámetros de los colectores de la red de aguas pluviales.....55

Tabla 26: Resumen características iluminación exterior.61

Tabla 27: Condiciones mínimas de suministro a garantizar en fontanería.....62

Tabla 28: Exigencias mínimas de desagüe en red de saneamiento.64

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes.

El presente proyecto consiste en el diseño de una instalación deportiva completa para la práctica del fútbol sobre terreno de césped natural en el municipio de Massamagrell (Valencia). El municipio tiene una población de 15.574 habitantes (INE, 2017) y en la actualidad solamente cuenta con una instalación deportiva municipal para la práctica del fútbol sobre terreno artificial.

Debido al aumento poblacional que sufre el municipio en la última década (13.221 en el año 2002) y de los municipios colindantes y próximos como Museros (6.252 habitantes en 2016) o La Pobla de Farnals (7.698 habitantes en 2016) las instalaciones actuales no son suficientes dada la demanda creciente por parte de los clubes y equipos del municipio de ampliar el número de equipos en sus escuelas. Actualmente, entre todos los clubes de municipio, suman 31 equipos de fútbol y un único campo.

Por ello, se plantea la propuesta de diseñar y construir una nueva instalación deportiva para este fin, en el municipio. El diseño se enfoca a un tipo de terreno césped natural y contará con todas las instalaciones y características necesarias que debe tener un recinto de esta clase para que la práctica del deporte se realice de forma segura y cómoda como pueden ser vestuarios, iluminación reglamentaría, parking, servicio de cafetería...

La parcela en la que se ubica el proyecto actualmente no tienen ningún uso asignado. Se trata de un suelo urbanizable y dotacional, por tanto, idóneo para colocar una instalación deportiva con carácter municipal. La construcción del mismo le dará un valor añadido al municipio en cuanto a servicios para la población.

Se pretende que el recinto tenga un aforo de público máximo de 1.400 personas sentadas con el fin de que pueda ser utilizada en cualquier categoría de futbol regional sin que el aforo sea factor limitante.

1.2. Motivación del proyecto.

La motivación para realizar este Trabajo Final de Máster ha sido la de poder aplicar en un mismo trabajo, todos los conocimientos adquiridos en el Máster en Ingeniería Agronómica en el ámbito de la ingeniería rural como lo es la hidráulica, ingeniería del riego y drenajes, electrotecnia, construcción, planificación rural, y una parte de manejo de cultivos ornamentales añadiendo las particularidades que entrañan los campos deportivos y en particular los de fútbol

Con el fin de obtener información de primera mano sobre un tema tan particular como es el césped deportivo, se ha contado con la colaboración de empresas privadas de donde se han tomado ideas y soluciones extrapoladas a las dimensiones y ámbito de este proyecto.

Además, la realización del recinto deportivo supone la creación de un nuevo espacio deportivo, funcional y accesible, en una zona con un déficit notable de espacios de este tipo, siendo este de uso público y para disfrute de todos los vecinos del municipio de Massamagrell y colindantes.

1.3. Objeto del proyecto.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una instalación deportiva de carácter municipal destinada a la práctica del fútbol sobre terreno de césped natural, en el término municipal de Massamagrell, provincia de Valencia. La realización del campo supone la creación de una nueva instalación deportiva, funcional y accesible, en una zona con un déficit de instalaciones de este tipo notorio.

En el Anejo Nº 1 "Información general del municipio" se adjunta información más detallada sobre los puntos que a continuación se resumen y se justifica de este modo la necesidad de, a corto plazo, llevar a cabo una construcción como la que aquí se adjunta.

2. ESTUDIOS PREVIOS.

2.1. Localización.

El terreno sobre el que se proyecta la instalación se localiza en el municipio valenciano de Massamagrell, lindando con los municipios de Museros, Pobla de Farnals, Massalfassar y Rafelbunyol. El núcleo urbano se sitúa a menos de un kilómetro de la zona costera.

Se puede ver su localización en el Plano Nº 1 "Situación".

La parcela donde se desarrolla la construcción se encuentra situada entre las C/ del Llaurador Valencià en el oeste, la Av. de València en el norte y una zona de huerta típica valenciana en el sur. La superficie total, obtenida del catastro, es de 17.975 m² siendo toda ella útil para la ejecución de la obra de este proyecto. El área destinada al terreno de juego, al tener éste unas dimensiones rectangulares de 105 x 75 m, será de 7.875 m², lo que supone un 44 % de la parcela, dejando el resto para las instalaciones como vestuarios, parking y viales, a grandes rasgos.

Se puede observar su emplazamiento en el municipio en el Plano Nº 2 "Emplazamiento".

La información correspondiente al catastro se puede observar en los Planos Nº 3.1 "Emplazamiento catastral. Municipio" y en el Nº 3.2 "Emplazamiento catastral. Parcela".

2.2. Situación actual del terreno.

El terreno objeto de este proyecto se encuentra en la zona sur del municipio de Massamagrell dentro del núcleo urbano del mismo. La parcela en su primigenia se puede

considerar prácticamente plana al ser su máximo desnivel de 0,14 m, esto supone una facilidad a la hora de realizar el movimiento de tierras en la misma rediciéndose el volumen de desmonte y terraplén a realizar.

El estado actual de la parcela es el siguiente:

- Se encuentra en estado de abandono, siendo utilizada por los habitantes del municipio como aparcamiento provisional.
- La parcela está asfaltada en zonas aleatorias. Seguramente en sus inicios estaría caso completamente asfaltada pero el deterioro ha hecho que la mayoría del suelo sea de tierra.
- Una de las zonas tiene vegetación arvense típica de un solar abandonado de esta zona.
- En la parcela se tiene acceso a la red de media tensión eléctrica, a la red de evacuación de aguas pluviales y residuales y, a la red de agua potable y no potable del municipio.
- La red de media tensión se puede tomar desde el extremo izquierdo de la parcela, por tanto, en el caso de requerirse un transformador, esta será su ubicación.
- La red de evacuación de aguas pluviales y residuales pasa por las 3 calles que rodean la parcela, no siendo esto un inconveniente a la hora de verter las aguas sobrantes.
- La red de agua potable se puede tomar también desde las 3 calles anexas.

A continuación, se adjuntan dos imágenes del estado actual de la parcela:



Ilustración 1: Estado actual de la parcela "1".



Ilustración 2: Estado actual de la parcela "2".

Es evidente que al margen de que la parcela no tenga apenas desnivel, existen numerosos huecos en el suelo, por lo que en inicio se necesitará un movimiento de tierras además de un desbroce para eliminar la vegetación arvense que se ve al fondo de las imágenes de igual modo que algunos árboles grandes que han crecido.

2.3. Comunicación y transporte.

La instalación deportiva proyectada se sitúa en el sur del municipio, lindando con el municipio de Museros (Valencia).

En cuanto a los accesos al municipio por carretera, se puede llegar por dos vías principales. Si se accede desde el norte o el sur se puede llegar por la CV – 300 (amarilla), mientras que, si se accede por el este u oeste, se haría mediante la CV – 32 (naranja).



Ilustración 3: Mapa de situación de las principales vías de acceso al municipio. Terrasit 2017.

Por lo que respecta a las conexiones ferroviarias, el municipio de Massamagrell cuenta con una línea de Metro, concretamente la línea 3, que conecta la ciudad de Valencia con el municipio llegando la misma hasta el municipio de Rafelbunyol, al norte.

Para llegar a la parcela donde se ubica el campo, esta se sitúa entre las calles: C/ del Llaurador Valencià y la Av. de València. Queda a unos 500 m de la parada de MetroValencia denominada *Massamagrell*.

2.4. Climatología.

Para el análisis de la climatología en la zona de estudio, se han tomado datos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), referentes a la estación de "Moncada-IVIA" al ser la más próxima al municipio del proyecto. Ésta está ubicada en:

Tabla 1: Ubicación estación datos meteorológicos.

Estación "Moncada-IVIA"	
Longitud	0° 23' 56"
Latitud	39° 35' 15"
Distancia	5 km
Altitud	35 msnm

Los parámetros corresponden a los valores climatológicos normales de dicha estación entre los años 2.002 y 2.016, ambos inclusive.

A continuación, se exponen los aspectos más relevantes del estudio climatológico realizado. Se puede consultar el estudio completo en el Anejo N° 3 "Estudio climatológico"

2.4.1. Temperaturas.

La temperatura media mensual en la zona es de 17,0 °C, oscilando sus valores entre los más bajos del mes de enero con 9,8 °C y los más altos del mes de julio con 25,2 °C.

Las temperaturas máximas medias más elevadas se registran en los meses de julio y agosto, siendo este último el mes más caluroso con 30,7 °C.

Las temperaturas mínimas medias más bajas se presentan en los meses de enero y febrero con 3,9 °C y 4,4 °C respectivamente.

La temperatura máxima extrema alcanzada ha sido de 36,7 °C en el mes de agosto, mientras que la mínima extrema ha sido de -1,8 °C del mes de enero.

2.4.2. Pluviometría.

La precipitación media anual es de 365,5 mm, pudiendo existir fluctuaciones dependiendo del año. Las máximas precipitaciones mensuales se producen en los meses de septiembre, con 53,6 mm, y en octubre, con 41,1 mm. Julio y agosto son los meses con menores pluviometrías, siendo éstas de 11,5 mm y 18,9 mm respectivamente.

2.4.3. Humedad relativa.

La humedad relativa media anual es de 69,4 % oscilando entre valores comprendidos entre 65,8 % y 74,2 %. Se obtienen días con extremos de HR adoptando valores máximos del 94,0 % en octubre y mínimos del 38,4 % en marzo.

2.4.4. Horas de insolación e irradiación.

El número total de horas de sol durante un año asciende a 3.628, produciéndose su máximo en el mes de julio con 385 y el mínimo en el mes de diciembre con 200.

Respecto a la irradiación, se produce el máximo en el mes de junio con 25,5 MJ/m², mientras que el mínimo se obtiene en el mes de diciembre con 6,9 MJ/m².

2.4.5. Índices fitoclimáticos.

Según el factor de pluviosidad de Lang, la caracterización del municipio de Massamagrell es de **Zona Desértica** con un valor de 18,3 y, según el índice de Martonne se trata de zonas de **Estepas y países secos mediterráneos** adoptando un valor de 13,5.

El índice de Dantin – Revenga la zona queda caracterizada como **Zona Árida** al obtenerse un valor de 4,7.

2.4.6. Clasificaciones climáticas.

La clasificación bioclimática de UNESCO-FAO incluye a esta zona dentro de un clima denominado **Xérico Mediterráneo**. Estudiando el diagrama ombrotérmico se observa que los meses secos con enero, junio, julio y agosto.

Respecto a la clasificación de Papadakis, resulta un clima considerado como **Mediterráneo continental**, obteniéndose un invierno tipo *Citrus* y un verano tipo *Oryza*, siendo el régimen de humedad *Mediterráneo seco*.

Según la clasificación de Thornthwaite, el clima en Massamagrell es **D' A' d a'**, Que corresponde con un clima semiárido, megatérmico con un exceso pequeño o nulo de agua y con un porcentaje de concentración térmica muy bajo.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

En este punto, en primer lugar, se definen las alternativas respecto a la localización de la parcela y a la geometría y distribución de las edificaciones que lo conforman. Posteriormente, se define la metodología empleada para el estudio de alternativas y, tras su evaluación, se obtienen las soluciones óptimas adoptadas para el diseño de la instalación deportiva.

En el Anejo N° 2 “Estudio de alternativas” se adjunta el estudio completo de alternativas.

3.1. Identificación de alternativas.

Se plantean las distintas alternativas que se llevaron a cabo en el estudio. Localización de la parcela.

- **Alternativa 1:** Parcela de 13.775 m² de dimensiones rectangulares de 145 m x 95 m, con un desnivel de 1,58 m.



Ilustración 4: Parcela alternativa 1.

- **Alternativa 2:** Parcela de 8.925 m² de dimensiones rectangulares de 85 m x 105 m, con un desnivel de 0,87 m.

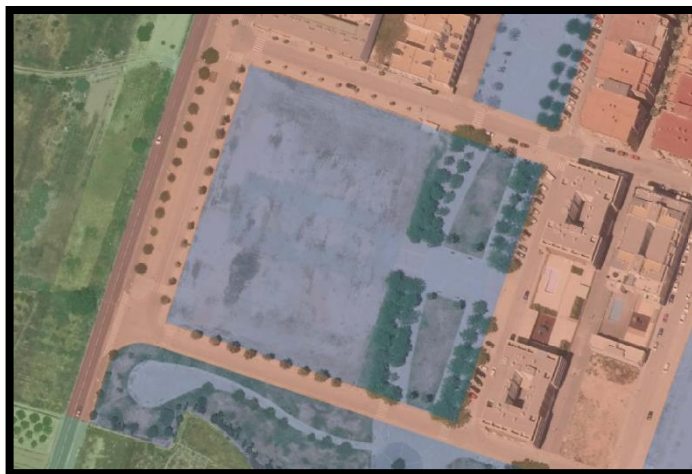


Ilustración 5: Parcela alternativa 2.

- **Alternativa 3:** Parcela de 8.925 m² de dimensiones rectangulares de 132 m x 135 m, con un desnivel de 0,14 m.



Ilustración 6: Parcela alternativa 3.

3.1.1. Geometría de las construcciones y distribución en parcela.

- **Alternativa 1:** se trata de juntar todas las edificaciones de servicios en un mismo edificio de luz constante. Además, un depósito de aguas pluviales enterrado con almacenamiento por gravedad junto con una arqueta enterrada para el bombeo. Encima de los mismos se edificaría el cabezal de riego. Se completaría la construcción con una grada para 1.400 espectadores sentados en hormigón prefabricado cubierta con una chapa de acero anclada al suelo.

- **Alternativa 2:** Se construirían los edificios de servicios de forma individualizada distribuyéndose por los anexos del campo. Depósito de almacenamiento en superficie con requerimientos de bombeo para el almacenamiento. Se omitiría la arqueta de bombeo y se incluiría el grupo en el cabezal de riego, que estaría junto al campo depósito. La grada se llevaría a cabo igual que la alternativa 1 pero en este caso en hormigón armado.
- **Alternativa 3:** se construiría un edificio de servicios de 2 plantas que optimizaría el espacio de la parcela. Depósito enterrado como en la A1 pero sin necesidad de arqueta ya que el grupo de bombeo iría en su interior. El cabezal se construiría encima del mismo. La grada sería como en la A1 pero sin cubrir.

3.1.2. Sistema de drenaje del terreno de juego.

- **Alternativa 1:** Sistema de drenaje donde se tiene un subsuelo permeable y se añade una capa de enraizamiento de arena con un espesor de 120 mm. Ésta se mezcla con el mismo que garantiza el movimiento vertical del agua. Garantiza una reserva de agua y nutrientes.
- **Alternativa 2:** Sistema de drenaje con nivel freático suspendido. Consiste en colocar 3 capas drenantes: una de arena de 250 mm, una capa de sellado más profunda de 100 mm y una de grava, donde se colocan los drenes, de 150 mm. Con ella se permite el almacenamiento de las aguas pluviales.
- **Alternativa 3:** Cambiar únicamente la capa de enraizamiento dejando tal y como está el subsuelo sin realizar ninguna tarea sobre él. No se considera añadir drenes.

3.2. Metodología.

Para el estudio comparativo de cada una de las soluciones propuestas se ha utilizado el método multicriterio llamado “*Valor Técnico Ponderado*”, que consiste en:

- Definir las alternativas.
- Elegir los indicadores o criterios para valorar los aspectos fundamentales en la elección de la solución más adecuada.
- Aplicación del peso de cada indicador en función de su importancia.
- Puntuación, en una escala de 0 a 10, de cada indicador que se le otorga a cada una de las alternativas.
- Obtención del VTP mediante a expresión:

$$VTP = \frac{\sum_{j=1}^n p_j \cdot x_{ij}}{p_{\text{máx}} \cdot \sum_{j=1}^n p_j}$$

Donde la solución más adecuada será aquella que más VTP obtenga al final del estudio de alternativas.

3.3. Criterios para la evaluación de las alternativas.

Después de identificar las posibles alternativas, se definen los indicadores o criterios a valorar, aplicando un peso a cada uno de ellos según su importancia.

- **Localización de la parcela:**

Tabla 2: Valoración de criterios 1.

Indicador	Peso
Superficie	9
Morfología	10
Accesibilidad	7
Topografía	7
Zonas sombreadas	8

- **Geometría de las construcciones y distribución en parcela:**

Tabla 3: Valoración de criterios 2.

Indicador	Peso
Simplificación	9
Tiempo ejecución	8
Coste económico	8
Comodidad y Accesibilidad	10
TOTAL	35

- **Sistema de drenaje del terreno de juego:**

Tabla 4: Valoración de criterios 3

Indicador	Peso
Capacidad drenante	10
Adecuación al cultivo	9
Coste económico	8
Tiempo requerido	5
TOTAL	32

3.4. Soluciones adoptadas.

A continuación, se muestran las soluciones adoptadas para cada bloque de alternativas:

- **Localización de la parcela:**

Tabla 5: Solución para estudio 1.

Indicador	Peso
A1	0,64
A2	0,89
A3	0,98

Por tanto, la solución adoptada es la **Alternativa 3**.

- **Geometría de las construcciones y distribución en parcela:**

Tabla 6: Solución para estudio 2.

Indicador	Peso
A1	0,95
A2	0,80
A3	0,77

Por tanto, la solución adoptada es la **Alternativa 1**.

- **Sistema de drenaje del terreno de juego:**

Tabla 7: Solución para estudio 3.

Indicador	Peso
A1	0,79
A2	0,85
A3	0,69

Por tanto, la solución adoptada es la **Alternativa 2**.

4. LIMITANTES Y CONDICIONANTES.

4.1. Técnicos.

Serán planteados y discutidos de forma detallada e individualizada, en la descripción de cada una de las unidades que conforman el presente Proyecto.

4.2. Legales.

Son de aplicación al presente Proyecto todos aquellos artículos de las disposiciones legales expuestos en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, las de índole más técnico son las que siguen:

- Ley 10/2004, de 9 de diciembre, de la Generalitat, del Suelo No Urbanizable.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 4 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 á BT 51.

4.3. Administrativos.

El Ayuntamiento de Massamagrell, no presentan ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente Proyecto.

4.4. Ambientales.

La legislación ambiental, que afecta al tipo de obras que comprende este proyecto, es la siguiente:

- Con ámbito nacional: Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- A nivel de la Comunidad Valenciana: Decreto 162/1990, de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Atendiendo a la naturaleza y características de las diferentes obras que comprende el presente Proyecto, de acuerdo con esta legislación vigente que se acaba de exponer, y dado que la obra no afecta a ningún terreno forestal ó espacio protegido: **NO SERÁ NECESARIO SOMETER EL PRESENTE PROYECTO A NINGÚN PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

4.5. Directrices.

4.5.1. Finalidad perseguida.

Con la redacción de este proyecto se pretende transformar una parcela con un notable estado de abandono, en una zona deportiva, funcional y accesible para la población local y visitante que amplíe la oferta de instalaciones ya presentes con el valor añadido de contar con una superficie natural y estar mantenida en la medida de lo posible con aguas pluviales.

4.5.2. Criterios de valor.

Los criterios básicos para la redacción del documento son:

- Aumentar la disponibilidad de zonas deportivas en el municipio.
- Reducir al máximo el consumo de agua de una instalación con superficie natural manteniéndola, en la medida de lo posible, con aguas pluviales.
- Crear una proporción razonable en cuanto a las dimensiones de las instalaciones con el fin de que la práctica del deporte se realice de forma cómoda y segura (aquí se consideran el tipo de suelo, iluminación, vestuarios...) de igual manera que para los espectadores (accesos, baños, cafetería, gradas...) sea una instalación agradable de visitar.
- Que las dimensiones de la instalación no sean un factor limitante en ninguno de los aspectos en el caso de que los clubes que disputen competiciones en ellas jueguen en categorías altas regionales.

4.6. Condicionantes.

4.6.1. Geología.

La información referida a los siguientes guiones se amplía en el Anejo Nº 4 "Estudio geológico y edafológico".

- Caracterización geológica.

En los mapas aportados por el proyecto LUCDEME, del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente se observa como el término municipal de Massamagrell se sitúa sobre suelos del Cuaternario Holoceno. Concretamente, los tipos de suelos que destacan en esta zona son Limos Pardos (Q₂Li). En esta zona forman una amplia orla que rodea la albufera por su parte más externa. Poseen bastante potencia y en algunos puntos adquieren tonos rosados. Deben proceder del lavado de las arcillas rojas superiores.

Se puede consultar en el Plano Nº 5 "Geológico" la información gráfica correspondiente a este apartado.

- Caracterización edafológica:

Mediante el estudio de una calicata realizada en el término municipal de Puzol, muy próximo al municipio de la parcela se pudo conocer el tipo de suelo que se tiene en los primeros dos metros de profundidad. Se trata, por lo general, de un tipo de suelo clasificado como Fluvisol calcáreo.

El término Fluvisol deriva del vocablo latino "*fluvius*" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

En el Anejo N° 4 “Estudio geológico y edafológico” se exponen todas las características físicas y químicas analizadas de los horizontes del suelo estudiados. Debido a que no se va a considerar como apto este suelo para el cultivo del césped, no se considera necesario añadir dichos resultados en esta memoria.

- Riesgos geológicos:

Sismicidad de la zona: La zona del término municipal de Massamagrell se encuentra en una zona sísmica calificada como de riesgo medio. Según la normativa sismoresistente NCSE-02, el municipio de Massamagrell tiene asignado una aceleración sísmica básica a 0,06g. Se toma un coeficiente de aplicación al terreno $K = 1,0$.

Será de aplicación obligatoria en todas las construcciones que en el caso de ser demolidas por el terremoto tengan grandes probabilidades de causar víctimas o daños de distintos tipos.

Riesgo de inundación: a partir de la cartografía adjunta en el PATRICOVA donde se establecen estos criterios fisiográficos, el riesgo de inundación de la zona de la parcela es de TIPO 3, que traducido a valores implica un periodo de retorno de 25 años con un calado máximo de 0,80 m.

Riesgo de erosión potencia: se establece a partir de cartografía ofrecida por el servicio TerraSit. En la parcela y zonas cercanas a ella, el riesgo de erosión potencial es de tipo BAJO, lo que supone una erosión de $7 - 15 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

Riesgo de erosión actual: En este caso, en la zona de la parcela se establece en un tipo MUY BAJO, lo que implica una erosión de $0 - 7 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

Vulnerabilidad de acuíferos: El riesgo de contaminación de aguas subterráneas se produce si se da conjuntamente una zona vulnerable y una actividad que genere productos capaces de producir cierta alteración de éstas. En el caso de Massamagrell, la vulnerabilidad de acuíferos en la parcela queda establecida como MEDIA.

4.6.2. Geotecnia

De las calicatas expuestas en el N° 5 “Estudio geotécnico”, se deduce que el material a excavar es de naturaleza limoso-arenosa hasta 1,2 metros siendo mucho más arenoso en los siguientes 4 metros (de 2 a 6 m de profundidad), por tanto, se trata de un suelo excavable con maquinaria convencional.

Tras realizar los 3 sondeos en una parcela anexa a la que se ubica este proyecto, se llega a la conclusión de que el material es de buena calidad geotécnica, y, por tanto, se considera apto como apoyo de la cimentación a partir de los 1,20 metros de profundidad donde las arenas se mezclan con limos y algo de gravas.

Según el resultado de resistencia a compresión simple, el terreno presenta una tensión máxima admisible de $0,25 \text{ N}\cdot\text{mm}^2$.

4.6.3. Morfología de la parcela.

La parcela presenta una morfología rectangular, idónea para la ubicación de una instalación de este tipo. En cuanto a sus cotas, desde el Servicio TerraSit se obtiene las cotas de 4 puntos de la parcela, no existiendo una diferencia entre ellas mayor a 0,14 m.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Durante la ejecución de las obras se cumplirán todas las disposiciones legales en materia de Seguridad y Salud, adoptando las medidas de protección necesarias tanto de carácter general como de protección personal de los trabajadores.

Todo material a utilizar en este proyecto queda explicado por la memoria, pliego de condiciones, normas tecnológicas de calidad del mismo, anexos y por las especificaciones recogidas en los planos. En cualquier caso, se deberán cumplir las especificaciones y normas de edificación vigentes.

En caso de contradicción entre los diferentes documentos del proyecto, el orden de prioridad será: memoria y anexos, normas técnicas de calidad, pliego de condiciones y mediciones; debiéndose consultar con la Dirección Facultativa. No es necesario para la especificación de una partida el que esta aparezca reflejada en todos los documentos.

A continuación, se detallan la situación y superficie de la instalación deportiva proyectada tomada como solución definitiva. La instalación se puede dividir en dos grandes partes: por un lado, la correspondiente al terreno de juego, con todo lo que este conlleva y, por otro lado, las zonas de servicios, instalaciones y accesos del recinto.

5.1. Distribución de superficies.

La parcela tiene una superficie catastral de 17.975 m^2 , la cual se divide en los distintos apartados que conforman la instalación deportiva:

Tabla 8: Superficies interiores de la parcela.

Zona	S (m ²)
Terreno de juego	7.875
Cabezal de riego	64
Edificio servicios	544
Vías y accesos	4.606
Parking	4.276
Gradas	610

En el Plano Nº 23 “Planta general de la instalación” se puede observar la zonificación de la parcela.

5.2. Accesos.

Los accesos a la instalación desde el exterior se encuentran en distintas zonas de la parcela. Se puede acceder por el norte de la misma desde C/ Llaurador València o desde el oeste por Av. de València encontrándose los dos accesos a la misma cota que a calle. Se accederá al recinto mediante verjas que se colocaran en los cerramientos del mismo.

5.3. Descripción general del recinto.

La instalación deportiva está formada básicamente por la parte correspondiente al terreno de juego de césped natural y, por el edificio de servicios e instalaciones anexo al mismo. El terreno de juego es una superficie de 105 x 75 m², con superficie natural de distintas especies de césped. En el mismo, se instala un sistema de drenaje conocido como *capa freática suspendida* mediante drenes, donde se recogen las aguas pluviales sobrantes que se almacenan en un depósito diseñado para tal fin de hormigón armado.

En cuanto a las especies que conforman el terreno de juego, son las siguientes: *Lolium perenne* y *Poa pratensis*. De la primera se seleccionaron 3 variedades: *FIESTA 4*, *RINGLES* y *RINOVO GL-74*. En cuanto a la segunda especie, las 2 variedades seleccionadas fueron *PRAFIN* y *RUGBY 2*.

Por otro lado, el edificio donde se encuentran todas las instalaciones requeridas en un recinto de este tipo. Estas son baños, vestuarios, oficina y cafetería. Se localizan todas en la misma edificación, con una planta de altura y de luz constante.

Junto al campo se coloca la grada de hormigón prefabricado, concretamente situada en la parte longitudinal sur de terreno de juego. Esta tiene una capacidad para 1.400 personas sentadas.

Y, por último, en superficie se tiene el cabezal de riego, situado al este del terreno de juego en la esquina S-E de la parcela. En él se albergan todos los elementos de filtrado y fertirrigación. Este se abastece de agua desde el depósito enterrado que se sitúa a su derecha donde se pueden albergar aguas pluviales o aguas no potables procedentes de la red.

5.4. Descripción de las obras e instalaciones.

En este apartado se explican, de forma secuencial, las distintas obras e instalaciones que tendrán lugar dentro del recinto deportivo para su completa construcción.

5.4.1. Movimiento de tierras.

La mala calidad del suelo que ocupa la parcela en inicio imposibilita su uso para albergar especies vegetales cespitosas, adecuar un buen drenaje y plantear construcciones sobre él. Con el fin de conseguir una superficie utilizable se hacen necesarias una serie de actuaciones que implican el movimiento de tierras considerable, dadas las dimensiones de la parcela. Las actuaciones consisten en la retirada de la primera capa de tierra vegetal y sustitución por un tipo de suelo específico en cada zona y la apertura de zanjas para las conducciones, zapatas, zunchos y la excavación del depósito de almacenamiento y la arqueta de bombeo.

Todo el volumen de tierra que se extrae se llevará al vertedero más cercano ya que no es un tipo de suelo válido para ninguna de las tareas que se requieren.

Los movimientos de tierra que se llevan a cabo en la parcela objeto de este proyecto son los enumerados en la siguiente lista:

- Desbroce y limpieza del terreno inicial.
- Tierra vegetal:
 - o Excavación de los primeros 0,47 m
 - o Eliminación de la misma a vertedero más cercano.
- Extendido del nuevo suelo en cada una de las zonas de la parcela con tipos de suelo distintos.
- Excavación de zanjas para riego, evacuación de aguas, drenaje, zapatas y zunchos, depósito de almacenamiento y arqueta de bombeo.

En el Anejo Nº 24 "Movimiento de tierras" se incluyen los detalles y cálculos realizados para cuantificar el volumen de tierras a mover, así como los tipos y las zonas donde se establecen cada uno de ellos.

5.4.2. Edificaciones.

Las edificaciones que contiene el presente proyecto son:

- Edificio de servicios
- Cabezal de riego
- Grada

Con estas edificaciones se pretende satisfacer las necesidades tanto del público asistente y jugadores, como del propio personal de mantenimiento y servicios que trabaje en la instalación.

A continuación, se expone una breve descripción de cada una de las edificaciones. Los cálculos y comprobaciones de los elementos estructurales de los mismos se encuentran en el Anejo Nº 15 "Cálculo estructural de la grada", Anejo Nº 16 "Cálculo estructural edificio de servicios" y Anejo Nº 17 "Cálculo estructural del cabezal". Los planos correspondientes

a las mismas son el Plano N° 12 “Estructura de la grada”, Plano N° 13 “Estructura edificio servicios”, Plano N° 14 “Estructura edificio cabezal” y Plano N° 22 “Edificio cabezal. Planta y alzado”.

- **Edificio de servicios.**

Se trata de una edificación cuyo uso previsto es el de generar los servicios correspondientes a una instalación deportiva como la que se proyecta, así pues, dispone de una oficina, un bar-restaurante, dos baños, para hombres, mujeres y discapacitados, cuatro vestuarios para los equipos participantes en los encuentros que se disputen en la instalación, dos vestuarios para árbitros y asistentes, un hall de recepción desde el cual se accede mediante dos pasillos a todos los vestuarios.

Los cálculos de los elementos estructurales se encuentran definidos en el Anejo N° 16 “Cálculo estructural edificio servicios”.

La información gráfica se encuentra en el Plano N° 13 “Estructura edificio servicios” y el Plano N° 21.1 “Edificio servicios. Planta” y el Plano N° 21.2 “Edificio servicios. Alzado”

o **Estructura**

La estructura de la edificación está completamente confeccionada en hormigón armado y hormigón prefabricado. Las cimentaciones son de hormigón armado HA-30/B/15/IIa, los pilares y jácenas son de hormigón armado HA-30/B/15/I. La armadura que los compone es de acero corrugado B-400-S. El forjado se conforma a base de viguetas de hormigón prefabricado HP-45/S/10/IIIa de 18 cm de canto con interejos de 70 cm colocadas entre bovedillas de 22 x 61 cm de hormigón prefabricado y capa de compresión de 4 cm de HA-25/B/15/I.

Este edificio, destinado al uso de jugadores, árbitros, público y personal de mantenimiento y servicios, está ubicado en la cara norte del recinto deportivo, paralelo a una de las bandas del terreno de juego.

Su acceso está dividido en dos partes

- Por un lado, se puede acceder a la zona de vestuarios donde únicamente tendrá acceso personal autorizado. Este estará compuesto por jugadores, entrenadores, delegados y árbitros. Se accede mediante una puerta central que da entrada al Hall y pasillos desde los cuales se accede a los distintos vestuarios.
- En segundo lugar, los baños, oficina y bar tienen sus accesos particulares donde el flujo de personas nunca se mezcla con el de jugadores y árbitros.

La superficie total del edificio es de 544 m² y se distribuye en su interior del siguiente modo:

- Oficina: 64 m²
 - Bar-Restaurante: 120 m²
 - Baños (unidad): 32 m²
 - Vestuarios equipos (unidad): 56 m²
 - Vestuarios árbitros (unidad): 16 m²
 - Pasillos: 32 m²
 - Hall: 32 m²
- **Paramentos exteriores.**

La tabiquería de la fachada está compuesta por una pared de cerramiento de bloque de hormigón liso hidrófugo, color gris, 40x20x15 cm, de 15 cm de espesor, revestido en el exterior con mortero de cemento CEM II/B-P con aditivo hidrófugo para impermeabilización y acabado con pintura plástica sobre paramentos exteriores de color blanco.

La misma se cubre con pintura de revestimiento decorativo de fachadas con pintura de resina de silicona, de color blanco.

○ **Cubierta**

Sobre la capa de compresión del forjado se coloca un aislamiento por el exterior en cubiertas inclinadas formado por poliuretano proyectado 45 kg/m³, espesor 30 mm, sobre superficie soporte existente, acabado con capa de mortero de regularización

Se impermeabiliza con el sistema MTC 15 , de 1,5 mm de espesor total de película seca, acabado visto, compuesta por: capa base de impermeabilizante líquido elástico monocomponente, 601 BC, de color Rojo Óxido, aplicada con rodillo de pelo corto; malla de fibra de vidrio, y capa de sellado con sellante líquido elástico de poliuretano, 621 TC, de color Gris Pizarra RAL 7015, aplicada con rodillo de pelo corto; previa aplicación de imprimación transparente, de dos componentes, aplicada con brocha o rodillo, sobre superficie soporte.

○ **Paramentos interiores.**

La tabiquería interior está formada por una pared de ladrillo cerámico de hueco doble de 9 cm de achura. Las paredes irán revestidas por un enfoscado interior de 2 cm, excepto las de vestuarios que irán cubiertas con azulejos blancos de 20 x 20 cm, tomados con mortero de cemento cola.

La pintura interior será pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de mortero de cemento, mano de fondo y dos manos de acabado (rendimiento: 0,25 l/m² cada mano).

En los 6 vestuarios, tanto de jugadores como de árbitros, no se pintarán las paredes con la pintura anterior, sino que se alicatará con azulejo liso, 1/0/-/-, 15x15 cm, 10 €/m², con las piezas dispuestas a cartabón, colocado sobre una superficie soporte de mortero de cemento u hormigón, de color blanco, para facilitar su limpieza, al tratarse de un local con mucha humedad.

○ **Carpintería metálica. Ventanas.**

Las ventanas serán de aluminio con acristalamiento de vidrio sin reja. Éstas son de distintas dimensiones y se colocan a distintas alturas en función del local. Para su soporte se colocan dinteles prefabricados de hormigón de 10 x 5 cm. Se puede ver su disposición en pared en el Plano N° 21.1 "Edificio servicios. Planta" y Plano N° 21.2 "Edificio servicios. Alzado".

Todas las ventanas tendrán colocada una mosquitera fija de las dimensiones interiores de la misma, formada por marco de perfiles de aluminio lacado, tela de hilos de poliéster, accesorios y complementos, colocada con fijaciones mecánicas en la cara exterior de la carpintería.

Se coloca un vierteaguas de caliza Capri, de dimensiones adaptadas a la ventana, hasta 20 cm de anchura y 2 cm de espesor.

○ **Puertas.**

Las puertas de acceso a los distintos departamentos del edificio serán puertas de entrada de aluminio termolacado en polvo, block de seguridad, de 90 x 213 cm, estampación a una cara, acabado en color blanco RAL 9010, cerradura especial con un punto de cierre, y premarco.

Las puertas interiores serán de acceso a cada departamento serán de panel macizo decorado, realizado a base de espuma de PVC rígido y estructura celular uniforme, de una hoja abatible, dimensiones 1000x2100 mm, premarco y tapajuntas.

Se puede ver su disposición en pared en el Plano N° 21.1 "Edificio servicios. Planta" y Plano N° 21.2 "Edificio servicios. Alzado".

○ **Falso techo.**

La cubierta está formada por un falso techo continuo para revestir, situado a una altura de 2,75 m, de placas nervadas de escayola, de 100 x 60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes. Se coloca como aislante espuma de poliuretano con un espesor de 40 mm a partir de proyección mecánica sobre la parte inferior del forjado.

Se coloca además en su interior, aislamiento acústico sobre falso techo formado por panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 50 mm de espesor.

Se puede ver un detalle del mismo en el plano N° 21.1 “Edificio servicios. Planta”

- **Acabados exteriores.**

En la zona de las mesas exteriores del bar se colocará un Toldo monobloc con brazo extensible de anclaje variable, de 6000 mm de línea y 3500 mm de salida, de lona acrílica, con accionamiento manual con manivela.

- **Solera interior**

En todas las salas el pavimento será solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/2/H/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas.

Se coloca, en las paredes interiores, un zócalo de hormigón polímero de superficie pulida, de color gris, de 4,5 x 4,5 cm.

- **Remates exteriores**

Se remata la fachada con una cornisa de fachada de mármol Blanco Macael, hasta 20 cm de anchura y 3 cm de espesor.

Se coloca un bordillo prefabricado de hormigón, 40x20x10 cm, para jardín, sobre base de hormigón no estructural, rodeando toda la estructura.

Se puede ver su disposición en pared en el Plano N° 21.1 “Edificio servicios. Planta” y Plano N° 21.2 “Edificio servicios. Alzado”.

- **Cabezal de riego**

Se trata de una edificación cuyo uso previsto es el de albergar todos los elementos que componen el cabezal de riego de la instalación. En su interior, se reserva una zona para guardar material deportivo de los clubes que se encarguen de la instalación.

Los cálculos de los elementos estructurales se encuentran definidos en el Anejo N° 17 “Cálculo estructural edificio cabezal”.

La información gráfica se encuentra en el Plano N° 14 “Estructura edificio cabezal” y el Plano N° 22 “Edificio cabezal. Planta y alzado”.

○ **Estructura**

La estructura de la edificación está completamente confeccionada en hormigón armado y hormigón prefabricado. Las cimentaciones son de hormigón armado HA-30/B/15/IIa, los pilares y jácenas son de hormigón armado HA-30/B/15/I. La armadura que los compone es de acero corrugado B-400-S. El forjado se conforma a base de viguetas de hormigón prefabricado HP-45/S/10/IIIa de 18 cm de canto con interejos de 70 cm colocadas entre bovedillas de 22 x 61 cm de hormigón prefabricado y capa de compresión de 4 cm de HA-25/B/15/I.

Este edificio, destinado al uso del personal de mantenimiento de la instalación, está ubicado en la esquina sur-este del recinto junto al depósito de almacenamiento de aguas lluvia viales

Su acceso está dividido en dos partes

- Por un lado, se accede al cabezal de riego donde se encuentra todo el equipo de filtrado y fertilización. Se accede mediante una puerta que da salida a la zona sur de la instalación
- En segundo lugar, a la parte destinada al almacenamiento de material deportivo se accede por una puerta particular.

La superficie total del edificio es de 64 m² y se distribuye en su interior del siguiente modo:

- Cabezal de filtrado y fertilización: 48 m²
- Local material deportivo: 16 m²

○ **Paramentos exteriores.**

La tabiquería de la fachada está compuesta por una pared de cerramiento de bloque de hormigón liso hidrófugo, color gris, 40x20x15 cm, de 15 cm de espesor, revestido en el exterior con mortero de cemento CEM II/B-P con aditivo hidrófugo para impermeabilización y acabado con pintura plástica sobre paramentos exteriores de color blanco.

La misma se cubre con pintura de revestimiento decorativo de fachadas con pintura de resina de silicona, de color blanco.

○ **Cubierta**

Sobre la capa de compresión del forjado se coloca un aislamiento por el exterior en cubiertas inclinadas formado por poliuretano proyectado 45 kg/m³, espesor 30 mm, sobre superficie soporte existente, acabado con capa de mortero de regularización

Se impermeabiliza con el sistema MTC 15, de 1,5 mm de espesor total de película seca, acabado visto, compuesta por: capa base de impermeabilizante líquido elástico monocomponente, 601 BC, de color Rojo Óxido, aplicada con rodillo de pelo corto; malla de fibra de vidrio, y capa de sellado con sellante líquido elástico de poliuretano, , de color Gris Pizarra RAL 7015, aplicada con rodillo de pelo corto; previa aplicación de imprimación transparente, de dos componentes, aplicada con brocha o rodillo, sobre superficie soporte.

○ **Paramentos interiores**

La tabiquería interior está formada por una pared de ladrillo cerámico de hueco doble de 9 cm de anchura. Las paredes irán revestidas por un enfoscado interior de 2 cm, excepto las de vestuarios que irán cubiertas con azulejos blancos de 20 x 20 cm, tomados con mortero de cemento cola.

○ **Carpintería metálica. Ventanas.**

Las ventanas serán de aluminio con acristalamiento de vidrio sin reja. Éstas son de distintas dimensiones y se colocan a distintas alturas en función del local. Para su soporte se colocan dinteles prefabricados de hormigón de 10 x 5 cm.

Todas las ventanas tendrán colocada una mosquitera fija de las dimensiones interiores de la misma, formada por marco de perfiles de aluminio lacado, tela de hilos de poliéster, accesorios y complementos, colocada con fijaciones mecánicas en la cara exterior de la carpintería.

Se coloca un vierteaguas de caliza Capri, de dimensiones adaptadas a la ventana, hasta 20 cm de anchura y 2 cm de espesor.

○ **Puertas**

Las puertas de acceso a los distintos departamentos del edificio serán puertas de entrada de aluminio termolacado en polvo, block de seguridad, de 90 x 210 cm, estampación a una cara, acabado en color blanco RAL 9010, cerradura especial con un punto de cierre, y premarco.

En todo el cabezal el pavimento será de baldosa de gres en tonos grises de 40 x 40 cm, tomado con mortero de cemento, sobre una solera de hormigón HNE-25/P/20/IIIa, con formación de pendientes y zócalos del mismo material.

○ **Falso techo.**

La cubierta está formada por un falso techo continuo para revestir, situado a una altura de 2,75 m, de placas nervadas de escayola, de 100 x 60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes. Se coloca como aislante espuma de poliuretano con un espesor de 40 mm a partir de proyección mecánica sobre la parte inferior del forjado.

Se coloca además en su interior, aislamiento acústico sobre falso techo formado por panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 50 mm de espesor.

○ **Solera interior.**

Al tratarse de un local húmedo se establece un pavimento continuo de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizado con hormigón HM-25/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual; tratado superficialmente con mortero de rodadura, color Gris Natural, con áridos de cuarzo, pigmentos y aditivos.

Se coloca, en las paredes interiores, un zócalo de hormigón polímero de superficie pulida, de color gris, de 4,5 x 4,5 cm.

○ **Remates exteriores**

Se remata la fachada con una cornisa de fachada de mármol Blanco Macael, hasta 20 cm de anchura y 3 cm de espesor.

Se coloca un bordillo prefabricado de hormigón, 40x20x10 cm, para jardín, sobre base de hormigón no estructural, rodeando toda la estructura.

En el Plano N° 22 “Edificio cabezal. Planta y alzado”. se muestran varias vistas de la estructura, así como los detalles constructivos.

- **Grada.**

Esta edificación se proyecta con el fin de que el público asistente pueda sentarse para ver los partidos que se disputen en la instalación desde una perspectiva distinta a la que se tiene a pie de campo. La misma se ha diseñado con una capacidad de 1.344 personas sentadas distribuidas en 7 filas, situándose la grada solamente en una de las bandas del terreno de juego. La grada consta de una longitud total de 100 m.

○ **Estructura**

La misma se ha proyectado losas de hormigón prefabricado HP-40/S/20/IIa de 20 cm de canto colocadas cada 5 m. se apoya sobre un muro de hormigón armado HA-30/P/30/IIIa de 40 cm de anchura y 6,17 m de altura en su punto más alto. El acero del armado son barras

de acero corrugado B-500-S. Estos muros se apoyan sobre zapatas corridas de HA-30/P/30/IIIa armados con barras de acero corrugado B-500-S.

Sobre las losas prefabricadas, para evitar sentarse sobre la superficie de hormigón prefabricado, se colocan asientos de polipropileno de alta resistencia de 43 cm de ancho y 45 cm de profundidad con un respaldo de 35 cm de altura. Estos se colocarán dejando una separación entre ellos de 7 cm.

Existen 4 escaleras de acceso a las gradas. Los escalones de la grada se diseñan de tal forma que tiene una anchura libre de 1,00 m, una altura de 18 cm y una huella de 44 cm sirviendo todos ellos como rellanos ya que existe una salida hacia cada fila de gradas cada dos escalones.

Se colocarán pasamanos a ambos lados y 1 m de altura. Dichos pasamanos se prolongarán en arranque y final de las escaleras, rematándose con forma redondeada.

Los 20 muros de la grada, que están en contacto con la superficie, se impermeabilizan utilizando con emulsión asfáltica no iónica en todas sus caras.

5.4.3. Terreno de juego. Especies y suelo.

En este apartado se van a describir con mayor detalle las soluciones adoptadas para cada uno de los elementos que forman parte del terreno de juego, que consta de unas dimensiones rectangulares de 105 m x 75 m, lo que supone una superficie de 7.875 m².

Se pueden consultar los cálculos y decisiones tomadas al respecto de los siguientes puntos en el Anejo N^o 6 "Especies vegetales y suelo artificial"

- Especies vegetales

En primer lugar, se seleccionaron las especies vegetales que forman parte del mismo. Los criterios para su selección fue que tuvieran gran resistencia al pisoteo y que se adaptaran bien al clima de la zona, como rasgos principales. Con estos criterios se hizo la siguiente selección de variedades y representación de las mismas sobre el terreno:

Tabla 9: Fórmula final de las distintas variedades de cespitosas.

Variedad	% en peso
<i>Lolium perenne</i> FIESTA 4	20
<i>Lolium perenne</i> RINGLES	20
<i>Lolium perenne</i> RINOVO	30
<i>Poa pratensis</i> PRAFIN	20
<i>Poa pratensis</i> RUGBY 2	10

La decisión final de seleccionar estas variedades fue por las siguientes razones:

- Todas las especies seleccionadas se adaptan al clima del municipio.
- Todas tienen una excelente resistencia al pisoteo.
- La inversión inicial es pequeña debido a la reducida dosis de siembra de cada una de ellas.
- Todas ellas dan la posibilidad de una altura de corte entre 25 y 65 mm.
- Ninguna de ellas tiene una frecuencia de corte alta.
- Estas especies dan la posibilidad de resiembras durante todo el año y mantienen un color uniforme verde en el mismo periodo.
- En condiciones extremas como el verano RUGBY 2 y PRAFIN tienen gran resistencia a sequía-
- En condiciones de frío invernal RINOVO y RINGLES dan un crecimiento y calidad excelentes.
- Son resistentes a la mayoría de enfermedades más típicas en el área mediterránea.
- Tipo de suelo:

En cuanto al tipo de suelo a implantar, este se diseñó acorde al sistema de drenaje que posteriormente se describirá. La capa de suelo superficial, donde habitan las especies vegetales, se trata de una capa de 250 mm de arena con una granulometría comprendida entre 0 y 1 mm. Mezclada con esta arena, se incorporan, con el objetivo de mantener una cubierta de césped e impedir que la superficie se vuelva inestable. Estas se añaden en la capa de enraizamiento en un 0,3 % en masa. Además, en la mezcla, para mejorar las propiedades del suelo, se añade un 10 % de compost. Esto deja un suelo con las siguientes características:

Tabla 10: Propiedades de la capa de enraizamiento.

Propiedad	Arena 0/1 + 10 % compost
Porosidad de aire (%)	24,1
Retención de agua (%)	24,5
Conductividad Hidráulica (mm/h)	135
Materia orgánica (%)	2,8

La siguiente capa se denomina capa de sellado. Está formada por un espesor de 100 mm de una arena con una granulometría comprendida entre 2-4 mm de diámetro de partícula.

Por último, se establece una capa de grava de 150 mm, donde irán insertados los tubos dren, con una grava de tamaño 5 – 10 mm de diámetro de partícula.

Finalmente, el perfil del suelo queda del siguiente modo:

Tabla 11: Resultados de materiales y espesores del perfil del suelo artificial.

Capa	Espesor (mm)	Material	Masa (t)
Enraizamiento	250	Arena 0/1	2.953
		Partículas PP	8,86
		Compost	295,3
Sellado	100	Arena 2/4	2.048
Grava	150	Grava 5/10	1.713

5.4.4. Red de riego por aspersión.

La composición de las especies vegetales puede contener hasta un 80 - 90 % de agua. Es por ello que el riego sobre las mismas es de suma importancia para cubrir las necesidades hídricas de las mismas.

El buen aspecto de una zona verde, así como su estado vegetativo, parámetro vital en este proyecto, dependen en gran medida de la labor de riego, y más en una zona con pluviometrías bajas e irregulares como Massamagrell.

Una buena gestión y cálculo del riego del terreno de juego se hacen imprescindibles: se consigue minimizar el consumo de agua abasteciendo adecuadamente a las especies vegetales, se reducen los costes de mantenimiento, se reduce la mano de obra necesaria, etc.

Para el terreno de juego se ha seleccionado un sistema de aspersión. La distribución del mismo en parcela se puede observar en el Plano Nº 6 "Solape de aspersores".

- Necesidades hídricas.

Las necesidades de agua de las especies implantadas dependen del balance agua existente en la zona de suelo ocupada por el sistema radicular.

La metodología seguida para su cálculo, propuesta por la FAO, ha sido la siguiente:

- Cálculo de la ET_0 a partir de los datos climáticos obtenidos de la estación de Moncada-IVIA, siendo ésta la más cercana al municipio.
- Relacionar las características morfológicas y fisiológicas de las especies con la ET_0 , calculando la evapotranspiración de cultivo ET_c a partir del coeficiente de cultivo K_c .
- Obtener la precipitación efectiva mensual.
- Calcular las necesidades de riego.

De estas se obtuvieron los resultados correspondientes a las necesidades de riego totales (NR_t):

Tabla 12: Necesidades de riego mensuales (mm) para las especies vegetales.

NR _t mensuales (mm)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	34,21	42,79	68,01	87,39	114,63	148,86	163,50	136,20	75,39	49,76	25,23	19,72

Todos los cálculos al respecto de este punto se pueden consultar en el Anejo N° 7 “Necesidades de riego”.

- **Diseño de la red de riego por aspersión:**

Este sistema de riego, abarca toda la superficie del terreno de juego cubierta por cespitosas. Se parte del dato anterior de volumen mensual de agua.

A continuación, se seleccionan los aspersores que se adaptan mejor a las necesidades del césped y cada zona donde se van a situar. En el campo de fútbol se van a requerir 3 tipos de aspersores con ángulos de giro de 90, 180 y 360 grados. Con esto, y jugando con los tiempos de riego, se consigue que todas las zonas queden igual regadas y la pluviometría sea lo más homogénea posible.

Los aspersores seleccionados tienen la posibilidad de intercambiar sus boquillas para así tener un mayor rango de caudales y alcances haciendo uso del mismo emisor.

Se emplean dos aspersores de turbina con boquillas intercambiables que permiten adaptar el alcance y caudal a cada zona.

Al ser la superficie regable de 105 x 75 m, la disposición de los aspersores será en cuadrado con un marco de 15 x 15 m y un solape de diseño del 100 %.

- Aspersor tipo 1. Este aspersor se utiliza en las zonas de esquinas donde, al tener un ángulo de 90°, la pluviometría sería más alta a igual caudal aportado que en otras zonas.

Las características técnicas de este aspersor son:

Tabla 13: Características técnicas aspersor tipo 1.

Aspersor TIPO 1	
Radio de alcance (m)	8,2 – 15,3
Rango de caudales (m ³ /h)	0,34 – 2,13
Rango de presiones (kPa)	170 – 410
Pluviometría media (mm/h)	30
Trayectoria tobera (°)	25

Nº de toberas disponibles	10
Toma roscada (pulgadas)	3/4
Altura del cuerpo (cm)	18,4
Diámetro expuesto (cm)	4,4
Altura de elevación (cm)	9,2

Donde la tobera seleccionada tiene las siguientes características en cuanto a caudal, presión y alcance.

Tabla 14: Características técnicas tobera 6 mm para aspersor tipo 1.

Tobera de 6 mm			
Presión (kPa)	Alcance (m)	Q (m³/h)	P (mm/h)
250	13,9	1,63	28,9
300	14,3	1,78	31,6
350	14,8	1,95	34,6
400	15,1	2,09	37,1
410	15,3	2,13	37,9

- Aspersor tipo 2. este aspersor se utiliza en dos tipos de zonas, donde los radios de giro requeridos son de 180° y 360°.

Las características técnicas del mismo son las siguientes:

Tabla 15: Características técnicas para aspersor tipo 2.

Aspersor TIPO 2	
Radio de alcance (m)	13,4 – 23,2
Rango de caudales (m³/h)	1,52 – 7,76
Rango de presiones (kPa)	250 – 700
Pluviometría media (mm/h)	15
Trayectoria tobera (°)	25
Nº de toberas disponibles	12
Toma roscada (pulgadas)	1 (BSP)
Altura del cuerpo (cm)	20
Diámetro expuesto (cm)	5
Altura de elevación (cm)	10

Donde la tobera seleccionada tiene las siguientes características en cuanto a caudal, presión y alcance.

Tabla 16: Características técnicas tobera 13 mm para aspersor tipo 2.

Tobera de 13 mm			
Presión (kPa)	Alcance (m)	Q (m³/h)	P (mm/h)

300	14,9	2,36	10,5
350	15,2	2,55	11,3
400	15,5	2,73	12,1
450	15,5	2,90	12,9
500	15,8	3,06	13,6
550	16,2	3,23	14,4
600	16,5	3,38	15,0

Los solapes de los aspersores se pueden observar en el Plano N° 6 “Solape aspersores”

- **Dimensionado de las conducciones.**

Los cálculos realizados para su determinación se pueden consultar en el Anejo N° 8 “Diseño del sistema de aspersión”.

Seleccionados los aspersores se ha determinado la duración de los riegos para cada uno de ellos y con ellos el dimensionado hidráulico. El diseño consiste en el dimensionado de toda la instalación de riego por aspersión con los sectores principales, constituida por laterales portaaspersores de PE 100 según la norma UNE-EN-12201:2012 para Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua y para evacuación y saneamiento a presión. Polietileno (PE).

Seleccionados los aspersores, la superficie que debe cubrir cada uno de ellos, es decir, la sectorización. En los campos de fútbol se sectoriza por zonas donde la compactación del suelo por el pisoteo va a ser distinta. Con ello se consigue tener distintos tiempos de riego en cada zona evitando así los encharcamientos que pueden traer problemas de enfermedades.

La sectorización que se hace finalmente es la siguiente:

Tabla 17: Caudal y N° de aspersores por sector.

Sector	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N ^a asp	4	6	6	4	4	4	4	4	4	8
Q (m ³ /h)	8	18	18	12	12	12	12	12	12	24

*Recordar que el sector 1 corresponde a los aspersores de las esquinas, que tienen un caudal de 2 m³/h, a diferencia del resto que son de 3 m³/h.

- **Cálculo de la red hidráulica.**

Los cálculos realizados para su determinación se pueden consultar en el Anejo N° 9 “Cálculo de la red hidráulica”.

El criterio práctico que se adopta para el dimensionado de los laterales portaaspersores consiste en aceptar que toda la diferencia de presión admisible en cada subunidad (sector) se produce en el lateral. Una vez obtenido el diámetro teórico que cumple la restricción, se determina la pérdida de carga real en el lateral para el diámetro normalizado, y la diferencia de presión restante se utiliza para dimensionar la terciaria.

Los diámetros obtenidos para cada sector son los siguientes:

Tabla 18: Diámetros obtenidos y timbraje para cada sector.

Subunidad	DN _L (mm)	PN _L (Bar)	P _{0L} /γ (mca)	DN _T (mm)	PN _T (Bar)	P _{0T} /γ (mca)
1.1	40	10	39,7	-	-	-
1.2	50	10	39,8	-	-	-
2	75	10	53,3	-	-	-
3	63	10	53,3	-	-	-
4	50	10	53,9	-	-	-
5	32	10	53,3	75	10	55,2
6	32	10	53,3	75	10	55,1
7	32	10	53,3	63	10	55,1
8	32	10	53,3	75	10	54,9
9	32	10	53,3	63	10	55,4
10	32	10	50,4	75	10	58,3

La justificación del uso de **PN10** para todos ellos pese a que en ningún tramo se alcanza ninguna presión superior a 10 bares es porque, la presión nominal anterior que existe es PN6 y ésta es demasiado cercana a la presión más alta que se da en la instalación de 5,83 bar.

- **Colocación en las zanjas:**

En el **interior del campo** las tuberías se van a colocar en zanjas de 0,5 m de profundidad sobre una cama de arena de 0,05 m de 1 mm de diámetro donde apoyarán las tuberías. Sobre éstas se extenderá una capa de grava de 3 mm de diámetro con 0,13 m de profundidad. El resto hasta la superficie se rellena con el mismo material de la **capa de enraizamiento**. En las zanjas en las que sea necesario poner más de una tubería se dejarán 3 cm de separación entre ellas como mínimo y 2 cm como mínimo de la pared de la zanja.

En la zona de **salida del cabezal** como se encuentran en una zona con posibles fugas por la gran cantidad de codos que existen, esta zanja no se va a cubrir con arenas o gravas, sino que, para un mejor y rápido acceso en caso de necesidad, se van a cubrir con placas alveolares de hormigón prefabricado quedando la parte superior de la losa a la altura de la calle. A esta se le añade una cobertura de 5 cm de hormigón con armadura a negativos para

evitar la retracción. Con esta solución la zanja queda accesible y pisable para el público asistente.

Estas placas tienen un ancho constante de 1,20 m y su longitud se demanda a fabrica. En este caso, la longitud requerida por las mismas es de 2,10 m y se requerirá de un total de 2 placas iguales para cubrir toda la zanja. Bajo las conducciones se colocará una capa de arena de 1 mm de diámetro con un espesor de 5 cm. Para las conducciones se utilizarán codos de los diámetros requeridos de PE.

Los detalles de las mismas y su disposición en parcela se pueden observar en el Plano N^o 7 "Instalación de riego".

- **Tubería de impulsión:**

Los cálculos realizados para su determinación se pueden consultar en el Anejo N^o 11 "Cálculo del sistema de impulsión".

Para el dimensionado de la tubería de impulsión que parte de la bomba hasta el hidrante que divide el caudal en sectores, se ha utilizado el método de la serie económica, que consiste en determinar el D_i de la conducción a partir de criterios técnico-económicos. El material que se selecciona para esta impulsión es el Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O) que sigue la norma UNE-ISO 16.422:2.015 para Tubos y uniones de poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión.

Los parámetros técnico-económicos que se han tenido en cuenta a la hora del dimensionado de este tramo de conducción son los siguientes:

- Caudal a impulsar (Q)
- Altura geométrica de la impulsión (H_g)
- Longitud de la impulsión (L)
- Material de la conducción
- Tiempo de funcionamiento anual (T)
- Tiempo de funcionamiento en distintas franjas horarias (T_p, T_L, T_V)
- Coste medio de la energía (P)
- Rendimiento estimado del grupo de bombeo (η)
- Coeficiente mayorante de pérdida de carga localizadas (K_m)
- Vida útil de la inversión (t)
- Interés del capital ajeno (r)

Y se utilizaron los siguientes valores en los cálculos.

Tabla 19: Parámetros técnico - económicos.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Q (m³/h)	24	P (€/kWh)	0,089
H_g (m)	2	η (%)	70
L (m)	7	K _m	1,1
Material	PVC-O	t (años)	15
T (horas)	574	r (%)	5,0

Finalmente, después de todos los cálculos pertinentes realizados se obtuvo la siguiente función objetivo para determinar el diámetro óptimo (D_{opt}):

$$D_{opt} = 0,0756 m$$

Seleccionándose la solución comercial:

$$\text{Impulsión} = DN 90 PVC - O - PN 16 (D_i = 85,4 mm)$$

- **Tubería de aspiración:**

Se trata de un tramo muy corto de conducción, que se traza desde el depósito de almacenamiento, a una altura de 0,5 m sobre la solera del mismo, llegando hasta la arqueta que se sitúa a su lado, donde están ubicadas las bombas.

Por tanto, para simplificar los cálculos se va a tomar el mismo DN que se utiliza para la impulsión y las pérdidas de carga se consideran despreciables.

$$\text{Aspiración} = DN 90 PVC - O - PN 16 (D_i = 85,4 mm)$$

5.4.5. Cabezal de riego.

El cabezal de riego es el elemento principal de la instalación, ya que permite el control y automatización de la instalación en su conjunto al incluir los mecanismos necesarios para ello, además del equipo de filtrado e inyección de fertilizantes.

Está formado por un conjunto de dispositivos situado aguas arriba de la instalación, y que cumple con las tareas de incorporar fertilizantes, filtrar el agua, regular presiones y ejecutar los programas de riego.

El cabezal estará situado junto a la esquina sur-este del terreno de juego en una caseta de hormigón armado que se construye para tal fin.

El agua empleada en el riego será obtenida de la red de aguas no potables que el Ayuntamiento de Massamagrell dispone para el riego de zonas verdes públicas. Además,

se podrán captar aguas pluviales que se recojan en el recinto a partir del sistema de drenaje y evacuación que se ha diseñado.

Los cálculos realizados para el dimensionado de todos los equipos que componen el cabezal de riego se pueden consultar en el Anejo N° 13 “Cabezal de riego. Elementos”.

En el Plano N° 10.1 “Alzado cabezal” y el Plano 10.2 “Planta cabezal” se pueden observar la disposición de los elementos que lo componen.

En el cabezal se encuentran los siguientes elementos:

- Grupo de bombeo:

Debido a que los sectores que se han diseñado sobre el terreno de juego presentan cierta heterogeneidad en caudal y presión requerida, se han tenido que colocar 3 equipos de bombeo para poder satisfacer las necesidades de todos y que los rendimientos de los equipos no sean muy bajos.

Con el fin de obtener equipos optimizados, todos ellos llevarán incorporados variadores de frecuencia que harán oscilar la velocidad de giro nominal de la bomba en función de las necesidades en cada sector. Esto permite agrupar diferentes sectores, que tienen una demanda de caudales similares, con la misma bomba. Hay que tener en cuenta que la variación de la velocidad nominal de giro acarrea una disminución del rendimiento de la bomba, por ello, se establece como límite para este proyecto una disminución máxima de un 15 % de su velocidad nominal y un aumento máximo de su velocidad nominal del 20 %.

Se determinó par cada uno de los sectores las necesidades de presión teórica a partir del siguiente balance de energía:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Donde ΔZ es la diferencia de cotas entre el campo de fútbol y la solera de la arqueta donde se sitúa el equipo de bombeo. Con los valores de potencia requerida se seleccionaron los equipos de bombeo obteniendo el siguiente resultado.

○ **Bomba 1**

Esta bomba, actuará siempre con velocidad variable. Abastecerá ella sola al sector 1, funcionando por debajo de su velocidad nominal, y al sector 10 junto con la bomba 3, funcionando por encima de su velocidad nominal.

Los parámetros de interés de la bomba para poder abordar el dimensionado son los siguientes:

- Velocidad nominal: 3.600 r.p.m.
- Diámetro conexiones: Rp 1 ¼
- Frecuencia alimentación: 50 Hz
- Tensión nominal: 3 X 380 – 500 V
- Cos φ : 0,93 – 0,87

○ **Bombas 2 y 3**

Estas dos bombas tendrán características idénticas. Abastecerán a los sectores 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Se selección se ha basado en las necesidades máximas que deben ser capaces de aportar.

Todo el dimensionado se podría plantear con una única bomba de estas características, pero en el caso de que esta fallará en algún momento, las características que adopta la bomba 1 no permitirían el riego de la mayoría de sectores, por ello, se colocan estas dos bombas. Además, aprovechando que se tienen 2 iguales, se van a repartir las horas de funcionamiento de estos para que no sufra una de ellas más desgaste que la otra.

Los parámetros de interés de la bomba para poder abordar el dimensionado son los siguientes:

- Velocidad nominal: 3.600 r.p.m.
- Diámetro conexiones: G 2
- Frecuencia alimentación: 50 Hz
- Tensión nominal: 3 X 380 – 500Y V
- Cos φ : 0,87 – 0,82

Con ellas, se obtuvieron os siguientes resultados de funcionamiento en cada uno de los sectores, ajustando siempre el caudal y presión a las necesidades reales:

Tabla 20: Resumen de resultados para las condiciones de funcionamiento.

Sector	Bomba	Q PF (m ³ /h)	α	n` (r.p.m.)	μ (%)	P (W)
1	B1VV	8	0,968	3.485	59,96	1.902
2	B2VV	18	0,997	3.589	65,88	4.900
3	B2VV	18	0,997	3.589	65,88	4.900
4	B2VV	12	0,936	3.370	58,79	3.693
5	B2VV	12	0,945	3.402	62,96	3.450
6	B3VV	12	0,944	3.398	62,99	3.510
7	B3VV	12	0,944	3.398	62,99	3.510
8	B3VV	12	0,943	3.395	63,01	3.500
9	B3VV	12	0,946	3.406	62,94	3.528
10	B1VV+B3VF	10,23/13,77	1,185/VF	4.266/3.600	58,37/64,63	7.852

- **Sistema de filtrado:**

Debido a que las aguas con las que se cubren las necesidades, en su mayoría, proceden de aguas no potables se debe garantizar el correcto funcionamiento de la instalación al aplicarlas y que con el paso del tiempo no se produzcan obturaciones innecesarias por materiales residuales disueltos en el agua.

Para ello, se han dispuesto en el cabezal de riego, a la salida del equipo de bombeo los siguientes elementos de filtrado:

o **Hidrociclones:**

Se encarga de eliminar las partículas minerales de diámetros superiores a 0,1 mm. Para su selección se ha empleado el mayor caudal que va a circular por la instalación, correspondiente al sector 10, con 24 m³/h. Realizando los cálculos pertinentes se obtiene el siguiente resultado:

- Caudales recomendados: 7 – 17 m³/h
- Diámetro entrada/salida: 2" (5,08 cm)
- Peso: 20 kg
- Volumen depósito: 10 L
- Presión máxima de trabajo: 80 m.c.a.
- Conexiones: 2" RM
- Conexiones purga depósito: 1" RH

Todos los cálculos para el hidrociclón seleccionado en la hipótesis han sido satisfactorios por lo que se deja como solución:

2 hidrociclones en paralelo de 12 m³/h con un depósito de acumulación de 10 L

o **Filtro de arena:**

Se trata de un dispositivo metálico, parcialmente lleno de arena, en el cual se fija por adherencia la materia orgánica y quedan retenidas en sus poros las partículas sólidas que previamente estaban disueltas en el agua de riego.

El filtro de arena seleccionado es el siguiente:

- Caudales recomendados: 8 – 35 m³/h
- Diámetro de entrada/salida: 2" (5,08 cm)
- Peso: 70 kg
- Diámetro cuerpo: 20" (51,2 cm)
- Superficie de filtrado: 0,206 m²
- Conexiones: 2" RH

La arena seleccionada para actuar como lecho filtrante es la siguiente:

Tabla 21: Granulometría de la arena utilizada.

Tamiz (mm)	Peso retenido (%)	Tamiz (mm)	Peso retenido (%)	Tamiz (mm)	Peso retenido (%)
2,5	0	1	27,20	0,35	0,95
2	5,50	0,8	9,10	0,25	0,75
1,5	26,50	0,63	4,05	0,20	0,20
1,25	24,40	0,5	1,35	0,125	0,10

Que tiene un diámetro medio ponderado de:

$$d = 1,19 \text{ mm}$$

Que provocan unas pérdidas de carga a filtro limpio de:

$$\Delta H = 0,49 \text{ m.c.a.} < 2 \text{ m.c.a. } \textit{correcto}$$

Todos los cálculos para el filtro de arena seleccionado en la hipótesis han sido satisfactorios por lo que se deja como solución:

$$2 \text{ filtro de arena en paralelo de } 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

○ **Filtro de malla:**

La función del filtro de malla es la de retener todo tipo de partículas de carácter inorgánico u orgánico no filamentosas o elásticas. Su eficiencia suele ser alta, aunque varía en función del tipo de contaminantes. Se situarán filtros de malla a continuación de cada uno de los filtros de arena.

El filtro seleccionado para evaluar es el siguiente:

- Caudales recomendados: 6 – 150 m³/h
- Diámetro de entrada/salida: 3" (5,08 cm)
- Peso: 86 kg
- Presión máxima de trabajo: 100 m.c.a.
- Presión de trabajo mínima: 20 m.c.a.
- Área de filtrado: 1.500 cm²
- Duración del ciclo de lavado: 15 seg.

Se evalúa con el caudal máximo y se pone como criterio que las pérdidas de carga a filtro limpio no superen los 2 mca siendo estas de 0,2 mca a filtro limpio.

Todos los cálculos para el filtro de malla seleccionado en la hipótesis han sido satisfactorios por lo que se deja como solución:

2 filtro de malla en paralelo de $12 \text{ m}^3/\text{h}$

- Sistema de inyección de fertilizantes:

Se trata del sistema que permite la incorporación de fertilizantes al agua de riego con el fin de que se distribuyan en toda la superficie regada. Para poder dimensionar esta parte del cabezal en primer lugar se deben conocer que tipos de abonos se van a incorporar en el riego, para obtener el número de tanques a colocar en el cabezal además de conocer cuál será el caudal máximo de estos para poder dimensionar la bomba inyectora que los llevará a mezclarse con el agua de riego.

El caudal máximo obtenido se da en el mes de octubre adoptando un valor de $0,365 \text{ m}^3/\text{h}$ de fertilizante, el caudal que debe ser capaz de aportar la misma deberá ser igual o mayor.

Por tanto, se selecciona una bomba dosificadora de pistón, desplazamiento positivo para la dosificación de productos químicos con alto rendimiento y precisión. Fabricación especial para inyección de productos en red hidráulica en sectores alimentarios y de agricultura.

Donde sus características técnicas son las siguientes:

- Caudal máx: 500 L/h
- Presión de trabajo: 7,5 bar.
 - o Hidráulica:
 - Conexión: L (3/4" - 6X12) / M (3/4")
 - o Eléctrica:
 - V: 230 / 400 Vac 3ph 50/60Hz, 110/230 Vac 1ph 50/60Hz, 12/24Vdc
 - P: 0,37 kW
 - Protección: IP55 clase F
 - o Materiales:
 - Cilindro: P.P / AISI 316 / PVDF / PTFE
 - Membrana: PTFE en base de elastomero reforzado con fibra
 - Pistón: Cerámica / PEUHMW Estanqueidad: FPM
 - Válvula (cuerpo): P.P / AISI 316 / PVDF / PTFE
 - Válvula (bola): Vidrio / Vidrio borosilicato / Cerámica
 - Bloque: Fundición aluminio
 - o Peso: 10 kg

- Valvulería:

Como válvulas de maniobra se ha recurrido al uso de **electroválvulas**, con objeto de automatizar el riego de los distintos sectores que componen el campo de fútbol mediante el equipamiento de un solenoide que permite la maniobra de apertura y cierre de forma automática.

Además, se han instalado válvulas de esfera manuales en la salida del colector con la finalidad de que si se presenta una avería de algún tipo de la red pueda seguir funcionando el sistema de riego.

Se instalan 1 ventosa en el punto más alto del cabezal, coincidiendo con el punto más alto de toda la red de riego. Su misión es evacuar el aire de la tubería de impulsión en proceso de llenado y a la entrada del mismo durante su vaciado, así como eliminar la acumulación de otros gases cuando la red este bajo presión.

- **Automatización:**

La automatización del sistema de riego se lleva a cabo a través de un programador electrónico secuencial, de modo que, una válvula se abre en el momento en que otra se cierra, por lo que la programación se realiza introduciendo los tiempos de riego y la hora de comienzo de cada ciclo de riego. El mismo permite varios ciclos diarios de riego distintos, lo que admite una programación al largo plazo.

- **Mantenimiento:**

Se realizarán tratamientos preventivos frente a las precipitaciones de productos químicos y frente a la presencia de microorganismos como bacterias y algas.

Se efectuará, como mínimo, una limpieza por temporada de riego y siempre y cuando se considere necesario por parte del equipo de mantenimiento de la instalación.

Se realizarán controles periódicos de la presión a través del manómetro instalado a la entrada del colector de salida, así como revisiones de los aspersores que hayan sufrido algún tipo de irregularidad.

5.4.6. Red de drenaje y evacuación de aguas pluviales.

La disposición del recinto deportivo dificulta de forma considerable la evacuación de las aguas de lluvia, pudiendo provocar encharcamientos prolongados dejando la instalación fuera de su uso normal, al ser demasiado plana sin apenas desniveles. Por tanto, es preceptivo diseñar una red de captación y evacuación de aguas pluviales que se reutilizarán sirviendo como haga de riego de la superficie de césped del terreno de juego.

Para tal fin, se ha diseñado una red separativa que recoge, por un lado, las aguas del terreno de juego mediante una red de drenaje en profundidad a partir de tubos dren, y, por

otro lado, una red colectiva de recogida de aguas pluviales en el resto de la parcela para todas las zonas pavimentadas a partir de imbornales y colectores que desembocan todos ellos, en el depósito de almacenamiento enterrado, que se definirá más adelante en este mismo punto.

En el diseño, cálculo, construcción y control de la red de drenaje se ha seguido el documento básico del Código Técnico de la Edificación "DB-HS Condiciones de salubridad", las normas NTE-ISS (Norma Tecnológica en la Edificación, "instalaciones de salubridad. Saneamiento") y NTE-ASD (Norma tecnológica en la Edificación, "instalaciones de salubridad. Alcantarillado") respectivamente, la instrucción 5.2 I.C. (Instrucción de carreteras) "Drenaje superficial".

Los cálculos realizados para su determinación se pueden consultar en el Anejo Nº 14 "Red de evacuación de aguas pluviales".

La información gráfica al respecto se encuentra en el Plano Nº 11 "Evacuación de aguas pluviales".

- **Red de drenaje terreno de juego.**

Es uno de los puntos más determinantes del proyecto. Con el diseño de una buena red de drenaje se consigue evitar que se quede la superficie inutilizada. El diseño que se ha planteado ha sido a partir de un estudio de la pluviometría punta de la zona, que es de 85 mm/h, calculado a partir del Método racional.

Con la red de drenaje se pretende evacuar el agua procedente de la lluvia del terreno de juego con el objetivo de evitar encharcamientos prolongados en la superficie vegetal. Dicha red funciona por gravedad sin necesidad de requerir un sistema de bombeo ya que el punto de desemboque en el depósito está a una cota menor.

Esta red está compuesta por tuberías de drenaje o drenes que eliminan el agua que infiltra en el suelo. Para ello en primer lugar se confecciona un perfil del suelo, lo suficientemente permeable como para eliminar la precipitación punta en 1 hora. El perfil de suelo que se diseña es el siguiente:

Tabla 22: Características de las capas de la red de drenaje.

Capa	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	K_i (m/día)	K_h (m/día)	Porosidad (%)	Porosidad media (%)
Enraizamiento	250	0 - 2	720	1.920	18	22,4
Sellado	100	2 - 4	2.400		22	
Grava	150	5 - 10	3.600		30	
Total Perfil	500	-			-	

A partir de la conductividad hidráulica calculada se obtiene, con la ecuación de Glover - Dumm una distancia entre tubos dren de 15 m con DN 50 mm PVC colocados con una pendiente del 4 % hacia los colectores desde el punto medio de cada dren. Se requieren un total de 20 drenes de 52,5 m.

Se colocan en total 3 colectores en todo el terreno de juego. Dos de ellos en los extremos que recogerán el agua de 5 colectores completos y el central que tomará el agua de 10 colectores. Estos se colocan con pendiente descendente del 0,4 % en el sentido de flujo del agua. Los colectores que se obtienen son los siguientes:

Tabla 23: Mediciones y diámetros de los colectores de la red de drenaje del terreno de juego..

Colector	Disposición	DN colector (mm)	L colector (m)
C-1	Este	400	75
C-2	Central	500	75
C-3	Oeste	400	75

Por último, estos tres colectores desembocan en un principal. Este se coloca paralelo a la banda sur del terreno de juego, a una distancia de 2 m con una pendiente descendente del 0,4 % en el sentido del flujo de agua obteniéndose un **DN de 630 mm**, llegando finalmente éste a desembocar al depósito de almacenamiento de aguas pluviales.

- **Red de evacuación de aguas pluviales superficial:**

Con esta red, anexa a la anterior, se pretende evacuar el agua procedente de lluvia con el objetivo de evitar encharcamientos prolongados en las zonas pavimentadas.

La red funciona por gravedad sin necesidad de utilizar grupo de bombeo ya que la cota de la lámina libre del depósito de almacenamiento se encuentra a una cota menor.

En todos los viales se ha dispuesto una pendiente transversal del 2 % en el sentido de la red de evacuación y una pendiente longitudinal máxima del 3 % en el mismo sentido.

Para recoger el agua de lluvia se colocarán imbornales en los laterales de los viales. Para la distribución de los mismos en parcela se ha tenido cuidado especial en que no queden puntos bajos y aislados sin drenar. Estos, por regla general, se colocan cada 12 x 12 m, estando más juntos en zonas que lo requieren por geometría de la parcela. En el Plano Nº 11 "Evacuación de aguas pluviales" se puede observar la disposición de todos ellos.

La red está compuesta por tuberías de PVC corrugadas, conectadas entre sí por arquetas, donde se sitúan los imbornales.

De igual manera que anteriormente, se ha utilizado el Método Racional para evaluar el caudal de lluvia a evacuar, siendo este de 85 mm/h en el caso más desfavorable para esta zona geográfica.

Los colectores se dimensionan a partir del área en superficie que abarca cada uno de ellos, tal y como indica el DB-HS-5, obteniéndose un total de 7 líneas de colectores secundarios que se abastecen a partir de distinto número de imbornales.

Tabla 24: Número de imbornales por línea de desagüe.

Línea	Nº imbornales
L1	11
L2	11
L3	11
L4	11
L5	11
L6	9
L7	9

Estas líneas de evacuación desembocan en distintos colectores. A continuación, se exponen los colectores que abarcan a cada una de las líneas y el diámetro nominal requerido en función del área total abarcada.

Tabla 25: Diámetros de los colectores de la red de aguas pluviales.

Colector	Líneas	DN (mm)
CP1	L1+L2+L7+6 imbornales	500
CP2	L3+L4+4 imbornales	400
CP3	L5+L6+5 imbornales	400

Todos ellos se proyectan con una pendiente descendente del 0,4 % en el sentido del flujo del agua.

Las zanjas en las que se colocan tanto tuberías de drenaje como colectores de evacuación son de canto variable en función de la pendiente de cada zona.

Como norma general, el ancho de la zanja será de 15 cm + el \emptyset exterior de cada una de las conducciones repartiendo esos 15 cm entre ambos lados. No se crearán taludes al tratarse de profundidades pequeñas.

Una vez instalada la tubería se cubrirá con el mismo material que se extraje para su colocación, no siendo necesario en este caso un tipo de suelo seleccionado.

- **Arquetas.**

Cada uno de los imbornales ira sobre una arqueta por la que cruzara, abierta en su parte superior, la tubería de drenaje o colector en cada caso. Se deberá tener en consideración que la profundidad de los mismos varía en función del tipo de colector y de lo cerca que este del depósito de almacenamiento, siendo así su canto variable. Sus dimensiones fijas serán:

- 15 cm de HM-20 desde la solera hasta donde apoya la arqueta sobre el suelo de la parcela.
- 15 cm en la superficie de asfalto en el caso de los imbornales del parking y 12 cm para el resto.
- La tubería dren o colector cruzará por la misma con una pendiente de 0,4 %

Para que el imbornal pueda apoyar sin quebrar el hormigón en masa, se colocan unos cercos metálicos galvanizados L de dimensiones de 4 mm de espesor dejando 5 mm de separación entre el imbornal y el mismo.

En el hormigón en masa, se coloca una armadura de reparto vertical y longitudinalmente a 7,5 cm del espesor (e =15 cm) de $\phi 8$ cada 10 cm.

El tubo se coloca sobre una fina capa de 5 cm de mortero de pendientes con la misma pendiente que trae el tubo, 0,4 %.

- **Depósito de almacenamiento de aguas pluviales.**

Con el fin de otorgarle al proyecto un grado mayor de sostenibilidad y aprovechamiento de los recursos disponibles, se proyecta un depósito de acumulación de aguas pluviales. Las aguas que llenarán el depósito provienen de la red de drenaje del terreno de juego y de la red de evacuación de aguas pluviales de la parcela completa.

En el Anejo N° 10 “Cálculo del depósito de almacenamiento” se pueden consultar todos los cálculos para la determinación de su volumen y construcción.

En el Plano N° 8 “Depósito de almacenamiento” se puede consultar la información gráfica al respecto.

El volumen de almacenamiento con el que cuenta es de 350 m³ teniendo unas dimensiones interiores de 9,4 x 9,4 x 4,5 m. El fluido para el que está dimensionado es agua dulce con una densidad de 1000 kg/m³. El criterio de dimensionado es por fisuración menor a 0,1 mm.

o **Estructura.**

Se trata de un depósito de sección cuadrada que se construye en hormigón armado HA-30/B/20/I y barras de acero corrugado B-400-S. Del dimensionado se obtiene que el depósito requiere de un espesor de paredes y solera de 45 cm.

Para que en su parte superior sea transitable se cubre con un forjado de placas alveolares de hormigón prefabricado HP-45/P/12/IIa de 40 cm de canto, cubierto con una capa de compresión de HA25/B/16/IIa de 5 cm con un mallazo electrosoldado de $\phi 5$ a 20×20 cm de acero corrugado B-500-S.

o **Acabados.**

Para poder acceder al interior del depósito y poder realizar tareas de limpieza y reparaciones en el caso de que fuera necesario, en la cubierta se va a dejar un hueco, conocido como *Paso de hombre* de forma cuadrada en una de las esquinas. Para ello, se va a recortar una de las placas alveolares una distancia de 1,20 m de longitud.

Ésta ahora se sujetará en las placas anexas que tenga, mediante un perfil omega conformado en frío de 2,5 mm de espesor, con solamente 10 kg/m^2 de repercusión en las placas anexas. Por tanto, no es preceptivo someterla a nuevos cálculos y comprobaciones.

Se coloca una escalera insertada en el muro a base de perfiles de acero S275JR en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series HEM, estructura soldada.

Para su impermeabilización se recubrirá la pared interior y la solera mediante revestimiento elástico a base de polímeros y pigmentos, con un rendimiento de $0,8 \text{ kg/m}^2$, aplicado en tres manos, sobre una mano de imprimación a base de resinas acrílicas

- **Arqueta de bombeo**

El equipo de bombeo anteriormente citado se va a situar en cámara seca. Para ello, se dimensiona una arqueta de bombeo donde se albergarán los equipos necesarios para ello. Esta arqueta estará enterrada junto al depósito de almacenamiento, del cual captará el agua a través de la tubería de aspiración (DN 90)

En el anejo N° 12 "Cálculo de la arqueta de bombeo" se pueden consultar todos los cálculos para la determinación de sus dimensiones y construcción.

En el Plano N° 9 "Arqueta de bombeo" se puede consultar la información gráfica al respecto.

Las dimensiones interiores del mismo son $4,5 \times 4,5 \times 4,5$ m. El criterio de dimensionado es por fisuración menor a 0,1 mm. Se dimensiona como si el habitáculo estuviera anegado

de agua dulce, partiendo de la base de que por rotura de alguna conducción puede ocurrir lo mencionado.

- **Estructura.**

Se trata de una arqueta de sección cuadrada que se construye en hormigón armado HA-30/B/20/I y barras de acero corrugado B-400-S. Del dimensionado se obtiene que el depósito requiere de un espesor de paredes y solera de 30 cm.

Para que en su parte superior sea transitable se cubre con un forjado de placas alveolares de hormigón prefabricado HP-45/P/12/IIa de 20 cm de canto, cubierto con una capa de compresión de HA-35/AC/10/IIIa de 5 cm con un mallazo electrosoldado de $\phi 5$ a 20 x 20 cm de acero corrugado B-500-S.

- **Acabados**

Para poder acceder al interior de la arqueta y poder realizar tareas de limpieza y reparaciones en el grupo de bombeo o tuberías en el caso de que fuera necesario, en la cubierta se va a dejar un hueco, conocido como *Paso de hombre* de forma cuadrada en una de las esquinas. Para ello, se va a recortar una de las placas alveolares una distancia de 1,20 m de longitud.

Ésta ahora se sujetará en las placas anexas que tenga, mediante una estructura de acero de forma omega, con solamente 1 kg/m² de repercusión en las placas anexas. Por tanto, no es preceptivo someterla a nuevos cálculos y comprobaciones.

Para su impermeabilización se recubrirá la pared interior y la solera mediante revestimiento elástico a base de polímeros y pigmentos, con un rendimiento de 0,8 kg/m², aplicado en tres manos, sobre una mano de imprimación a base de resinas acrílicas.

Se coloca una escalera insertada en el muro a base de perfiles de acero S275JR en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series HEM, estructura soldada.

- **Bomba de achique**

Se coloca una bomba de achique en su interior. La bomba seleccionada es una electrobomba sumergible para achique de aguas limpias o ligeramente cargadas, construida en hierro fundido, con una potencia de 1,9 kW, para una altura máxima de inmersión de 20 m, temperatura máxima del líquido conducido 40°C, tamaño máximo de paso de sólidos 6 mm, con cuerpo de impulsión, impulsor, carcasa y tapa del motor de hierro fundido GG25, eje del motor de acero inoxidable AISI 420, cierre mecánico de carburo de silicio/silicio, motor asíncrono de 2 polos, aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, protección IP 68, cable de conexión y cuadro eléctrico con doble

condensador e interruptor automático magnetotérmico, kit de descenso y anclaje automático; conectada a conducto de impulsión de aguas residuales realizado con tubo de PVC.

5.4.7. Instalación eléctrica y de alumbrado.

La instalación eléctrica del recinto deportivo ha sido diseñada para cubrir las necesidades de iluminación exterior e interior, así como de equipos de fuerza, tomas de corriente y demás aparatos eléctricos o electrónicos utilizados.

Los cálculos sobre este punto se pueden consultar en el Anejo N° 21 “Instalación eléctrica en BT”.

La información gráfica referente a este punto se puede consultar en el Plano N° 18.1 “Instalación eléctrica. Interior”, Plano N° 18.2 “Instalación eléctrica. Exterior”, Plano N° 18.3 “Torres iluminación” y Plano N° 18.4 “Esquema unifilar”.

Se puede dividir en dos partes:

- Instalación interior: consta de la iluminación de los dos edificios, cabezal y servicios, con sus tomas de corriente y en el caso particular del cabezal, bombas y electroválvulas.
- Instalación exterior: exclusivamente diseñada para el alumbrado exterior dividiéndose en distintas zonas, como parking, viales, gradas y torres de alumbrado del terreno de juego, donde se tienen las mayores exigencias de potencia de la instalación.

La instalación eléctrica parte de un centro de transformación de abonado que se sitúa en el interior de la parcela, concretamente en la parte oeste de la misma, junto al edificio de servicios. El centro de transformación proviene de la red de media tensión del municipio que entra al recinto enterrada conectándose a la parte de alta del trafo. Por las necesidades de potencia, el trafo es de 630 kVA.

El esquema de distribución es el esquema TT al que hace referencia el REBT en la IT-08. De esta manera la instalación receptora está conectada a una toma de tierra separa de tierra de alimentación a partir de un conductor de protección.

La alimentación a los 5 cuadros que se reparten por el recinto se hace desde el cuadro principal, ubicado en una pequeña caseta anexa al CT. Se realiza dicha conexión de cobre aislado para 0,6/1kV que cumple la norma UNE-HD603. Todas las líneas entre cuadros serán trifásicas con una tensión de 400 V.

El alumbrado interior se realiza con cables unipolares de cobre, aislados con cubierta flexible de XLPE, que se colocarán en el falso techo de los edificios. La corriente será de 230

V, siendo la tensión de llegada al cuadro de 400 V, por lo que en cada cuadro secundario deberá existir un transformador 400/230 V.

- **Instalación interior.**

El nivel de iluminación de cada local está normalizado en las NTE-IEI y depende de la actividad a la que se destina. Tras hacer un estudio luminotécnico de cada uno de los locales, se han definido las luminarias a utilizar, donde se colocarán tubos fluorescentes de 24 W, uno por luminaria. Las tomas de corriente serán de 3 kW.

La potencia aparente total instalada en locales interiores es de **146.440 VA**

Las secciones de las instalaciones interiores se han calculado por tramos siguiendo 3 métodos: sección por calentamiento, sección por caída de tensión máxima admisible y sección por cortocircuito.

- Para el dimensionado de las líneas interiores mediante el criterio de **calentamiento** se aplica la instrucción ITC-BT-19 para instalaciones interiores o receptoras, caso de conductores aislados de cobre en empotrados en pared o en molduras con aislamiento de XLPE.
- Para el criterio de **caída de tensión** se ha seguido la ITC-BT-19. La sección debe cumplir que la línea, entre el origen de la instalación de ese conductor y cualquier punto de la instalación, a caída de tensión sea menor del 3 % para alumbrado y 5 % para receptores de fuerza.
- Para el criterio de **cortocircuito** se hace uso de la ITC-BT-19 donde la sección que se obtenga tiene que ser capaz de soportar los efectos de la intensidad de cortocircuito máxima, que es función del tipo de instalación aguas arriba.

- **Alumbrado exterior del recinto.**

La distribución del alumbrado exterior en el recinto deportivo se realiza en función del nivel de iluminación requerido en cada zona, tal y como se describe en el anejo XX "Instalación eléctrica y alumbrado". Se definen los elementos elegidos para la iluminación en los siguientes puntos:

- Se han elegido lámparas fluorescentes por su buen rendimiento y elevada durabilidad adoptando en todos los casos una potencia de 54 W monofásicas. estas se utilizan en las zonas de la grada, viales y parking.
- La luminaria elegida adopta una distribución de luz radialmente simétrica, con luminaria cilíndrica de 140 mm de diámetro y 6.000 mm de altura, columna cilíndrica de plástico de 2600 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W, con cuerpo de aluminio inyectado.

- La columna se fija mediante un cubo de hormigón armado realizado in situ y pernos de anclaje. La cimentación debe prever la ranura para la conexión eléctrica. Este elemento no necesita ningún mantenimiento.
- Para el caso del terreno de juego se toman lámparas monofásicas (220 V) de 2.000 W con un rendimiento luminoso de 107 lum/W situadas en postes de acero de 25 m de altura.

El cálculo para la distribución de luminarias se ha realizado según lo indicado en el Reglamento de eficiencia energética, aprobado por el R.D. 1890/2008, en el que se indica el nivel medio de iluminación en servicio requerido para cada lugar.

- **Gradas:** Clase de alumbrado S1 (Tabla 4 del ITC-EA-02 para una situación de proyecto C1 y un tráfico alto). 15 lux.
- **Parking:** Clase de alumbrado S1 (situación de proyecto C1, tráfico alto y clase de alumbrado S1). 20 lux.
- **Viales:** Clase de alumbrado S2 (10 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones normal y clase de alumbrado S2). 10 lux.

En el caso del terreno de juego, requiere de un trato especial el dimensionado de su iluminación. La norma UNE 12193 indica los niveles de iluminación de las instalaciones deportivas en función del uso, clasificando el alumbrado en tres tipos basándose en el nivel de competición siendo el de esta de Alumbrado Clase II: Competición de nivel medio. 400 lux.

El resultado del cálculo en cada caso es el siguiente:

Tabla 26: Resumen características iluminación exterior.

Lugar	Nº lámparas	Disposición	S (m)	P (W)
Grada	14	Unilateral	7,5	756
Parking	69	Bilateral	5,8	3.726
Viales	34	Unilateral	7	1.836
Terreno de juego	20 x 4	Postes bilaterales	100	160.000
TOTAL	-	-	-	164.248

Una vez distribuidas las luminarias por la zona exterior de la parcela, se han trazado los circuitos que distribuyen la energía por toda la parcela, calculando la potencia para cada línea.

A continuación, se calculan las secciones de los distribuidores y de las distintas líneas de acuerdo a tres criterios: sección por calentamiento (ITC-BT-07 para cables conductores de cobre y asilamiento XLPE), sección por caída de tensión (según ITC-BT-19 y considerando una caída de tensión máxima de 3 % para alumbrado exterior), y sección por cortocircuito. Se elige el criterio que devuelve la sección más desfavorable.

Las derivaciones a las farolas estarán compuestas por conductores de sección mínima de 2,5 mm², tal y como nombra ITC-BT-09.

El cálculo de las secciones finales se puede ver en el Anejo Nº 21 “Instalación eléctrica en BT”. La disposición de las luminarias en la parcela se puede ver en el Plano Nº 18.2 “Instalación eléctrica. Exterior”

- **Elementos de protección y maniobra.**

Los elementos de protección y maniobra se detallan en el Anejo Nº 21 “Instalación eléctrica en BT”. En el Plano 18.4 “Esquema unifilar” se define su colocación en cada línea.

5.4.8. Instalación de fontanería.

La instalación de fontanería es la red de agua potable del recinto deportivo para el consumo humano. Los distintos servicios de las edificaciones se abastecen de agua potable a través del mismo. La instalación completa de fontanería pertenece al edificio de servicios, el cual se abastece a través de la red pública de agua potable del municipio valenciano de Massamagrell que se circula por la calle donde se encuentra el recinto.

En el Anejo Nº 22 “Instalación de fontanería y A.C.S.” se pueden consultar los resultados relativos a este punto.

La información gráfica se adjunta en e Plano Nº 19.1 “Instalación fontanería. Planta”, Plano Nº 19.2 “Instalación fontanería. Esquema” y Plano Nº 19.3 “Instalación fontanería. Vista 3D”

- **Exigencias mínimas.**

Con esta instalación se quiere otorgar al edificio un nivel de confort en este sentido alto, teniendo unas mínimas exigencias en cada punto de consumo. Se aseguran los abastecimientos en función del tipo de consumo:

Tabla 27: Condiciones mínimas de suministro a garantizar en fontanería.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (l/s)	Q _{min} A.C.S. (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Lavabo	0.10	0.065	15
Ducha	0.20	0.100	15
Inodoro con fluxómetro	1.25	-	15
Fregadero industrial	0.30	0.200	15
Fregadero doméstico	0.20	0.100	15

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (l/s)	Q _{min} A.C.S. (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Lavavajillas industrial	0.25	0.200	15
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P _{min}	Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 35 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

- **Cálculo.**

Los cálculos para obtener el diámetro nominal de cada una de las conducciones se realizan seleccionando el tramo más desfavorable de toda la red y obteniéndose los diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de cara con los mismo a partir del factor de fricción.

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

- **Resultado:**

Se utilizan los siguientes materiales para la confección de la red de fontanería:

- **Acometida:** Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm. Se utiliza una acometida de DN 50.
- **Tubo alimentación:** Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm La tubería de alimentación es DN50
- **Instalaciones particulares:** Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm. Se utilizan diámetros para las instalaciones particulares entre DN 16 y DN 50.

Para la producción de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S) se utiliza el siguiente equipo:

- Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 500 l, potencia 3000 W, de 1820 mm de altura y 625 mm de diámetro.

Contiene una bomba de recirculación, al encontrarse tramos más largos de lo que indica la norma DB HS-4. La Bomba es:

- Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW

5.4.9. Instalación de evacuación de aguas residuales.

La red de saneamiento es la encargada de evacuar las aguas residuales de las edificaciones, de las fuentes de agua potable, de los estanques y del parque canino. Se ha diseñado una red longitudinal por zonas. La instalación de evacuación de aguas residuales pertenece al edificio de servicios, el cual se abastece a través de la red de evacuación de aguas residuales pública del municipio valenciano de Massamagrell, que se circula por la calle donde se encuentra el recinto.

- Exigencias mínimas:

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tabla 28: Exigencias mínimas de desagüe en red de saneamiento.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Fregadero doméstico	3	6	40	50
Fregadero industrial	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Lavavajillas doméstico	3	6	40	50
Lavadora doméstica	3	6	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

- **Cálculo.**

Los cálculos para obtener el diámetro nominal de cada una de las conducciones se realizan teniendo en cuenta la suma de unidades de descarga y el coeficiente de frecuencia de uso. Posteriormente, cada una de las conducciones se han calculado haciendo uso de la fórmula de Manning

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

- **Resultado:**

Se utilizan los siguientes materiales para la confección de la red evacuación de aguas residuales:

- **Red de pequeña evacuación**, empotrada en paramento, de PVC, serie B. Donde los diámetros oscilan entre DN 40 y DN 110.
- **Colector enterrado** de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m². Donde los diámetros nominales oscilan entre DN 160 y DN 200.
- **Acometida general** de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m².

5.4.10. Itinerarios y pavimentación.

- **Itinerarios:**

El recinto deportivo se ha proyectado de modo que tanto los itinerarios peatonales como las escaleras y rapas cumplan la normativa y recomendaciones de accesibilidad en el medio urbano.

Los itinerarios tienen, en toda su longitud, una banda libre peatonal de 1,50 m, como mínimo, libre de obstáculos en todo el recorrido por el recinto, siendo ésta superior a la exigida de 1,40 m. Se garantiza la continuidad en el recorrido evitando las interrupciones bruscas siendo la parcela prácticamente plana.

El bordillo de delimitación de los itinerarios es de canto redondeado con un canto por encima del pavimento de 10 cm.

La altura mínima libre de obstáculos será, en todo el recinto, de 2,20 m. En los itinerarios la pendiente longitudinal máxima será de 3 % y la transversal de 2 % (necesaria para la evacuación de aguas hacia los imbornales).

Repartido por todos los itinerarios existen repartidos dos tipos de bancos, tipo Goteborg y tipo NOU-1, siendo el primero de madera con respaldo y el segundo de hormigón armado sin respaldo. Además, en cada zona se instalan papeleras para la recogida de residuos del público asistente haciendo total en el recinto de 20.

Se habilita iluminación artificial suficiente para poder albergar eventos en horas sin luz solar y árboles, de distintas especies, que proporcionan sombra en los viales.

Los itinerarios diseñados para vehículos en la zona del parking tienen una anchura mínima de 4,60 m teniendo las zonas de giro o cambio de dirección un radio mínimo de 8 m teniendo estos viales una única dirección posible de circulación. Existe en la zona del parking un paso de peatones que va desde la C/ Llaurador Valencià hasta la puerta de entrada al recinto atravesando la circulación del parking. Ésta tiene una longitud de 30,4 m y una anchura de 9,40 m, siendo la preferencia de paso peatonal.

En el Plano Nº 17 "Itinerarios y pavimentos" se puede observar los distintos itinerarios previstos según uso peatonal o mixto.

- **Pavimentación:**

Debido a que se van a producir diferencias funcionales entre las distintas zonas del recinto deportivo, se establecen distintos tipos de pavimento para cada caso particular.

Los pavimentos de los suelos destinados a la circulación de peatones serán duros y no deslizantes tanto en seco como en mojado, compactos y fijados firmemente al elemento de

soporte y de manera uniforme, de manera que no se produzcan fisuras de estos elementos constructivos. Además, requerirá un mantenimiento lo más reducido posible.

Se formarán superficies perfectamente enrasadas y continuas, estando ejecutados de manera que no existan rebordes.

A continuación, se describe cada uno de los pavimentos definidos. En el Anejo N° 20 "Itinerarios y pavimentos" se definen los mismos de forma más prolija.

- Adoquines: se pavimentará con adoquines la parte correspondiente los viales interiores del recinto. Por su porosidad, regularidad de las piezas, variedad de colores y resistencia, es buena opción para este tipo de viales. Se emplearán adoquines de 6 cm de espesor sobre una base de 3 cm de mortero.
- Mezcla bituminosa: Será utilizada para pavimentar el suelo del parking. Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente. Se utilizará como superficie del parking un tipo de asfalto denominado mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración, según UNE-EN 13108-1.

5.4.11. Obras complementarias.

- Vallado separación parking.

Este vallado se sitúa entre el parking y el recinto deportivo interior. Se construye con la finalidad de separar físicamente el parking, vía mixta, del recinto deportivo que es vía únicamente para peatones.

Se trata de un vallado de parcela formado por panel de malla electrosoldada, de 50 x 50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado de sección 20 x 20 x 1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 40 x 40 x 1,5 mm, separados 2 m entre sí y empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón.



Ilustración 7: Vallado de parcela.

La longitud total del mismo es de 132 m.

- **Verja de entrada**

En un hueco que se deja en el vallado anterior se coloca una verja de entrada al recinto deportivo. Esta se sitúa a la altura del paso de peatones del parking. Se trata de una puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículos, una hoja abatible, carpintería metálica con p/p de bisagras.



Ilustración 8: Puerta de acceso principal.

La misma tendrá 4 metros de longitud para que puedan acceder los vehículos de emergencia al recinto siendo de movimiento manual.

- **Cerramientos parcela:**

Se ha diseñado un cerramiento perimetral del recinto para poder controlar los accesos y las salidas de mismo y separarlo de la vía pública. Dentro del perímetro que abarca el cerramiento quedan todas las instalaciones proyectadas.

Este cubrirá todo el perímetro parcelario incluido el parking, quedando la parte más baja del mismo a la cota de la vía pública.

Como soporte se colocará un muro de vallado de parcela de 1 m de altura de 15 cm de espesor de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central. Encima se coloca una verja metálica compuesta por barros horizontales de perfil macizo de acero pudelado de 14 x 14 mm y barros verticales de cuadrado de perfil de acero macizo laminado en caliente de 12x12 mm y 1 m de altura empotrado en el hormigón.

Finalmente, la altura del cerramiento es de 2 m teniendo una longitud perimetral de 536 m.

5.5. Mobiliario y equipamiento urbano.

El mobiliario y el equipamiento urbano seleccionado para el recinto es necesario para dotar de la funcionalidad apropiada a las diferentes zonas definidas, de forma que se ofrezcan espacios de descanso, de ocio y comodidad en rasgos generales al público asistente.

A continuación, se describen brevemente las características de los elementos que componen el mobiliario y equipamiento exterior. En el Anejo Nº 19 "Mobiliario y equipamiento exterior" se describen con más detalla estos elementos. Su distribución en parcela se adjunta en el Plano nº 16 "Mobiliario urbano".

5.5.1. Mobiliario urbano.

- Bancos.

Se han seleccionado dos tipos de bancos. El más utilizado es de madera con reposabrazos, se halla distribuido por todos los viales interiores del recinto deportivo cumpliendo con los requisitos de accesibilidad. El segundo modelo seleccionado está compuesto por hormigón armado y no tiene ni respaldo ni reposabrazos. También se encuentra distribuido de forma heterogénea por toda la instalación.

Con la colocación de los mismos en el recinto se pretende otorgar a la instalación de lugares de descanso, cercanos al terreno de juego, para poder ver los encuentros que se disputen en la instalación desde una perspectiva distinta a la de la grada.

- Mesas.

Las mesas de madera se colocan en la zona exterior del bar-restaurant, situado en la parte oeste del edificio de servicios. Se ha seleccionado un modelo de mesa con dos bancos, fabricado en madera de pino. Las dimensiones de las mismas son 80 x 180 x 55 cm.

Se pretende con ellas otorgar a la zona del bar-restaurant de lugares de ocio exterior donde se pueda sacar comida y bebida del mismo para consumirla en ellos.

- **Papeleras.**

Se colocan papeleras distribuidas por todo el recinto, incluido el parking, para la recogida de residuos urbanos orgánicos y no orgánicos. Se distribuyen por toda la parcela intentando que queden al alcance de los usuarios en las zonas cercanas a los bancos. Su capacidad es de 25 L y tiene una altura de 1,20 m.

- **Bolardos.**

Se colocan con el fin de restringir la entrada a vehículos y delimitar el espacio mixto del peatonal. Se ha optado por colocar un tipo de bolardo telescópico retráctil, con la base empotrada fabricado en acero inoxidable. Se colocan 4 unidades en la entrada principal del recinto, justo en el paso de peatones del parking.

- **Aparca bicicletas.**

Se cuenta con un parking de bicicletas, anexo al parking de vehículos. En él se pueden aparcar hasta 48 bicicletas. Está fabricado por soportes de barandilla de pletina de acero inoxidable.

Con él se pretende que la población local o de municipios colindantes pueda desplazarse hasta la instalación de un modo más sostenible y cómodo.

5.5.2. Equipamiento no recreativo.

- **Vallado terreno de juego.**

Para delimitar la zona a la que puede aproximarse el público al terreno de juego se coloca una valla perimetral de acero. Se requiere una longitud de 360 m para cubrir todo el perímetro del terreno.

La barandilla seleccionada para tal fin es una barandilla modular de acero laminado en caliente, de 2,00 x 0,90 m, acabado en color blanco, con textura férrea, incluso complementos y accesorios de montaje. En el extremo superior tiene un pasamanos de 73 mm de diámetro. Su altura total es de 0,90 m-

- **Vallado separación parking – recinto deportivo.**

Con el propósito de delimitar la zona de parking (vía mixta) de la zona interior (vía peatonal) se coloca una separación física a partir de un vallado de parcela formado por panel de malla electrosoldada, de 50 x 50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado.

- **Verja principal.**

Se trata del acceso principal del recinto, ubicado en el vallado de separación del parking y el recinto interior. Se trata de una puerta cancela de 4 metros de longitud con una hoja corredera de carpintería metálica.

Su longitud libre está preparada para el acceso de vehículos de emergencia al recinto interior en el caso de que se requiera.

5.5.3. Cerramientos parcela.

Como cerramiento exterior de la parcela se desea colocar un tipo de cerramiento que deje visibilidad tanto del interior al exterior como al revés, pero que permita mantener una separación física entre las vías públicas y el recinto.

Este cubrirá todo el perímetro parcelario incluido el parking, quedando la parte más baja del mismo a la cota de la vía pública.

Como elemento de soporte se colocará un muro de vallado de parcela, de 1 m de altura y 15 cm de espesor de hormigón armado. Encima del mismo se colocará una verja metálica compuesta por barrotes horizontales y verticales de acero con 1 m de altura.

La altura total del cerramiento es de 2 m y la longitud requerida para toda la parcela es de 536 m.

5.5.4. Paneles informativos.

En el acceso al recinto deportivo **un panel** con toda la información necesaria para el disfrute del mismo: normas básicas de comportamiento, plano, teléfonos de interés, etc. Además, en todas las zonas recreativas se dispondrán carteles explicando las diferentes funciones y actividades que podrán realizarse en ellas, así como también del tipo de elementos que podremos encontrar en ellos y las edades recomendadas para su uso.

Los paneles de entrada al parque están compuestos por un atril informativo de acero zincado lacado. Las medidas del atril son 1.600 x 1.060 mm y altura total 1250 mm.

5.6. Alumbrado exterior.

5.6.1. Viales, parking y gradas.

Para garantizar la visibilidad en las zonas de viales, parking y gradas se ha seleccionado un tipo de farolas que, después de realizar un estudio luminotécnico, se consideran aptas para este recinto y el fin previsto.

La farola que se instala en estas zonas es la siguiente:

Farola con distribución de luz radialmente simétrica, con luminaria cilíndrica de 140 mm de diámetro y 6000 mm de altura, columna cilíndrica de plástico de 2600 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W. Al tratarse de iluminación exterior el grado de protección seleccionado es IP 65.

5.6.2. Torres campo de fútbol.

El terreno de juego contara con **4 torres de iluminación** donde se colocan 20 proyectores de 2.000 W en cada uno de ellos.

Las torres seleccionadas, que tendrán una altura de columna de 25 m, son los siguientes:

Postes de sección cuadrada y celosía simple, el material empleado para su fabricación es LPN laminado en caliente y tornillería galvanizada 8.8. La composición de los tramos será formada por perfiles de angular "L" dispuestos en diagonal soldados al montante de los distintos tramos. En la parte superior plataforma rectangular de 5.000 x 2.500 mm y dimensiones dependiendo el número de proyectores, así como también se compone de la escalerilla interior con quitamiedos que da acceso a la plataforma.

Se adjunta el Plano N° 18.3 "Torres iluminación" como información gráfica.

5.7. Jardinería interior.

A modo de decoración interior del recinto y con el fin de crear espacios visiblemente agradables se distribuyen distintos tipos de jardineras de forma heterogénea por el recinto interior.

5.7.1. Jardineras.

se colocan jardineras distribuidas por el ala este del recinto. Éstas tendrán en su interior las siguientes especies vegetales:

- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Albahaca (*Ocimum basilicum*)
- Tomillo (*Thymus mastichina*)

En cada uno de ellos se introducirá un volumen de turba igual al volumen de la jardinera. Éstas últimas tienen las siguientes características:

Jardinera lineal de fundición, de 153 x 45 x 49 cm, pintada en color negro y fijada en el suelo por gravedad.

5.7.2. Arbolado y alcorques.

En la periferia del recinto y en los lugares con bancos, con el fin de crear zonas con sombra, se van a colocar distintas especies de árboles ornamentales.

Estos irán situados en alcorques de dos piezas prefabricadas de hormigón para formación de borde de delimitación de alcorque cuadrado, de 90 x 90 cm y 60 cm de diámetro interior, gris.

En ellos, se dispondrán, de manera individual, cada una de las especies que se enuncian a continuación:

- 4 Plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*).
- 4 Moreras (*Morus alba*).
- 4 Jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*).

6. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SE.

6.1. Introducción.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad estructural".

6.2. Ámbito de aplicación.

1. Este DB establece los principios y los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad. Describe las bases y los principios para el cálculo de las mismas. La ejecución, la utilización, la inspección y el mantenimiento se tratan en la medida en la que afectan a la elaboración del proyecto.
2. Los preceptos del DB-SE son aplicables a todos los tipos de edificios, incluso a los de carácter provisional.
3. Se denomina capacidad portante a la aptitud de un edificio para asegurar, con la fiabilidad requerida, la estabilidad del conjunto y la resistencia necesaria, durante un tiempo determinado, denominado periodo de servicio. La aptitud de asegurar el funcionamiento de la obra, el confort de los usuarios y de mantener el aspecto visual, se denomina aptitud al servicio.
4. A falta de indicaciones específicas, como periodo de servicio se adoptará 50 años.

6.3. Análisis estructural y dimensionado.

1. La comprobación estructural de los edificios ha seguido los siguientes pasos descritos por el DB-SE:
 - a) Determinar las situaciones de dimensionado que resulten determinantes;
 - b) establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura;
 - c) realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema;
 - d) verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.
2. En las verificaciones se ha tenido en cuenta los efectos del paso del tiempo que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud de servicio, en concordancia con el periodo de servicio.
3. Las situaciones de dimensionado engloban todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se han determinado las combinaciones de acciones previsibles.

6.3.1. Variables básicas consideradas.

1. **Clasificación de las acciones:** Las acciones que se han considerado se clasifican en función de su variación en el tiempo en permanentes (G), variables (Q) y accidentales (A), considerándose como acciones permanentes las deformaciones impuestas como asientos, retracción...
2. **Acciones dinámicas:** Las acciones dinámicas producidas por el viento, un choque o un sismo, se han representado como fuerzas estáticas equivalentes. Según el caso, los efectos de la aceleración dinámica estarán incluidos implícitamente en los valores característicos de la acción correspondiente, o se introducirán mediante un coeficiente dinámico.
3. **Datos geométricos:** Los datos geométricos se representan por sus valores característicos, para los cuales en el proyecto se adoptan los valores deducidos de los planos.
4. **Materiales:** Las propiedades de la resistencia de los materiales o de los productos se representan por sus valores característicos. 2 En el caso de que la verificación de algún estado límite resulte sensible a la variabilidad de alguna de las propiedades de un material, se considerarán dos valores característicos, superior e inferior, de esa propiedad, definidos por el fractil 95% o el 5% según que el efecto sea globalmente desfavorable o favorable.

6.4. Modelo del análisis estructural.

Para el análisis estructural utilizado se han considerado modelos del edificio que proporcionan una previsión suficientemente precisa de su comportamiento, y que permiten

tener en cuenta todas las variables significativas y que reflejan adecuadamente los estados límite considerados.

6.5. Verificaciones.

Para cada verificación, se identifica la disposición de las acciones simultáneas que se tienen en cuenta, como deformaciones previas o impuestas, o imperfecciones. Asimismo, deberán considerarse las desviaciones probables en las disposiciones o en las direcciones de las acciones.

6.6. Verificaciones basadas en coeficientes parciales.

En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente. Los valores de cálculo no tienen en cuenta la influencia de errores humanos groseros. Estos deben evitarse mediante una dirección de obra, utilización, inspección y mantenimiento adecuados.

6.6.1. Capacidad portante.

1. Se considera que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio o de una parte independiente del mismo, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición.

$$Ed, dst \leq Ed, stb$$

Siendo

- **Ed,dst** valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
- **Ed,stb** valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

2. Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición.

$$Ed \leq R d$$

Siendo

- **Ed** valor de cálculo del efecto de las acciones
- **Rd** valor de cálculo de la resistencia correspondiente

6.6.2. Combinación de acciones.

1. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

2. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

6.6.3. Valor de cálculo de la resistencia estructural.

1. El valor de cálculo de la resistencia de una estructura, elemento, sección punto o unión entre elementos se obtiene de cálculos basados en sus características geométricas a partir de modelos de comportamiento del efecto analizado, y de la resistencia de cálculo, f_d , de los materiales implicados, que en general puede expresarse como cociente entre la resistencia característica, f_k , y el coeficiente de seguridad del material.
2. Por lo que respecta al material o materiales implicados, la resistencia de cálculo puede asimismo expresarse como función del valor medio del factor de conversión de la propiedad implicada, determinada experimentalmente, para tener en cuenta las diferencias entre las condiciones de los ensayos y el comportamiento real, y del coeficiente parcial para dicha propiedad del material.
3. En su formulación más general, la resistencia de cálculo puede expresarse en función de las variables antedichas, y el coeficiente parcial para el modelo de resistencia y las desviaciones geométricas, en el caso de que estas no se tengan en cuenta explícitamente.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		⁽¹⁾	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

7. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SE-A.

7.1. Generalidades.

1. El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.
2. Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques.

3. En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones.
4. Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos.
5. Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en el DB-SE.

7.2. Acciones permanentes.

7.2.1. Peso propio.

1. Se ha tenido en cuenta el peso propio de todos los elementos estructurales, los cerramientos, elementos separadores, tabiquería, carpintería, revestimientos.
2. El valor característico del peso propio de los elementos estructurales constructivos, se ha determinado como su valor medio a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

7.2.2. Acciones de terreno.

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

7.3. Acciones variables.

La sobrecarga de uso (S) se ha determinado como una carga distribuida uniformemente, haciendo uso de la tabla 3.1 del documento de referencia de este apartado.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Siendo el caso de aplicación de este proyecto la categoría de uso C “Zonas de acceso al público” y la subcategoría de uso C5 “Zonas de aglomeración”. Los valores indicados ya incluyen el efecto de la alternancia de carga, salvo en el caso de elementos críticos, como vuelos, o en el de zonas de aglomeración.

7.3.1. Viento.

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Acción del viento.

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe se ha determinado del siguiente modo:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

siendo:

- **qb** la presión dinámica del viento
- **ce** el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- **cp** el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Los valores del coeficiente de exposición Ce son los siguientes:

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Los valores del coeficiente de exposición Cp son los siguientes:

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

7.3.2. Nieve.

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores. Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve. En cubiertas accesibles para personas o vehículos, deben considerarse las posibles acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de la nieve. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

Carga de nieve obre un terreno horizontal.

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, s_k , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la siguiente tabla.

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebastián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	0,4	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	1,2	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,5	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,6	Madrid	660	0,7	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,6	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,2	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,2
Córdoba	100	0,6	Oviedo	230	0,4	Valladolid	520	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,2	Palencia	740	0,5	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Cuenca	1.010	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	210	0,4
Gerona / Girona	70	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Ceuta y Melilla		0,7
		0,5			0,7			

8. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SE-C.

8.1. Generalidades.

El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención

de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

8.2. Bases de cálculo.

Este apartado se refiere a los aspectos propios de la cimentación, como complemento a los principios y reglas establecidos con carácter general en DB-SE. 2 El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (Resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, entre estados límite últimos y estados límite de servicio.

Las cimentaciones de este proyecto se han determinado, tal y como establece el DB-SE-C a partir de los Estados Límites Últimos y Estados Límites de Servicio.

8.3. Variables básicas.

La verificación de los estados límite se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones sobre el edificio, acciones sobre el terreno, acciones generadas por el terreno sobre la cimentación, influencias ambientales, características del terreno y de los materiales de la cimentación, y los datos geométricos tanto del terreno como de la cimentación.

- Acciones sobre el edificio
- Acciones del edificio sobre la cimentación
- Acciones geotécnicas sobre la cimentación

Para ello, se ha determinado las acciones geotécnicas a partir de un estudio geotécnico realizado en la zona del proyecto.

8.4. Verificaciones.

La utilización del formato de los coeficientes parciales implica la verificación de que, para las situaciones de dimensionado de la cimentación, no se supere ninguno de los estados límite pertinentes, al introducir en los modelos correspondientes, los valores de cálculo para las distintas variables que describen los efectos de las acciones sobre la cimentación y la resistencia del terreno.

Los valores de cálculo de las variables descritas en el párrafo anterior se obtienen a partir de sus valores representativos y característicos respectivamente, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales.

El dimensionado de la cimentación como elemento que ejerce presiones sobre el terreno se realizará exclusivamente con el formato de acciones y coeficientes de seguridad indicados, a tal efecto, en este DB.

La comprobación de la capacidad estructural de la cimentación, como elemento estructural a dimensionar, puede realizarse con el formato general de acciones y coeficientes de seguridad incluidos en el DB-SE, y en el resto de Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, o utilizando el formato de acciones y coeficientes de seguridad incluidos a tal efecto en este DB.

8.4.1. Estados Límites Últimos.

- Verificación de la Estabilidad:

El equilibrio de la cimentación (estabilidad al vuelco o estabilidad frente a la subpresión) quedará verificado, si para las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición:

$$Ed,dst \leq Ed,stb$$

Siendo

- o **Ed,dst** el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.
- o **Ed,stb** el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

- Verificación de la Resistencia:

La resistencia local o global del terreno quedará verificada si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, la condición:

$$Ed \leq Rd$$

Siendo:

- **Ed** el valor de cálculo del efecto de las acciones
- **Rd** el valor de cálculo de la resistencia del terreno.

8.5. Estudio geotécnico.

El estudio geotécnico se toma de una obra anexa a la expuesta en este proyecto, por lo que no se ha seguido el DB-SE-C para su determinación.

9. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SI.

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

9.1. DB. Seguridad contra Incendios 1 (DB-SI-1). Propagación interior.

9.1.1. Compartimentación.

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

Para el caso de “Pública concurrencia” la tabla dice lo siguiente:

- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.
- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que:
 - a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;
 - b) tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien mediante salidas de edificio;
 - c) los materiales de revestimiento sean B-s1, d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos;
 - d) la densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y
 - e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable. - Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio diferenciado.

Cumpléndose todos los apartados anteriores.

Sobre la resistencia al fuego de los elementos estructurales y no estructurales el documento dice lo siguiente:

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI _t t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Cumplíndose el valor establecido en la tabla para los edificios de este proyecto.

9.1.2. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la siguiente tabla. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
	Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1

9.2. DB. Seguridad contra Incendios 2 (DB-SI-2). Propagación exterior.

9.2.1. Medianeras y fachadas.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas. Para valores intermedios del ángulo α, la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal. Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

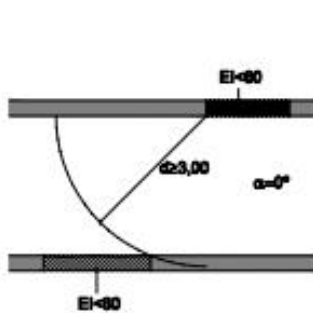


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

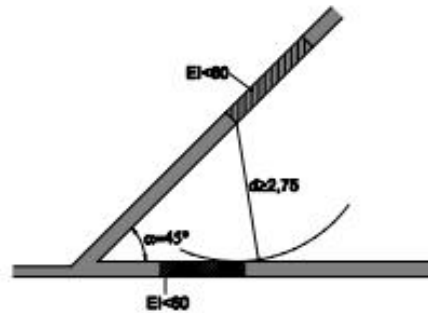


Figura 1.2. Fachadas a 45°

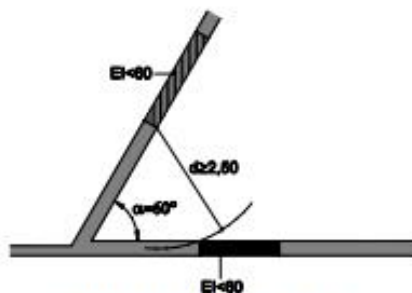


Figura 1.3. Fachadas a 60°

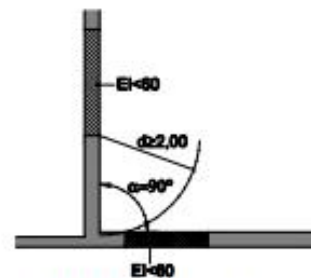


Figura 1.4. Fachadas a 90°



Figura 1.5. Fachadas a 135°

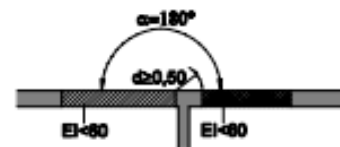


Figura 1.6. Fachadas a 180°

9.2.2. Cubiertas.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta. 2 En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

9.3. Documento Básico. Seguridad contra Incendios 3 (DB-SI-3). Evacuación de ocupantes.

Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio,

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

9.3.1. Cálculo de la ocupación.

A partir de la siguiente tabla, donde solamente se indica el tipo de establecimiento de este proyecto.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
--------------	-------------------------	--

Pública concurencia	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento 0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios: con aparatos sin aparatos	5 1,5
	Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas) zonas de estancia de público en piscinas descubiertas vestuarios	2 4 3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10

La ocupación máxima en este recinto, con todos los tipos de asistentes posibles se establece en 2.500 personas (sentadas y de pie) en el recinto deportivo y 200 personas en el edificio de servicios.

9.3.2. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

La ocupación no excederá de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:

- 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de salida de un edificio de viviendas;
- 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente;
- 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria.

La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:

- 35 m en uso Aparcamiento;
- 50 m si se trata de una planta, incluso de uso Aparcamiento, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un

espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.

Por lo que, para este proyecto, será suficiente con establecer una única salida del edificio de servicios al no superar las 500 personas. La Longitud de la salida cumple con lo establecido ya que desde ningún punto del edificio se superan los 50 m hasta la salida.

9.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación.

Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾

En el caso particular de este proyecto:

- Las puertas tienen un acceso mínimo de 0,90 m siendo este mayor que el mínimo requerido.
- Los pasillos tienen una anchura mínima de 1 m, siendo este el mínimo exigido.

9.4. Documento Básico. Seguridad contra Incendios 4 (DB-SI-4). Instalaciones de protección contra incendios.

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la siguiente tabla. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

9.4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento. Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para

cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento.

En el caso de lugares de pública concurrencia se exige o siguiente:

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"> - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo <i>origen de evacuación</i>. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 28 m
Hidrantas exteriores	Si la <i>altura de evacuación</i> descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en <i>establecimientos</i> de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso ⁽⁴⁾ En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
Pública concurrencia	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁸⁾
Hidrantas exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾

- En este caso se dispondrá de:
 - o Una boca de incendios al tener una superficie construida de 544 m² en el edificio de servicios. Los equipos deben ser del tipo 25 mm según la norma.
 - o Al exceder la ocupación del recinto de 500 personas, se instala un sistema de aviso por megafonía en caso de incendio.
 - o Es necesario un sistema de detección al exceder de la superficie mínima.
 - o Será necesario un hidrante exterior a la parcela, al tratarse de un recinto deportivo de más de 10.000 m².

En el caso del parking, las exigencias mínimas son las siguientes:

A título de ejemplo, en un aparcamiento situado al exterior, como puede ser en la cubierta de un edificio, o en un edificio de uso agropecuario, garaje o almacén, de poca superficie, una planta, ocupación mínima y ocasional, suficiente separación respecto de otros edificios, etc., puede ser suficiente aplicar las condiciones de evacuación (SI 3) que realmente puedan resultar necesarias para la seguridad de las personas.

9.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

En el caso de este proyecto se requiere:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal ya que la distancia no excede de 10 m.

9.5. DB. Seguridad contra Incendios 5 (DB-SI-5). Intervención de los bomberos.

9.5.1. Aproximación a los edificios.

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m;
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m

Todos estos valores se cumplen tanto en la zona del parking como en los viales interiores al superar todos ellos la anchura de 3,5 m.

10. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SUA.

10.1. Sección SUA-1. Seguridad frente al riesgo de caídas.

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

10.1.1. Resbaladicidad de los suelos.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada.

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla siguiente

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladicidad

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladicidad.

La tabla siguiente indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾. Duchas.	
	3

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

En todas las edificaciones, desde el lado de la seguridad, se colocan **suelos de clase 2** independientemente del lugar.

10.1.2. Discontinuidades del pavimento.

Excepto en zonas de uso restringido o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

a) No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

b) Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;

c) En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

2 Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

3 En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes.

a) en zonas de uso restringido;

b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda;

c) en los accesos y en las salidas de los edificios; d) en el acceso a un estrado o escenario. En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

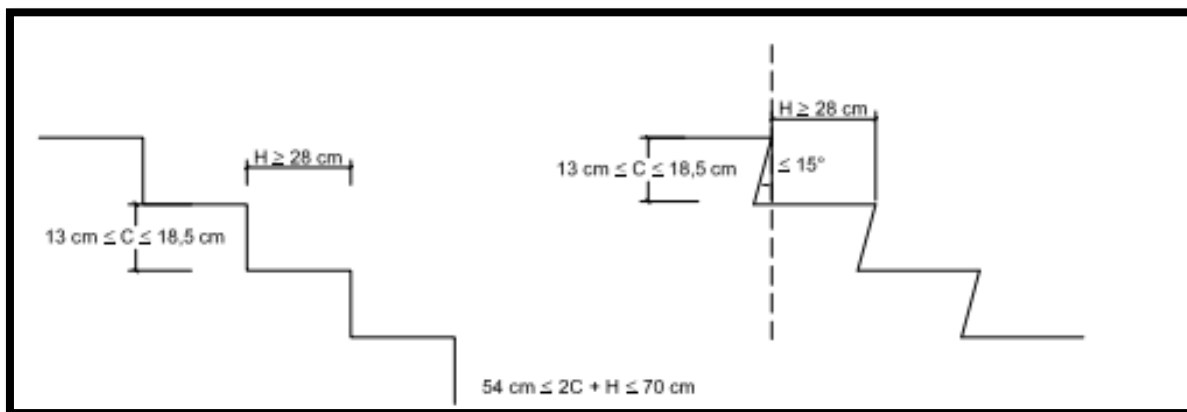
10.1.3. Desniveles.

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

En las zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.

10.1.4. Escaleras y rampas.

- **Peldaños:** En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18,5 cm como máximo, excepto en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$



- **Pasamanos:** Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados. Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno. 3 En escaleras de zonas de uso público o que no dispongan de ascensor como alternativa, el pasamanos se prolongará 30 cm en los extremos, al menos en un lado. En uso Sanitario, el pasamanos será continuo en

todo su recorrido, incluidas mesetas, y se prolongarán 30 cm en los extremos, en ambos lados. 4 El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. En escuelas infantiles y centros de enseñanza primaria se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm. 5 El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

Todos estos aspectos se cumplen en la escalera de acceso a las gradas.

- **Rampas:** Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.

Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- a) las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.
- b) las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, y no pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente será, como máximo, del 16%. 2 La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2%, como máximo.

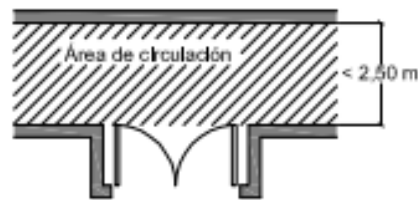
Estos aspectos se cumplen en la rampa situada en el acceso peatonal desde la C/Llaurador València.

10.2. Sección SUA-2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.

10.2.1. Impacto.

- **Con elementos fijos:**
 - o La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
 - o Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.
 - o En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

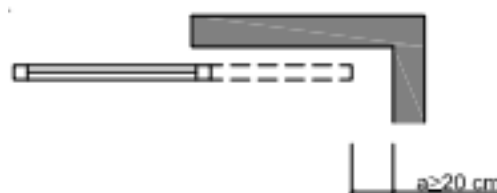
- Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.
- **Con elementos practicables:**
 - Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de recintos que no sean de ocupación nula (definida en el Anejo SI A del DB SI) situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo. En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme al apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI.



- Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translúcidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7 m y 1,5 m, como mínimo.
- Las puertas, portones y barreras situados en zonas accesibles a las personas y utilizadas para el paso de mercancías y vehículos tendrán marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 13241- 1:2004 y su instalación, uso y mantenimiento se realizarán conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009. Se excluyen de lo anterior las puertas peatonales de maniobra horizontal cuya superficie de hoja no exceda de 6,25 m² cuando sean de uso manual, así como las motorizadas que además tengan una anchura que no exceda de 2,50 m.
- Las puertas peatonales automáticas tendrán marcado CE de conformidad con la Directiva 98/37/CE sobre máquinas.

10.2.2. Atrapamiento.

Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo.



Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

De aplicación en la puerta corredera del acceso principal.

10.3. Sección SUA-3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos.

10.3.1. Aprisionamiento.

- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.
- En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.
- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).
- Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

10.4. Sección SUA-4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

10.4.1. Alumbrado normal en zonas de circulación.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de uso **Pública Concurrencia** en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los cines, teatros, auditorios, discotecas, etc., se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras (no es de aplicación en este proyecto).

10.4.2. Alumbrado de emergencia.

- **Dotación:** Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes-

Contarán con iluminación de emergencia las zonas y elementos siguientes:

- o Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- o Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- o Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- o Los itinerarios accesibles.

10.4.3. Características de las luminarias.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;

b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa
- en cualquier otro cambio de nivel
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

10.4.4. Características de la instalación.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

10.5. Sección SUA-5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.

No es de aplicación en este proyecto.

10.6. Sección SUA-6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

No es de aplicación en este proyecto.

10.7. Sección SUA-7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

Esta Sección es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento, (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

10.7.1. Características constructivas.

Las zonas de uso Aparcamiento dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad adecuada a la longitud del tipo de vehículo y de 4,5 m como mínimo y una pendiente del 5% como máximo.

Todo recorrido para peatones previsto por una rampa para vehículos, excepto cuando únicamente esté previsto para caso de emergencia, tendrá una anchura de 80 cm, como mínimo, y estará protegido mediante una barrera de protección de 80 cm de altura, como mínimo, o mediante pavimento a un nivel más elevado, en cuyo caso el desnivel cumplirá lo especificado en el apartado 3.1 de la Sección SUA 1.

10.7.2. Protección de recorridos peatonales.

En plantas de Aparcamiento con capacidad mayor que 200 vehículos o con superficie mayor que 5000 m², los itinerarios peatonales de zonas de uso público se identificarán mediante pavimento diferenciado con pinturas o relieve, o bien dotando a dichas zonas de un nivel más elevado. Cuando dicho desnivel exceda de 55 cm, se protegerá conforme a lo que se establece en el apartado 3.2 de la sección SUA 1.

Frente a las puertas que comunican los aparcamientos a los que hace referencia el punto 1 anterior con otras zonas, dichos itinerarios se protegerán mediante la disposición de barreras situadas a una distancia de las puertas de 1,20 m, como mínimo, y con una altura de 80 cm, como mínimo.

Aunque no sería necesario por la capacidad del aparcamiento de este proyecto, se han establecido los mismos criterios que se citan anteriormente para su diseño y construcción.

10.7.3. Señalización.

Debe señalizarse, conforme a lo establecido en el código de la circulación:

- a) el sentido de la circulación y las salidas;
- b) la velocidad máxima de circulación de 20 km/h;
- c) las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso;

Los aparcamientos a los que pueda acceder transporte pesado tendrán señalizado además los gálibos y las alturas limitadas.

Las zonas destinadas a almacenamiento y a carga o descarga deben estar señalizadas y delimitadas mediante marcas viales o pinturas en el pavimento.

En los accesos de vehículos a viales exteriores desde establecimientos de uso Aparcamiento se dispondrán dispositivos que alerten al conductor de la presencia de peatones en las proximidades de dichos accesos.

10.8. Sección SUA-8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

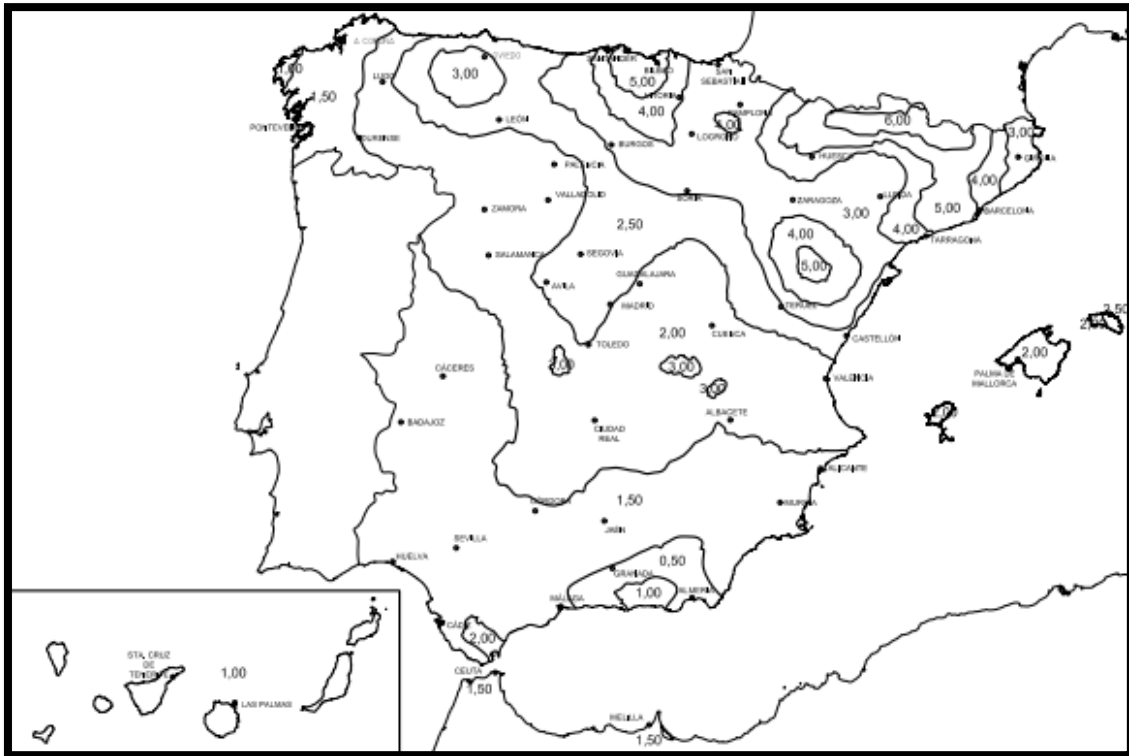
Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

N_g : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km^2), obtenida según el mapa siguiente:



Siendo en este caso $N_g = 2$

Ae: superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado. En este caso es $544 m^2$

C1: coeficiente relacionado con el entorno, según la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Coeficiente C_1

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Siendo en este caso de 0,75

Obteniéndose un valor de $N_e = 8.16 \cdot 10^{-4}$

El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Donde:

- C2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;
- C3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;
- C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;
- C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

Tabla 1.2 Coeficiente C₂

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C₃

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Adoptándose en este caso los siguientes valores:

- C2 = 1
- C3 = 1
- C4 = 3
- C5 = 1

Por lo que se obtiene un valor de $N_a = 0,00183$. Siendo N_e menor a este valor de N_a , por lo que no se necesitará de un sistema de protección contra el rayo.

10.9. Sección SUA-9. Accesibilidad.

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

10.9.1. Accesibilidad en el exterior del edificio.

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda, con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.

En este caso se dispone de un acceso principal situado en la cara norte del recinto de 4 metros de longitud.

10.9.2. Dotación de elementos accesibles.

- **Plazas de aparcamiento accesibles:** En otros usos, todo edificio o establecimiento con aparcamiento propio cuya superficie construida exceda de 100 m² contará con las siguientes plazas de aparcamiento accesibles: En uso Comercial, Pública Concurrencia o Aparcamiento de uso público, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción. En este caso se cuenta con **3 plazas**.
- **Plazas reservadas:** Los espacios con asientos fijos para el público, tales como auditorios, cines, salones de actos, espectáculos, etc., dispondrán de la siguiente reserva de plazas: a) Una plaza reservada para usuarios de silla de ruedas por cada 100 plazas o fracción. b) En espacios con más de 50 asientos fijos y en los que la actividad tenga una componente auditiva, una plaza reservada para personas con discapacidad auditiva por cada 50 plazas o fracción. En este caso en la grada toda la fila primera es accesible para discapacitados contando con 205 asientos, de los cuales 10 quedan reservados.
- **Servicios higiénicos accesibles:** Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos: a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos. b) En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.
En este caso, en cada uno de los baños se encuentra uno reservado para minusválidos cumpliendo con las normas de accesibilidad.

10.9.3. Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad.

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalizarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

Elementos accesibles	En zonas de uso privado	En zonas de uso público
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
Itinerarios accesibles	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
Ascensores accesibles,		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
Plazas de aparcamiento accesibles	En todo caso, excepto en uso Residencial/Vivienda las vinculadas a un residente	En todo caso
Servicios higiénicos accesibles (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	--	En todo caso
Servicios higiénicos de uso general	--	En todo caso
Itinerario accesible que comunique la vía pública con los puntos de llamada accesibles o, en su ausencia, con los puntos de atención accesibles	--	En todo caso

10.9.4. Características.

- Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.
- Los ascensores accesibles se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.
- Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.
- Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3 ± 1 mm en interiores y 5 ± 1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.
- Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

11. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-HE.

11.1. Sección HE-0. Limitación del consumo energético.

Esta Sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

11.1.1. Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia.

Para justificar que un edificio cumple la exigencia básica de limitación del consumo energético que se establece en esta sección del DB HE, los documentos de proyecto han de incluir la siguiente información:

- a) definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1 de este DB;
- b) procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético;
- c) demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación);
- d) descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio;
- e) rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio;
- f) factores de conversión de energía final a energía primaria empleados;
- g) para uso residencial privado, consumo de energía procedente de fuentes de energía no renovables;
- h) en caso de edificios de uso distinto al residencial privado, calificación energética para el indicador de energía primaria no renovable.

11.2. Sección HE-1. Limitación de la demanda energética.

No es de aplicación en este proyecto al no haberse proyectado la instalación de calefacción y refrigeración.

11.3. Sección HE-2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.

No es de aplicación en este proyecto al no haberse proyectado la instalación de calefacción y refrigeración.

11.4. Sección HE-3. Eficiencia Energética de las Instalaciones de iluminación.

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

a) edificios de nueva construcción;

b) intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m², donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada;

c) otras intervenciones en edificios existentes en las que se renueve o amplíe una parte de la instalación, en cuyo caso se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad y, cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrán estos sistemas;

d) cambios de uso característico del edificio;

e) cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación límite, respecto al de la actividad inicial, en cuyo caso se adecuará la instalación de dicha zona.

11.4.1. Caracterización y cuantificación de exigencias.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

- P: la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]
- S: la superficie iluminada [m²]
- E_m: la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

En el caso de este proyecto, se ha tomado como valor límite de VEEI 4,5.

11.4.2. Potencia instalada del edificio.

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

La potencia instalada en el interior del edificio de servicios en cuanto a iluminación se refiere es de 1.560 W, teniendo el mismo una superficie de 544 m², por lo que se obtiene una relación P/S = 2,87 W/m².

Considerando un edificio de pública concurrencia como teatros, cines... la máxima sería de 15 W/m², por lo que cumple la exigencia.

En el caso del cabeza de riego, la potencia instalada en iluminación es de 144 W, teniendo una superficie de 64 m², por lo que se obtiene una relación P/S = 2,25 W/m².

Considerando un edificio tipo "otros" donde la máxima sería de 10 W/m², por lo que cumple la exigencia.

11.4.3. Sistemas de control y regulación.

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de control y regulación con las siguientes condiciones:

Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizado.

11.5. Sección HE-4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS o de climatización de piscina del edificio.

11.5.1. Cuantificación de la exigencia.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales. En la tabla 2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Estando el proyecto situado en zona climática IV, y estimando la demanda en el rango 50 – 5000 L/día, la contribución deberá ser del 50 %.

11.5.2. Protección contra sobrecalentamientos.

El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);

b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);

c) vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento;

d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes;

e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

En cualquier caso, si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de captadores más un 10%.

Las instalaciones deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo.

11.5.3. Cálculo de la demanda.

Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60 °C).

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

La demanda principal de agua caliente se sitúa en vestuarios, donde se estima que en un día pueden llegar a pasar hasta 150 personas que hagan uso de ellos. Por tanto, se obtiene un valor de demanda de 3.150 L/día.

Para una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Donde

- $D_i(T)$ Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida;
- $D_i(60^\circ\text{C})$ Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C;

- T Temperatura del acumulador final;
- Ti Temperatura media del agua fría en el mes i (según Apéndice B).

Se obtiene un valor de Di para el mes más desfavorable en cuanto a temperaturas de:

$$Di(T) = 3150 \cdot \frac{60 - 10}{50 - 10} = 3.938 \frac{L}{\text{día}} \text{ para el mes de enero}$$

11.5.4. Zonas climáticas.

En la tabla 4.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

En este caso, a zona climática es la IV.

11.6. Sección HE-5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Esta Sección es de aplicación a: a) edificios de nueva construcción y a edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, para los usos indicados en la tabla 1.1 cuando se superen los 5.000 m² de superficie construida;

Al no superarse la superficie mínima, no es de aplicación esta sección.

12. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE DB-SH.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados. El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

12.1. Sección HS-1. Protección frente a la humedad.

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

12.1.1. Muros.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera:

- a) baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático;
- b) media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo;
- c) alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-3} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-3}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

En este caso el coeficiente de impermeabilidad mínimo exigido es de 1, cumpliéndose en todas las edificaciones que contienen muros en su diseño, al tratarse de pavimento a base de adoquines donde la permeabilidad del terreno es menos que 0,01 cm/s.

Condiciones de las soluciones constructivas.

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.2. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y la casilla en blanco a una solución a la que no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Grado de impermeabilidad	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
	≤1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5
≤2	C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤3	C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

⁽¹⁾ Solución no aceptable para más de un sótano.
⁽²⁾ Solución no aceptable para más de dos sótanos.
⁽³⁾ Solución no aceptable para más de tres sótanos.

Los muros que componen la el depósito y la arqueta se trata de muros flexorresistentes con impermeabilización exterior dando el siguiente resultado:

Condiciones I2+I3+D1+D5

- **I2:** La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1.
- **I3:** Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.
- **D1:** Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.
- **D5:** Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la

red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

Condiciones de puntos singulares.

Se respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquiera que afecte al diseño del sistema de impermeabilización que se emplee.

Paso de conductos.

Los pasatubos se dispondrán de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto. Se fijará el conducto al muro con elementos flexibles. Se dispondrá un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y se sellará la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

Esquinas y rincones.

Las bandas de refuerzo aplicadas antes que el impermeabilizante irán adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

12.1.2. Suelos.

Grado de permeabilidad.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Siendo en este caso la presencia de agua baja al no existir capa freática superficial y la K_s superior a 10^{-5} cm/s.

Condiciones de las soluciones constructivas

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad, se

obtienen en la tabla 2.4. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

		Muro flexorresistente o de gravedad								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
	≤2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+S1+S2+S3
	≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3
	≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

En este caso, la solera, tanto del depósito como de la arqueta, siendo los muros del tipo flexorresistente y el grado de impermeabilidad de 2, se da una solución constructiva tal que:

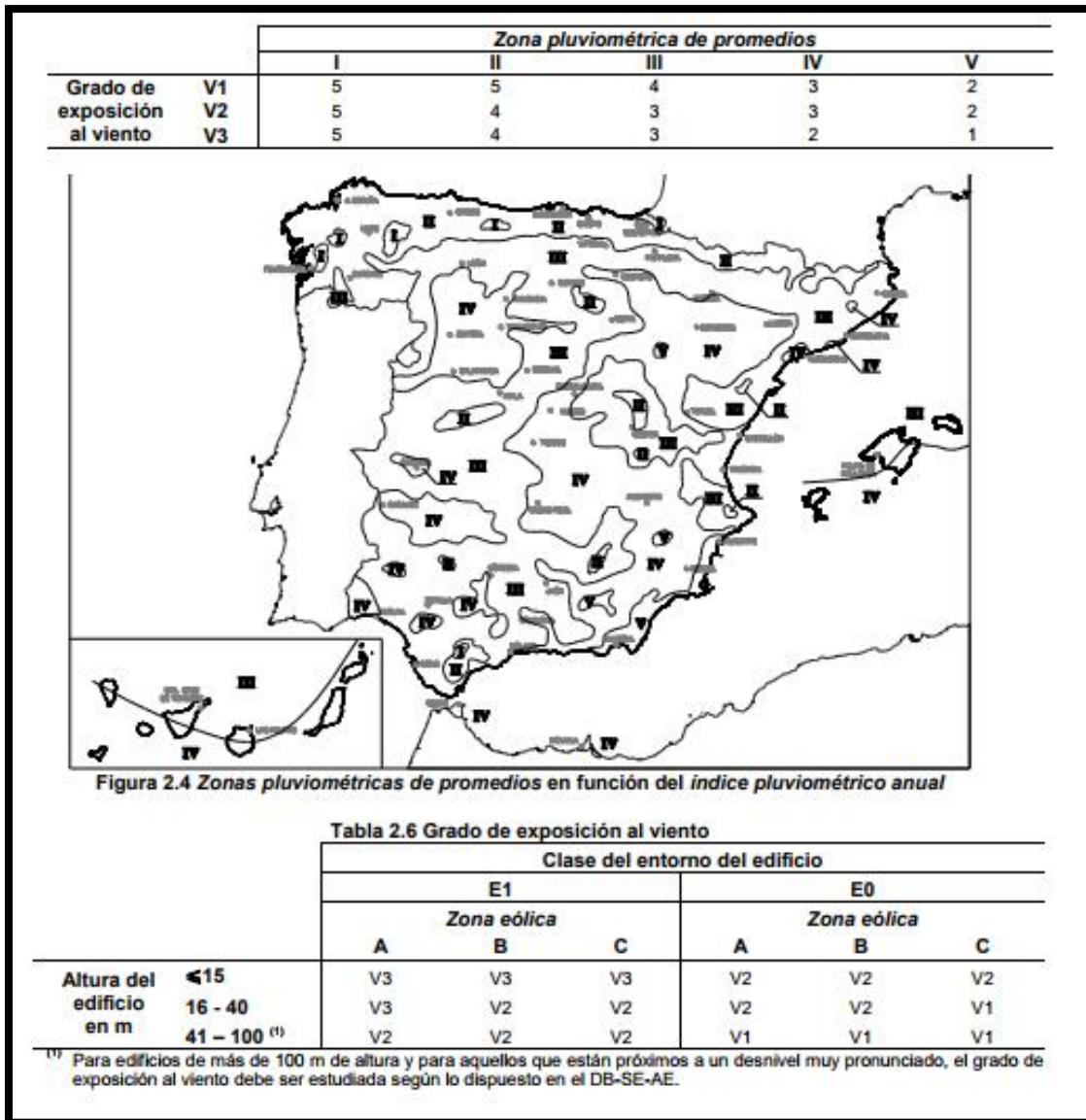
$$C2 + C3 + D1$$

Siendo:

- **C2:** Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.
- **C3:** Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.
- **D1:** Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

12.1.3. Fachadas.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla siguiente en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio.



Estando situada la parcela en zona eólica A, en tipo E1 de suelo, el grado de exposición al viento es V3 a tener menos de 15 m de altura el edificio. Con ese grado de exposición y

conociendo que se encuentra en zona pluviométrica IV, el grado de impermeabilidad exigido en las fachadas es de 2.

Condiciones de las soluciones constructivas.

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior		Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾		C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤2			B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1	

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

Se obtiene una solución, con revestimiento exterior de:

R1 + C1

- **R1:** El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:
 - o espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
 - o adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - o permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
 - o adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
 - o cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- **C1:** Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
 - o ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
 - o 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

Teniendo la fachada exterior, tanto del edificio de servicios como del cabezal, características iguales o superiores a las mínimas exigidas.

Condiciones de puntos singulares

Juntas de dilatación

En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar.



Este apartado es de aplicación únicamente en el edificio de servicios y en las losas de hormigón prefabricado de la grada. Se dejarán 5 cm de junta de dilatación que se rellenan con sellantes hasta 2 cm de profundidad.

Arranque de fachada desde cimentación.

Se dispondrá una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o se adoptará otra solución que produzca el mismo efecto. (Arranque de la fachada desde la cimentación: apartado 2.3.3.2.1 HS 1).

En fachadas constituidas por un material poroso o que tienen un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, se dispondrá un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y se sellará la unión con la fachada en su parte superior. También se podrá adoptar otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.7).

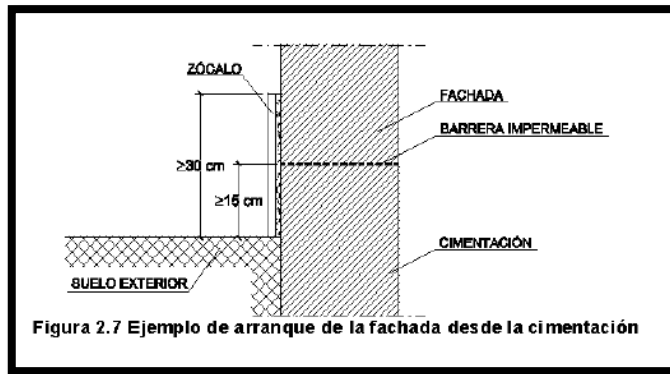


Figura 2.7 Ejemplo de arranque de la fachada desde la cimentación

Encuentro de fachada con el forjado.

Se adoptará alguna de las dos soluciones de la imagen:

a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón.

b) Refuerzo del revestimiento exterior con armaduras dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

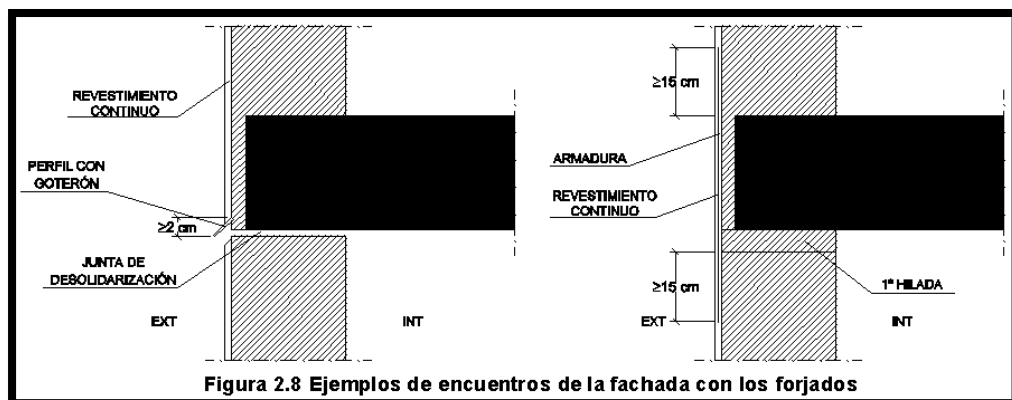


Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados

Encuentro de fachada con la carpintería.

Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia

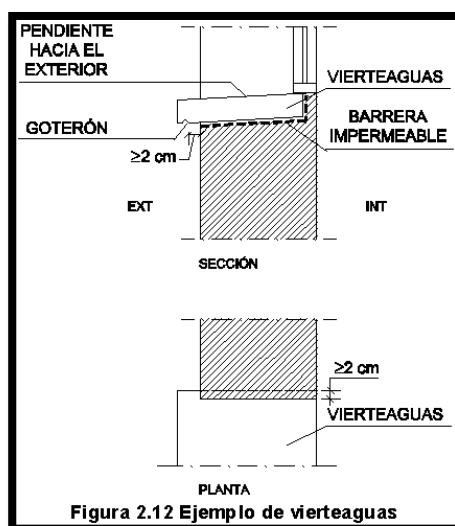
discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo, será impermeable o se dispondrá sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo.

El vierteaguas dispondrá de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo.

La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

V.



Antepederos y remates superiores de las fachadas.

Los antepederos se rematarán con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o se adoptará otra solución que produzca el mismo efecto.

Las albardillas tendrán tener una inclinación de 10º como mínimo, dispondrán de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepedero al menos 2 cm y serán impermeables o se dispondrán sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo.

Se dispondrán juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas y las juntas entre las albardillas se realizarán de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

12.1.4. Cubiertas.

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Condiciones de las soluciones constructivas.

La cubierta dispondrá de un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

En la bodega para mezclas y almacén el propio pórtico establece la formación de pendientes de la cubierta. La cubierta dispondrá de un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB-HE.

La cubierta dispondrá de un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

Condiciones de los componentes.

- Sistemas de formación de pendientes.

El sistema de formación de pendientes tendrá una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución será adecuada para el recibido o fijación del resto de los componentes.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

Uso	Protección		Pendiente en %
Transitables	Peatones	Solado fijo	1-5 ⁽¹⁾
		Solado flotante	1-5
	Vehículos	Capa de rodadura	1-5 ⁽¹⁾
No transitables		Grava	1-5
		Lámina autoprottegida	1-15
Ajardinadas		Tierra vegetal	1-5

En este caso se trata de una cubierta plana transitable para tareas de mantenimiento con un solado fijo formado por un forjado de bovedillas y capa de compresión, la cual deberá adoptar una pendiente del 1 % hacia los canalones de evacuación de aguas situados en los extremos.

- **Aislante térmico.**

El material del aislante térmico tendrá una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico está en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales serán compatibles; o, en caso contrario se dispondrá una capa separadora entre ellos.

Cuando el aislante térmico se dispone encima de la capa de impermeabilización y queda expuesto al contacto con el agua, dicho aislante tendrá unas características adecuadas para esta situación.

- **Capa de impermeabilización.**

Se impermeabiliza la cubierta con **policloruro de vinilo plastificado**, siguiendo las siguientes especificaciones.

- Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- Cuando la cubierta no tenga protección, deben utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.
- Cuando se utilicen sistemas no adheridos, debe emplearse una capa de protección pesada.

Condiciones de los puntos singulares.

En cubiertas planas como las de este proyecto deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

- **Juntas de dilatación**

Como la existente en el edificio de servicios.

Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45º aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.

Cuando la capa de protección sea de solado fijo, deben disponerse juntas de dilatación en la misma. Estas juntas deben afectar a las piezas, al mortero de agarre y a la capa de asiento del solado y deben disponerse de la siguiente forma:

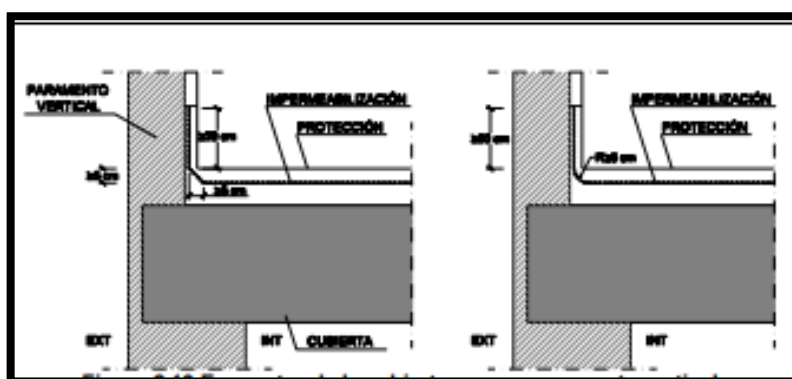
- a) coincidiendo con las juntas de la cubierta;
- b) en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes;
- c) en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.

En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

- **Encuentro de la cubierta con un paramento vertical.**

La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la.

El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.



Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- a) mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;

- b) mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
- c) mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

- Encuentro de la cubierta con el borde lateral

El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:

a) prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;

b) disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

- Encuentro de la cubierta con sumidero o canalón.

El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.

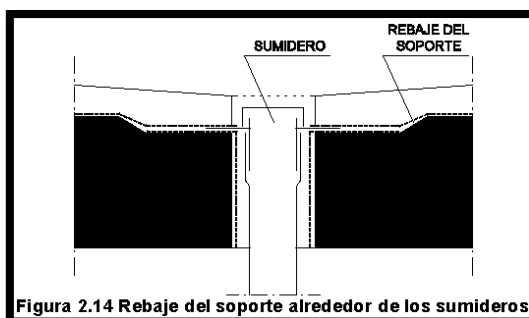


Figura 2.14 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros

La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.

La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.

Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

12.1.5. Dimensionado de canaletas.

El diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos debe ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deben ser los que se indican en la tabla 3.3.

Grado de impermeabilidad del muro	Pendiente mínima en %	Pendiente máxima en %	Sumideros
1	5	14	1 cada 25 m ² de muro
2	5	14	1 cada 25 m ² de muro
3	8	14	1 cada 20 m ² de muro
4	8	14	1 cada 20 m ² de muro
5	12	14	1 cada 15 m ² de muro

Para un grado de impermeabilidad del muro de 2 se coloca un sumidero cada 25 m² y la pendiente de la canaleta será del 5 %.

12.2. Sección HS-2. Recogida y evacuación de residuos.

Esta sección se aplica a los edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos. 2 Para los edificios y locales con otros usos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.

12.2.1. Diseño y dimensionado.

La instalación debe disponer como mínimo de un almacén de contenedores de edificio para las fracciones de los residuos que tengan recogida puerta a puerta, y, para las fracciones que tengan recogida centralizada con contenedores de calle de superficie, debe disponer de un espacio de reserva en el que pueda construirse un almacén de contenedores cuando alguna de estas fracciones pase a tener recogida puerta a puerta.

El almacén y el espacio de reserva, en el caso de que estén fuera del edificio, deben estar situados a una distancia del acceso del mismo menor que 25 m.

- Superficie útil:

La superficie útil del almacén debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$S = 0,8 \cdot P \cdot \sum (T_f \cdot G_f \cdot C_f \cdot M_f)$$

Siendo

- S la superficie útil [m²];
- P el número estimado de ocupantes habituales del edificio que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles;
- T_f el período de recogida de la fracción [días];
- G_f el volumen generado de la fracción por persona y día [dm³ / (persona·día)], que equivale a los siguientes valores:
 - o Papel / cartón 1,55
 - o Envases ligeros 8,40
 - o Materia orgánica 1,50
 - o Vidrio 0,48
 - o Varios 1,50
- C_f el factor de contenedor [m² / l], que depende de la capacidad del contenedor de edificio que el servicio de recogida exige para cada fracción y que se obtiene de la tabla 2.1;

Capacidad del contenedor de edificio en l	C _r en m ² /l
120	0,0050
240	0,0042
330	0,0036
600	0,0033
800	0,0030
1.100	0,0027

- **M_f** un factor de mayoración que se utiliza para tener en cuenta que no todos los ocupantes del edificio separan los residuos y que es igual a 4 para la fracción varios y a 1 para las demás fracciones.

$$S_R = 150 \cdot ((1 \cdot 0,039) + (1 \cdot 0,060) + (1 \cdot 0,005) + (1 \cdot 0,012) + (4 \cdot 0,038))$$

$$S_R = 40,2 \text{ m}^2$$

De acuerdo con lo establecido en el Apartado 2.1.2.2 de esta Sección, se dispondrá de un espacio de reserva de 40,2 m² y este espacio se situará en el exterior del edificio, pero dentro de la propia parcela.

12.3. Sección HS-3. Calidad del aire interior.

Según el ámbito de aplicación de esta sección que dice "Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos" no es de aplicación en este proyecto.

12.4. Sección HS-4. Suministro de agua.

En el presente Proyecto se cumple con lo establecido en la Sección HS 4: Suministro de agua, del Documento Básico HS Salubridad. Para garantizar el cumplimiento se han seguido los puntos del Apartado 1.2: Procedimiento de verificación.

Se puede encontrar los cálculos realizados en el Anejo N° 22 "Instalación de fontanería y A.C.S." y ver los planos "19.1, 19.2 y 19.3" donde se establece la disposición de los distintos elementos que las componen.

12.5. Sección HS-5. Evacuación de aguas.

En el presente Proyecto se cumple con lo establecido en la Sección HS 5: Evacuación de aguas, del Documento Básico HS Salubridad. Para garantizar el cumplimiento se han seguido los puntos del Apartado 1.2: Procedimiento de verificación.

Se puede encontrar los cálculos realizados en el Anejo N° 23 “Instalación de saneamiento” y ver los planos “20.1 y 20.2” donde se establece la disposición de los distintos elementos que las componen.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre de 1997, sobre DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, se establece la obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en las obras, clasificando su contenido en Proyecto o Estudio Básico.

Atendiendo a las características de: mano de obra, trabajos a realizar y presupuesto, previstos para la obra contemplada en el presente Proyecto, se desarrollará un Estudio de Seguridad y Salud que servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales.

14. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

14.1. Modalidad de la ejecución.

La ejecución de las obras del presente Proyecto se realizará por Contrata.

14.2. Clasificación del contratista.

La clasificación requerida a Contratista adjudicatario de la ejecución del presente Proyecto, se realiza según los artículos 25 y 26 del Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre).

Teniendo en cuenta el presupuesto total y la naturaleza de las obras incluidas, la clasificación exigible al contratista se recoge a continuación.

Grupo	Subgrupo	Categoría
A-Movimiento de tierras	1	D
C-Edificaciones	2	E
E-Hidráulicas	7	E
G-Viales y pistas	7	E

14.3. Plazo de ejecución.

Considerando a partir del momento de firma del acta de comprobación del replanteo y con la disponibilidad de todas las autorizaciones pertinentes, el plazo de ejecución considerado como necesario y suficiente para la terminación de las obras contempladas en el presente proyecto es de: **11 meses**.

Se pueden consultar todos los datos relativos al plan de obras en el Anejo Nº 26 “Plan de obras”.

15. DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PRESENTE PROYECTO.

Documento Nº 1: Memoria.

Anejo 1: Información general del municipio.

Anejo 2: Estudio de alternativas.

Anejo 3: Estudio climatológico.

Anejo 4: Estudio geológico y edafológico.

Anejo 5: Estudio geotécnico.

Anejo 6: Especies vegetales y suelo artificial

Anejo 7: Necesidades de riego.

Anejo 8: Diseño del sistema de aspersión.

Anejo 9: Cálculo de la red hidráulica.

Anejo 10: Cálculo del depósito de almacenamiento.

Anejo 11: Cálculo del sistema de impulsión.

Anejo 12: Cálculo de la arqueta de bombeo.

Anejo 13: Cabezal de riego. Elementos.

Anejo 14: Red de evacuación de aguas pluviales.

Anejo 15: Cálculo estructural de la grada.

Anejo 16: Cálculo estructural del edificio de servicios.

Anejo 17: Cálculo estructural del cabezal.

Anejo 18: Diseño del parking.

Anejo 19: Mobiliario y equipamiento exterior.

Anejo 20: Itinerarios y pavimentos.

Anejo 21: instalación eléctrica en BT.

Anejo 22: Instalación de fontanería y A.C.S.

Anejo 23: Instalación de saneamiento.

Anejo 24: Movimiento de tierras.

Anejo 25: Estudio de gestión de residuos.

Anejo 26: Plan de obra.

Documento Nº 2. Planos.

Plano Nº 1: Situación.

Plano Nº 2: Emplazamiento.

Plano Nº 3.1: Emplazamiento catastral. Municipio.

Plano Nº 3.2: Emplazamiento catastral. Parcela.

Plano Nº 4: Planeamiento urbanístico.

Plano Nº 5: Geológico.

Plano Nº 6: Solapes aspersores.

Plano Nº 7: Instalación de riego.

Plano Nº 8: Depósito de almacenamiento.

Plano Nº 9: Arqueta de bombeo.

Plano Nº 10.1: Alzado cabezal.

Plano Nº 10.2: Planta cabezal.

Plano Nº 11: Evacuación aguas pluviales.

- Plano Nº 12: Estructura grada.
- Plano Nº 13: Estructura edificio servicios.
- Plano Nº 14: Estructura edificio cabezal.
- Plano Nº 15: Parking.
- Plano Nº 16: Mobiliario urbano.
- Plano Nº 17: Itinerarios y pavimentos
- Plano Nº 18.1: Instalación eléctrica. Interior.
- Plano Nº 18.2: Instalación eléctrica. Exterior.
- Plano Nº 18.3: Torres iluminación.
- Plano Nº 18.4: Esquema unifilar.
- Plano Nº 19.1: Instalación fontanería. Planta.
- Plano Nº 19.2: Instalación fontanería. Esquema.
- Plano Nº 19.3: Instalación fontanería. Vista 3D.
- Plano Nº 20.1: Instalación saneamiento. Planta.
- Plano Nº 20.2: Instalación saneamiento. Vista 3D
- Plano Nº 21.1: Edificio servicios. Planta.
- Plano Nº 21.2: Edificio servicios. Alzado.
- Plano Nº 22: Edificio cabezal. Planta y alzado.
- Plano Nº 23: Planta general de la instalación.
- Plano Nº 24: Evacuación e incendios
- Plano Nº 25: Diagrama de Gantt

Documento Nº 3. Pliego de prescripciones.

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Descripción de la obra

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Documento Nº 4. Presupuesto.

Cuadro de mano de obra

Cuadro de maquinaria

Cuadro de materiales

Cuadro de precios Nº 1

Cuadro de precios Nº 2

Presupuestos parciales. Medición

Presupuestos parciales. Presupuesto

Resumen del presupuesto

Documento Nº 5. Estudio de Seguridad y Salud.

16. PRESUPUESTO.

16.1. Precios unitarios.

En los que figuran en los cuadros de precios del Documento Nº 4 "Presupuesto".

16.2. Revisión de precios.

Al ser una obra que se acoge a un plan de inversión auxiliado por un organismo oficial, el calendario de ejecución queda perfectamente definido antes de iniciarse las obras

Además, el breve plazo necesario para la ejecución de la obra, asegura que se podrá cumplir con el calendario establecido, sin que se produzcan retrasos importantes.

Por lo tanto, no se realizará ninguna revisión de precios.

16.3. Presupuesto de la obra.

El **Presupuesto de Ejecución Material** de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de DOS MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y UN MIL NOVECIENTOS SESENTA Y UN euros (2.371.961,00 €).

Aplicando:

<i>Gastos generales (13 %)</i>	308.354,93 €
<i>Beneficio industrial (6 %)</i>	142.317,66 €

El **presupuesto de Ejecución** por Contrata de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de DOS MILLONES OCHOCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS TRENTA Y TRES euros con CINCUENTA Y NUEVE céntimos (2.822.633,59 €)

<i>Suma</i>	2.780.562,63 €
--------------------	-----------------------

Aplicando:

<i>I.V.A. (21 %)</i>	592.753,05 €
----------------------	--------------

El **presupuesto de global de licitación** de las obras que conforman el presente Proyecto, asciende a la cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS QUINCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS euros con SESENTA Y CUATRO céntimos (3.415.386,44 €).

17. CONSIDERACIONES FINALES.

17.1. Obra completa.

De acuerdo con lo indicado en la Legislación de Contratos de las Administraciones Públicas, se hace constar explícitamente que las obras comprendidas en este Proyecto constituyen una obra completa, puede ser entregada al uso general inmediatamente después de terminada.

17.2. Conclusión.

Se considera que con los documentos reseñados se completa a descripción y valoración de las obras y que éstas pueden ser ejecutadas conforme al presente Proyecto.

Valencia, julio de 2.017

PROYECTISTA

César González Pavón

Ingeniero Agrónomo

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA
DE CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MASSAMAGRELL

Documento N° 1

Anejos a la memoria

Índice de anejos

1. Información general del municipio
2. Estudio de alternativas
3. Estudio climatológico
4. Estudio geológico y edafológico
5. Estudio geotécnico
6. Especies vegetales y suelo artificial
7. Necesidades de riego
8. Diseño del sistema de aspersión
9. Cálculo de la red hidráulica
10. Cálculo del depósito de almacenamiento
11. Cálculo del sistema de impulsión
12. Cálculo de la arqueta de bombeo
13. Cabezal de riego. Elementos
14. Red de evacuación de aguas pluviales
15. Cálculo estructural de la grada
16. Cálculo estructural edificio servicios
17. Cálculo estructural del cabezal
18. Diseño del parking
19. Mobiliario y equipamiento exterior
20. Itinerarios y pavimentos
21. Instalación eléctrica en BT
22. Instalación de fontanería y A.C.S.
23. Instalación de evacuación de saneamiento
24. Movimiento de tierras
25. Estudio de gestión de residuos
26. Plan de obra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 1

Información general del municipio

Índice Anejo 1

1.	Introducción.	5
2.	Localización y economía.	5
3.	Demografía.	6
4.	Dotación deportiva actual y problemática.	7
5.	Clasificación y calificación del suelo municipal.	8
6.	Afecciones.	9
6.1.	Derivadas por elementos naturales.	9
6.2.	Derivadas de las infraestructuras.	9
7.	Catastro municipal.	9

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Mapa de la comarca de la Huerta Norte (izq) y mapa de las comarcas colindantes (dcha).	5
Ilustración 2: Pirámide poblacional del municipio de Massamagrell. INE 2017.....	6
Ilustración 3: Campo municipal de Massamagrell (1:2.500). Terrasit, 2017.....	8

1. Introducción.

EL propósito de este primer anejo es ofrecer una información detallada sobre la situación actual del municipio donde se pretende proyectar en diferentes ámbitos. Se van a describir los datos y características más relevantes para este proyecto que actualmente tiene el municipio, así como localización, demografía, dotación deportiva actual y clasificación y calificación del suelo.

2. Localización y economía.

Massamagrell es un municipio español situado al este de la península, mojado por aguas del mar Mediterráneo. Pertenece a la Comunitat Valenciana y se localiza en la provincia de Valencia, concretamente en la comarca de la Huerta Norte (Horta Nord). Su término municipal abarca una superficie de 6,2 km². Para facilitar su ubicación geográfica se adjunta información gráfica en el Plano nº1 "Situación".

El centro del municipio se encuentra próximo al mar unos 4 km en línea recta, aunque su término municipal llega a tocar el mar Mediterráneo en una pequeña franja de playa de apenas 100 m de longitud. La altitud media de éste es de 15 msnm teniendo el punto más alto a 40 msnm. Se sitúa al norte de la ciudad de Valencia a unos 12 km. Los municipios colindantes son; al norte Rafelbunyol y La Pobla de Farnals, al este Massalfasar, al oeste Moncada y al sur Emperador y Albalat del Sorells.

Las comarcas colindantes con la comarca donde se sitúa Massamagrell son; al norte Camp de Morvedre, al oeste Huerta Oeste y al sur Huerta Sur y Valencia.

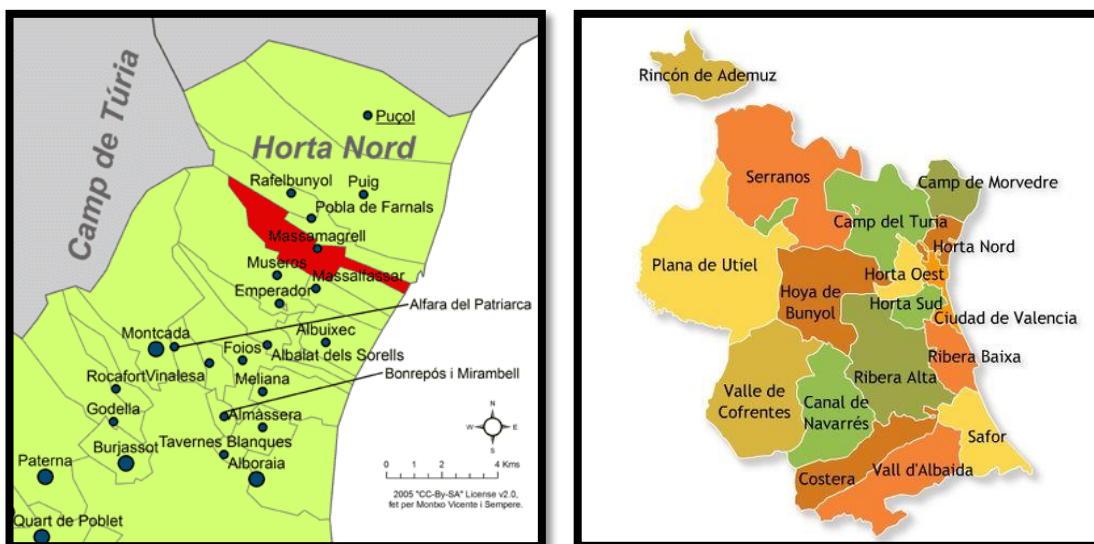


Ilustración 1: Mapa de la comarca de la Huerta Norte (izq) y mapa de las comarcas colindantes (dcha).

Se trata de un municipio orientado económicamente a la industria, el comercio y los servicios como sectores principales, compitiendo con la agricultura. A ellos se debe el fuerte aumento de la población en la última década. Respecto a la ganadería tienen importancia el sector del porcino y el avícola. Aunque tiene costa no cuentan con pesca como actividad económica. Cuenta, en 2016, con un presupuesto medio por habitante de 564,02 €.

El municipio alberga 873 empresas en total donde el 5,84 % pertenecen a la industria, el 14,66 % a la construcción, el 38,26 % al sector servicios y el 41,24 % al comercio, transporte y hostelería.

Respecto a la superficie del mismo, de las 616 ha con las que cuenta, el 22,85 % corresponde a superficie urbana mientras que el 58,64 % es superficie rústica de la cual, más del 85 % es superficie agrícola donde abundan los cultivos frutales representando el 82,24 % de la superficie agrícola.

3. Demografía.

El municipio de Massamagrell ha sufrido en las últimas décadas un cambio importante en el número de habitantes. Ha pasado de contar con una media de 12.000 en la década de los 90 a, en la actualidad, superar los 15.000. En 2016, el INE publica unos resultados sobre el censo del municipio donde se establece la población en 15.574 habitantes, lo que significa una densidad de población de 2.528 hab·km²

El gráfico siguiente corresponde a la pirámide poblacional del municipio, obtenido del INE con los últimos datos de 2016. En él se observa como más de la mitad de la población, tanto hombres como mujeres, tienen menos de 40 años. Exactamente esta cifra es de 7.423 habitantes. Esta categoría poblacional es la que, en su mayoría, hará uso de las instalaciones que se proponen construir en el municipio.

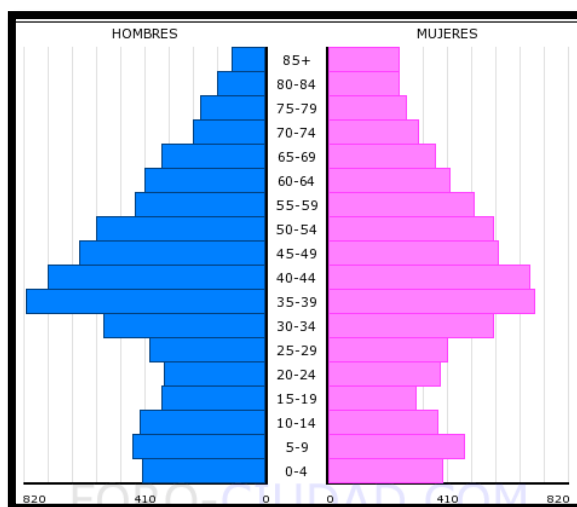


Ilustración 2: Pirámide poblacional del municipio de Massamagrell. INE 2017.

4. Dotación deportiva actual y problemática.

El punto clave de estudio de este municipio para el proyecto que se presenta es conocer a día de hoy la dotación deportiva con la que cuenta. Es importante saber con qué infraestructuras deportivas cuenta tanto de ente público como privado con el fin de poder justificar la ejecución del proyecto que se presenta.

Como se ha visto con anterioridad, se trata de un municipio con un porcentaje de población joven bastante elevado y que ha sufrido un aumento de población considerable en los últimos años.

En la actualidad, en el municipio existen diversas instalaciones deportivas municipales gestionadas por el *Àrea d'Esports de l'Ajuntament de Massamagrell* como son:

- **Polideportivo municipal:** situado en la C/ Molí de Baix cuenta con instalaciones de baloncesto, fútbol sala y frontenis.
- **Piscina Municipal:** Situada en la Av. Magdalena, solamente está disponible en la temporada de verano.
- **Campo de fútbol Municipal:** situado en la Av. Nàquera cuenta con unas dimensiones de 90 x 63 m con una capacidad de unos 500 espectadores sentados.
- **Mini trinquet municipal:** situado en C/ Molí de Baix.
- **Cancha polideportiva cubierta:** Donde se llevan a cabo actividades de Baloncesto y fútbol sala.

Existen también instalaciones deportivas de carácter privado, pero ninguna de ellas se trata de un campo de fútbol de césped natural o artificial ni de fútbol 8 ni de fútbol 11.

De todas las instalaciones que se han mencionado, únicamente una da la posibilidad de albergar partidos de fútbol. Ésta se trata de un campo de fútbol de dimensiones 90 x 63 m de terreno de juego de césped artificial y un aforo de unos 500 espectadores situado en la Av. De Naquera que se muestra en la siguiente imagen satélite. Las demás instalaciones deportivas se dedican a otro tipo de deportes y actividades.



Ilustración 3: Campo municipal de Massamagrell (1:2.500). Terrasit, 2017.

Actualmente en el municipio existen dos clubes de fútbol: el C.D. Fútbol Massamagrell y el C.D. Fútbol San Lorenzo sumando entre ambos clubes un total de 31 equipos, por lo que la actual instalación deportiva comienza a ser insuficiente frente a tal demanda de equipos.

Contando con que cada equipo puede tener hasta 22 jugadores federados, esto resulta casi 700 jugadores de fútbol para un solo campo. Además, el mayor problema que se presenta es el de los entrenamientos semanales. Cada equipo entrena una media de 3 días por semana unas 2 horas por entrenamiento por lo que no existen horas suficientes para que cada equipo haga los entrenamientos de manera cómoda y espaciada en el tiempo.

Por ello, con el campo municipal que se presenta se pretende descongestionar esta demanda de equipos de fútbol que tiene saturado a día de hoy el campo municipal actual y, además, darle un valor añadido a la calidad del juego al tratarse de una superficie natural con la que pocos clubes de categorías regionales o ayuntamiento de la Comunitat cuentan en estos momentos.

5. Clasificación y calificación del suelo municipal.

La instalación deportiva está prevista que sea gestionada y ejecutada por el Ayuntamiento de Massamagrell. Es por ello por lo que la parcela donde se sitúe la instalación deba estar calificada como dotacional y clasificada como urbanizable. Haciendo uso del servicio *TerraSIT* se busca la información acerca de la calificación y clasificación del suelo en el municipio. En el Plano N° 4 “Planeamiento urbanístico” se aporta la información gráfica sobre calificación y clasificación del terreno en el término municipal.

Como se puede observar en el plano, éste alberga distintas parcelas calificadas como suelo dotacional donde se podría ubicar la instalación. El Anejo N° 2 “Estudio de

alternativas” alberga las distintas parcelas con las características anteriores donde podría ejecutarse la obra.

6. Afecciones.

La información obtenida sobre este punto se ha consultado la cartografía de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (CITMA).

6.1. Derivadas por elementos naturales.

No existen en la zona de la parcela ni en zonas cercanas a ella ningún yacimiento arqueológico, ríos o ramblas, vías pecuarias que puedan cuestionar la ejecución de la obra.

6.2. Derivadas de las infraestructuras.

Es importante conocer, a la hora de hacer un proyecto de estas características, las infraestructuras existentes cercanas a la parcela. Muchas de éstas facilitarán la puesta en marcha del proyecto como puede ser el equipamiento energético o hídrico y otras harán que se justifique su localización por su accesibilidad tanto al municipio como a la parcela en concreto como puede ser a red de carreteras tanto de la Comunitat como estatales o la existencia o no de red de ferrocarril o transporte público urbano.

- Equipamiento energético: línea de alta tensión cercana a la parcela
- Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana: Por dentro del municipio cruza la línea 3 de Metrovalencia, en concreto por una calle paralela a la parcela denominada C/ Figueres.
- Afecciones por carreteras de la Comunitat: cercana a la parcela, no existe ninguna zona de protección por carreteras de la Comunitat Valenciana.
- Afecciones por carreteras del Estado: cercana a la parcela, no existe ninguna zona de protección por carreteras de la Estado.

7. Catastro municipal.

En el plano N° 3.1 “Emplazamiento catastral. Municipio” se puede ver el catastro del municipio de Massamagrell.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 2

Estudio de alternativas

Índice Anejo 2

1.	Introducción.	5
2.	Metodología.....	5
3.	Localización de la parcela.....	5
3.1.	Descripción de las alternativas.....	5
3.2.	Elección de indicadores.....	8
3.3.	Obtención de la solución adoptada.....	9
4.	Geometría de las construcciones y distribución en parcela.....	9
4.1.	Descripción de las alternativas.....	9
4.2.	Elección de los indicadores.....	11
4.3.	Obtención de la solución adoptada.....	11
5.	Sistema de drenaje del terreno de juego.....	12
5.1.	Descripción de las alternativas.....	12
5.2.	Elección de los indicadores.....	13
5.3.	Obtención de la solución adoptada.....	14
6.	Conclusiones.....	14

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1: Parcela de la propuesta 1. Terrasit, 2017.6

Ilustración 2: Parcela de la propuesta 2. Terrasit, 2017.7

Ilustración 3: Parcela de la propuesta 3. Terrasit, 2017.8

Tabla 1: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.8

Tabla 2: Resultados del estudio de alternativas.9

Tabla 3: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.11

Tabla 4: Resultados del estudio de alternativas..12

Tabla 5: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.14

Tabla 6: Resultados del estudio de alternativas..14

1. Introducción.

La finalidad de este anejo es estudiar las alternativas de localización que han conducido a escoger la descrita en este proyecto. Se analizan a continuación las variables seguidas que han llevado a la toma de la decisión final.

2. Metodología.

Para llevar a cabo un proyecto, deben tomarse una serie de decisiones para poder resolver el problema de modo que la solución adoptada finalmente sea la más adecuada. A continuación, se procede a realizar el estudio comparativo de cada una de las soluciones propuestas. Para tal fin se ha utilizado el método multicriterio denominado “Valor Técnico Ponderado” (VTP), que consiste en:

- Definir las alternativas.
- Elegir los indicadores o criterios para valorar los aspectos fundamentales en la elección de la solución más adecuada.
- Aplicación del peso de cada indicador en función de su importancia.
- Puntuación, en una escala de 0 a 10, de cada indicador que se le otorga a cada una de las alternativas.
- Obtención del VTP mediante a expresión:

$$VTP = \frac{\sum_{j=1}^n p_j \cdot x_{ij}}{p_{m\acute{a}x} \cdot \sum_{j=1}^n p_j}$$

Donde la solución más adecuada será aquella que más VTP obtenga al final del estudio de alternativas.

3. Localización de la parcela.

Dentro del mismo municipio de Massamagrell se han localizado 3 parcelas de interés donde podría acabar ubicándose la instalación deportiva. En este punto se expone su localización y se evalúa la idoneidad de cada una de ellas.

3.1. Descripción de las alternativas.

Alternativa 1: Se trata de una parcela donde en la actualidad no existe ninguna edificación ni instalación. Tiene forma rectangular con unas dimensiones de 145 x 95 m (13.775 m²). La parcela está situada entre la Av. De Blasco Ibáñez y la C/ Jacinto Benavente, al oeste del municipio. El suelo en esta parcela está clasificado como urbanizable. Está situada en la misma calle donde se ubica el actual campo de fútbol de municipal.

No existen grandes edificaciones que envuelvan la parcela en ninguno de sus lados, por lo que no existirán zonas con grandes sombras. La morfología que adoptan sus dimensiones son rectangulares.

En cuanto a la topografía de la parcela, en ella existe una diferencia de cotas máxima que adopta un valor de 1,58 m.

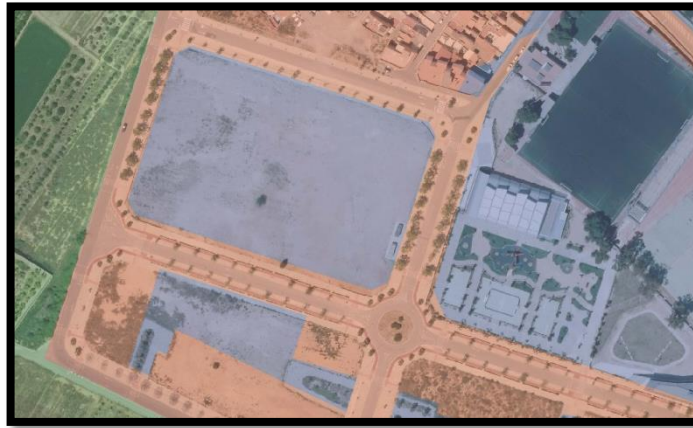


Ilustración 1: Parcela de la propuesta 1. Terrasit, 2017.

Alternativa 2: Se trata de nuevo de una parcela donde no existe nada en la actualidad. Su forma vuelve a ser rectangular con unas dimensiones de 85 x 105 m ($S = 8.925 \text{ m}^2$). Se sitúa entre la Av. de Valencia y la Av. de Joan Fuster, en la cara sur de la localidad.

Como se observa en la imagen, en la parte derecha de la parcela existe un parque, lo que resta superficie al total de la parcela. El suelo en esta parcela está clasificado como urbanizable. La morfología que adopta respecto a sus dimensiones es prácticamente cuadrada.

No existen grandes edificaciones que envuelvan la parcela en ninguno de sus lados, por lo que no existirán zonas con grandes sombras. Únicamente, los árboles del parque anexo podrían hacer algo de sombra en la parte este de la parcela.

En cuanto a la topografía de la parcela, en ella existe una diferencia de cotas máxima que adopta un valor de 0,87 m.

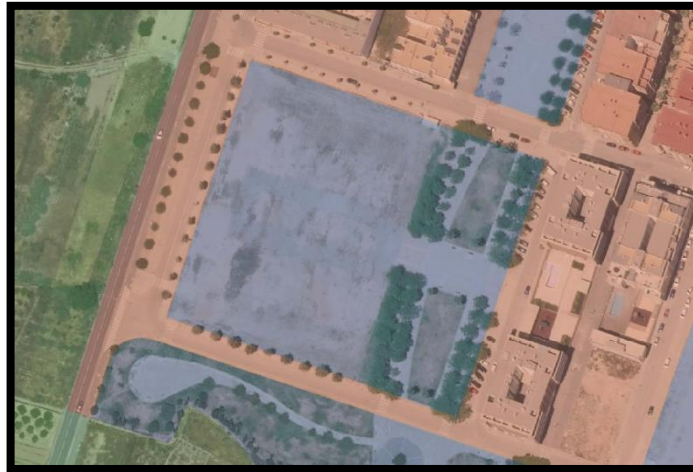


Ilustración 2: Parcela de la propuesta 2. Terrasit, 2017.

Alternativa 3: Por último, se trata de una parcela donde tampoco existe ningún tipo de edificación ni instalación. Su forma es rectangular adoptando unas dimensiones de 132 x 135 m ($S = 17.820 \text{ m}^2$). Situada junto a la parcela de la alternativa 2, concretamente entre la Av. de Valencia y la C/ del Llaurador Valencià. El suelo en esta parcela está clasificado como urbanizable.

No existen grandes edificaciones que envuelvan la parcela en ninguno de sus lados, por lo que no existirán zonas con grandes sombras. La morfología que adopta respecto a sus dimensiones es prácticamente cuadrada.

En cuanto a la topografía de la parcela, en ella existe una diferencia de cotas máxima que adopta un valor de 0,14 m.

Actualmente se utiliza como aparcamiento de coches donde la zona más al sur está inutilizada por tener matorrales y malas hierbas que impiden el acceso.



Ilustración 3: Parcela de la propuesta 3. Terrasit, 2017.

3.2. Elección de indicadores.

Después de haber definido las posibles soluciones, se seleccionará la más adecuada en base a los siguientes criterios:

- **Superficie de la parcela:** se valorará que tenga una extensión suficiente como para albergar el terreno de juego y todas las instalaciones anexas como gradas, vestuarios, baños, etc.
- **Morfología de la parcela:** Se valorará positivamente que tenga una forma cuadrada o muy similar, es decir, que sus dimensiones de longitud sean muy similares a las de anchura. Esto es debido a que, al margen de tener suficiente superficie, si ésta no está distribuida como se desea, el terreno de juego no entrará en ella pese a tener una superficie suficiente. Este se trata de un factor eliminatorio en el caso de no cumplirse ya que no podría tener lugar la construcción de ninguno de los modos.
- **Accesibilidad:** Se valora positivamente que este situada en el núcleo del municipio con el fin de facilitar a jugadores y público la llegada a la instalación tanto por carretera como por transporte público.
- **Topografía:** Debido a que el fin es construir un campo de fútbol, el cual es prácticamente plano, si la parcela tiene poco desnivel, esto hará bajar los costes de movimientos de tierras previos y facilitará las obras posteriores.
- **Zonas sombreadas:** Por ser un campo de fútbol de césped natural, se valorará negativamente que la parcela tenga un porcentaje elevado de zona sombreada durante el día. Esto provocará una pérdida de calidad en la cubierta vegetal y supondrá unos mayores costes de mantenimiento.

El peso atribuido a cada indicador es el siguiente:

Tabla 1: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.

Indicador	Peso
Superficie	9

Morfología	10
Accesibilidad	7
Topografía	7
Zonas sombreadas	8

3.3. Obtención de la solución adoptada.

Tabla 2: Resultados del estudio de alternativas.

Indicador	Peso	A1		A2		A3	
		Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP
Superficie	9	5	0,12	8	0,20	9	0,22
Morfología	10	0	0	7	0,17	9	0,22
Accesibilidad	7	7	0,17	7	0,17	7	0,17
Topografía	7	6	0,15	6	0,15	7	0,17
Zonas sombreadas	8	8	0,20	8	0,20	8	0,20
Total	41		0,64		0,89		0,98

Como se observa en la tabla anterior, la **Alternativa 3** es la mejor valorada según los indicadores expuestos. Se obtiene de ella un valor VTP de 0,98 y por consiguiente es la solución adoptada más óptima de las 3.

Esta opción presenta un equilibrio entre la superficie disponible para construir, la posibilidad de colocar el terreno de juego en cualquier posición y el reducido movimiento de tierras y obras previas a realizar.

4. Geometría de las construcciones y distribución en parcela.

Al margen del terreno de juego, la instalación deportiva cuenta con una serie de edificaciones y elementos constructivos. Estos elementos pueden ejecutarse en distintas zonas dentro de la parcela y con diferentes geometrías.

Cabe decir, antes de describir las alternativas, que todas ellas, queden como queden distribuidas se llevarán a cabo en hormigón armado (HA) debido a que se trata de edificaciones que van a utilizarse como vestuarios, baños, cafeterías donde se producen una cantidad de vapores de agua importantes que en el caso de realizarse en acero condensarían y provocarían problemas de humedades o por el contrario habría que considerar una serie de aislantes que encarecerían el proyecto innecesariamente.

4.1. Descripción de las alternativas.

Se va a plantear la distribución en parcela y geometría de las siguientes edificaciones: 2 baños, 4 vestuarios, 1 cafetería, 1 oficina, 1 cabezal de riego, 1 grada con capacidad para 1.400 personas sentadas, 1 depósito de aguas pluviales y 1 arqueta de bombeo.

Alternativa 1: En esta primera opción se plantea juntar las edificaciones correspondientes a los baños, vestuarios, cafetería y oficinas en un mismo edificio de 1 planta con una luz constante, ubicado en la cara norte de la parcela con salidas enfocadas al terreno de juego. Esta alternativa plantea simplificar la construcción de los mismos, optimizando tiempos tanto en la redacción del proyecto como en la ejecución en obra. Además, se trata de una distribución muy típica de los campos de fútbol municipales de la Comunitat Valenciana.

Por otro lado, se excavaría un depósito de almacenamiento de aguas pluviales con el fin de que se pueda llevar a cabo el riego una parte de la temporada mediante aguas de este tipo. Al estar enterrado no se requeriría de un bombeo extra para guardar las aguas del drenaje en su interior, ya que estas llegarían por gravedad hasta él. Junto a éste, también enterrada, se colocaría una arqueta donde se ubicaría el grupo de bombeo y válvulas requeridas. Encima del mismo, se proyecta el cabezal de riego que debe tener las dimensiones suficientes como para englobar el sistema de automatismos, la estación de filtrado y la de fertirrigación.

Por último, la grada con una capacidad definida se plantea que se haga en hormigón prefabricado, por la simplificación que conlleva su cálculo. Esta se ubicaría en la parte sur de la parcela.

Las dimensiones de todas estas edificaciones se definirían según lo que se considere en cada punto del proyecto.

Alternativa 2: Como segunda opción se plantea hacer de forma individual las edificaciones correspondientes a baños, vestuarios, cafetería y oficinas estando estas distribuidas por los anexos del terreno de juego. Esta alternativa plantea un mayor coste de tiempo en cálculo en la fase de proyecto y en la de ejecución de las obras. Como ventaja frente a la anterior plantea que cada uno de los edificios podría tener unas dimensiones distintas no importante la luz de cada uno al encontrarse en ubicaciones distintas.

Por otro lado, el depósito de almacenamiento de aguas pluviales se construiría sobre la superficie, sin necesidad de excavarlo, pero con el hándicap de requerirse un bombeo extra, además del necesario para los aspersores, para recoger las aguas pluviales del sistema de drenaje. La arqueta, en este caso no existiría y se ubicarían las bombas dentro del cabezal de riego junto con todos los demás elementos ahorrándose así una construcción.

La grada en este caso se llevaría a cabo en hormigón armado pudiendo así otorgarle distintas formas a la misma que mejorarían la visión desde ella. Esta se ubicaría en la parte sur de la parcela de igual manera que en la Alternativa 1.

Las dimensiones de todas estas edificaciones se definirían según lo que se considere en cada punto del proyecto.

Alternativa 3: Por último, la alternativa 3 plantea hacer unificar en una construcción de 2 plantas los baños, vestuarios, cafetería y oficinas estando estas distribuidas por los anexos del terreno de juego. Esta alternativa plantea un mayor coste de tiempo en cálculo en la fase de proyecto y en la de ejecución de las obras, pero una mayor optimización del espacio de la parcela. Además, habría que sumarle un mecanismo elevador para poder acceder a la planta de arriba. Aquí nuevamente todas las edificaciones tendrían la misma luz.

El depósito de aguas pluviales se proyectaría enterrado, como en la alternativa 1, pero no requeriría de arqueta ya que el grupo de bombeo estaría en su interior en cámara húmeda. Esto ahorra una excavación, pero, por otro lado, dificulta las tareas de mantenimiento tanto del depósito como del grupo de bombeo siendo necesaria una estructura de elevación para poder extraerlas.

La grada en este caso sería como la alternativa 1. Las dimensiones de todas estas edificaciones se definirían según lo que se considere en cada punto del proyecto.

4.2. Elección de los indicadores.

Después de haber definido las posibles soluciones, seleccionará aquella que sea más adecuada en base a los siguientes criterios.

- **Simplificación del proyecto:** se valorará positivamente la simplificación en la fase de proyecto del dimensionado de las construcciones.
- **Tiempo de ejecución:** Se valorará positivamente la rapidez en la ejecución de las estructuras.
- **Coste económico:** Se valorará el menor coste económico de ejecución y de mantenimiento.
- **Comodidad y accesibilidad:** se valora positivamente la comodidad de las instalaciones para los jugadores y público además de que la accesibilidad de los mismos que no plantee un hándicap para minusválidos.

El peso atribuido a cada indicador es el siguiente:

Tabla 3: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.

Indicador	Peso
Simplificación	9
Tiempo ejecución	8
Coste económico	8
Comodidad y Accesibilidad	10
TOTAL	35

4.3. Obtención de la solución adoptada.

En la siguiente tabla se muestra la puntuación considerada para cada alternativa y el VTP resultante:

Tabla 4: Resultados del estudio de alternativas..

Indicador	Peso	A1		A2		A3	
		Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP
Simplificación	9	9	0,26	6	0,17	7	0,20
Tiempo ejecución	8	7	0,20	6	0,17	6	0,17
Coste económico	8	8	0,23	7	0,20	7	0,20
Comodidad y Accesibilidad	10	9	0,26	9	0,26	7	0,20
TOTAL	35		0,95		0,80		0,77

Por tanto, la **alternativa 1** sería la mejor valorada al obtener un valor **VTP de 0,95** y por consiguiente la solución adoptada como óptima.

5. Sistema de drenaje del terreno de juego.

Uno de los puntos clave de este proyecto es el sistema de drenaje del terreno de juego. Como punto importante que es, merece un estudio exhaustivo de la mejor solución para su ejecución. Éste le otorga un valor añadido al proyecto frente a otros de su misma índole al poder abastecerse de agua de riego durante una porción del año a partir de aguas pluviales recogidas en la misma instalación. Es por ello, que a continuación, se van a barajar algunas de las posibilidades que se pueden plantear para sistema de drenaje de un campo deportivo con el fin de obtener el mejor resultado de los indicadores planteados.

5.1. Descripción de las alternativas.

Alternativa 1: Esta primera conlleva colocar una capa de arena sobre el terreno permeable existente sin que este esté compactado. La construcción se realiza del siguiente modo. La capa de enraizamiento se sitúa directamente sobre el subsuelo. El mezclado mediante laboreo de la parte inferior de la capa de enraizamiento con la parte superior del subsuelo. Este garantiza el movimiento vertical del agua y que la planta tenga la posibilidad de disponer de una reserva de agua y nutrientes en la mezcla.

Las fases de construcción que conlleva este sistema de drenaje son las siguientes:

- Nivelación del terreno.
- Formación de la capa de enraizamiento de 120 mm de espesor.
- Mezclado mediante laboreo de la parte inferior de la capa de enraizamiento con la parte superior del subsuelo.
- Nivelación final de la capa de enraizamiento
- Siembra

Alternativa 2: esta propuesta de sistema de drenaje recibe el nombre de “*Nivel freático suspendido*”. Este sistema constructivo presenta las máximas prestaciones, pero por el contra, tiene un coste mayor que la alternativa 1. En un nivel freático suspendido el agua se halla disponible para las raíces ocupando los poros de la capa de enraizamiento situada sobre la capa drenante de grava depositada encima de la capa del subsuelo previamente compactada y, por tanto, impermeable.

Se trata del sistema más utilizado para campos de fútbol. La capa de sellado actúa como una esponja que retiene el agua en la parte inferior saturada, obligando así a las raíces a desarrollarse en profundidad, en busca del agua y de los nutrientes disueltos. En la zona superficial de la capa de enraizamiento no saturada de agua las raíces disponen del aire necesario para su respiración.

Se aplica sobre subsuelos compactados en los que se instalan en zanjas las tuberías de drenaje (drenes) y sobre estas últimas una capa de grava.

Las fases de construcción que conlleva este sistema de drenaje son las siguientes:

- Compactación del subsuelo.
- Colocación de las tuberías de drenaje y colectores dándoles la pendiente considerada.
- Capa de grava de 150 mm encima de las tuberías de drenaje.
- Capa de sellado de 100 mm de arena de naturaleza no caliza.
- Capa de enraizamiento de 250 mm de arena más fina que la anterior de naturaleza no caliza.

Alternativa 3: Consistiría en no realizar ninguna tarea para el sistema de drenaje únicamente cambiando el suelo de la primera capa de enraizamiento (250 mm) y dejando que el agua se infiltre a las capas del subsuelo sin ningún sistema de mejora del mismo. Sin duda, es el más económico y que menos tiempo se ha de invertir en fase de proyecto y en ejecución en obra.

5.2. Elección de los indicadores.

Después de haber definido las posibles soluciones, seleccionará aquella que sea más adecuada en base a los siguientes criterios.

- **Mayor capacidad drenante:** se valorará positivamente la capacidad drenante y velocidad de evacuación de cada sistema.
- **Adecuación al cultivo:** Se valorará positivamente el bien que pueda otorgarle a la superficie verde el sistema de drenaje.
- **Coste económico:** Se valorará el menor coste económico de ejecución y de mantenimiento.

- **Tiempo requerido:** Se valora positivamente el tiempo invertido el proyecto para su diseño y en ejecución.

El peso atribuido a cada indicador es el siguiente:

Tabla 5: Peso atribuido a cada indicador en el estudio VTP.

Indicador	Peso
Capacidad drenante	10
Adecuación al cultivo	9
Coste económico	8
Tiempo requerido	5
TOTAL	32

5.3. Obtención de la solución adoptada.

En la siguiente tabla se muestra la puntuación considerada para cada alternativa y el VTP resultante:

Tabla 6: Resultados del estudio de alternativas..

Indicador	Peso	A1		A2		A3	
		Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP
Capacidad drenante	10	7	0,22	9	0,28	3	0,09
Adecuación al cultivo	9	7	0,22	9	0,28	6	0,19
Coste económico	8	7	0,22	5	0,16	8	0,25
Tiempo requerido	5	4	0,13	4	0,13	5	0,16
TOTAL	32	-	0,79	-	0,85	-	0,69

Por tanto, la alternativa 2 sería la mejor valorada al obtener un valor VTP de 0,85 y por consiguiente la solución adoptada como óptima.

6. Conclusiones.

Del análisis de alternativas planteado para las principales variables del diseño de la instalación se obtienen tienen las siguientes soluciones adoptadas.

- La parcela seleccionada para ser ubicada la instalación contara con una superficie de 17.975 m², siendo prácticamente llana y sin edificaciones grandes cercanas que puedan ocasionar sombra y problemas en las especies vegetales.
- Las construcciones correspondientes a los baños, vestuarios, cafetería y oficina se llevarán a cabo en un mismo edificio de una planta en hormigón armado. Todo el edificio se trazará paralelo al terreno de juego en la cara norte del mismo siendo así paralelo a la banda norte del terreno.

- El depósito se proyecta enterrado por ser la solución donde menos accesible queda para el público, menos entorpece en los pasos y accesos y no requiere de bombeo extra para almacenar las aguas de lluvia.
- Junto al depósito se hará una arqueta también enterrada donde estará el grupo de bombeo. Encima del mismo se construirá el cabezal de riego, en hormigón armado también. Todos ellos ubicados en la esquina S-E de la parcela.
- Por último, la grada se construirá en hormigón prefabricado con una capacidad para 1.400 espectadores sentados y cubierta con una chapa de acero anclada al suelo mediante vigas de acero.
- El sistema de drenaje seleccionado permitirá recoger las aguas de lluvia y almacenarlas en el depósito subterráneo. Además, de los 3 sistemas es el que mayor capacidad drenante tiene, que, a fin de cuentas, es el objetivo principal de su instalación.

Existen otras variables que no se analizan en este anejo debido a que no resultan relevantes para el diseño de la instalación o que simplemente, por normativa, no plantean alternativa o por decisión propia del promotor no plantean alternativa posible.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 3

Estudio climatológico

ÍNDICE ANEJO 3

1.	Introducción.	6
2.	Datos meteorológicos.	6
2.1.	Temperaturas.	6
2.2.	Pluviometría.	7
2.3.	Evapotranspiración de referencia (ET_0).	7
2.4.	Humedad.	10
2.5.	Velocidad del viento.	10
2.6.	Horas de sol y radiación.	10
3.	Índices climáticos.	11
3.1.	Índice de Lang.	11
3.2.	Índice de Martonne.	11
3.3.	Índice de Dantin – Revenga.	12
4.	Clasificaciones climáticas.	13
4.1.	Clasificación según UNESCO-FAO.	13
4.2.	Clasificación climática de Thornthwaite.	15
4.2.1.	Determinación del índice de humedad (I_m)	15
4.2.2.	Calculo de ET_p según Thornthwaite.	16
4.2.3.	Eficacia térmica.	18
4.2.4.	Variación estacional de la humedad	18
4.2.5.	Concentración térmica en verano (CTV)	19
4.2.6.	Resultado.	19
4.3.	Clasificación climática de Papadakis.	19

4.3.1. Clasificación de invierno.....	20
4.3.2. Clasificación de verano.	20
4.3.3. Régimen de humedad.	21
4.3.4. Resultado.....	23
5. Resumen clasificaciones de clima.....	23

Índice de Tablas

Tabla 1: Ubicación estación datos meteorológicos.....	6
Tabla 2: Datos medios mensuales de Temperatura.	6
Tabla 3: Datos medios mensuales de pluviometría.	7
Tabla 4: Datos medios mensuales para la evapotranspiración de referencia.	7
Tabla 5: Datos medios diarios para la evapotranspiración de referencia.....	7
Tabla 6: Valores medios mensuales de humedad relativa.....	10
Tabla 7: Valores medios mensuales de velocidad del viento.	10
Tabla 8: Valores medios mensuales de horas de sol acumuladas e irradiación.	10
Tabla 9: Interpretación de los valores para el índice de Lang.....	11
Tabla 10: Interpretación de los valores para el índice de Martonne.	12
Tabla 11: Interpretación de los valores para el índice de Dantin-Revenga.....	12
Tabla 12: Resultados y clasificación mensual para la clasificación de UNESCO-FAO14	
Tabla 13: Valores de K1 para el cálculo del índice xerométrico en función de la HR. 14	
Tabla 14: Resultados para la obtención del índice xerométrico anual.....	15
Tabla 15: Valores de cálculo para el índice de Thornthwaite.....	16
Tabla 16: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.	17
Tabla 17: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.	18
Tabla 18: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.	18
Tabla 19: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.	19
Tabla 20: Valores de interpretación para el índice de Papadakis.	20
Tabla 21: Valores de interpretación para el índice de Papadakis.	21
Tabla 22: Valores de Ihm para clasificar el régimen de humedad de Papadakis.....	22
Tabla 23: Interpretación para clasificar el régimen de humedad de Papadakis.....	22

1. INTRODUCCIÓN.

La climatología de una zona está condicionada por una serie de factores como la proximidad al mar, la altitud, la temperatura, las precipitaciones, etc. En el municipio de Massamagrell el clima es mediterráneo, con inviernos suaves y veranos calurosos con temperaturas máximas que rondan los 30 °C. EL municipio se encuentra a una altitud media de 15 msnm, igual que la parcela objeto de estudio. Al carecer el municipio de estación climatológica propia, los datos se han tomado de la más cercana a éste, siendo la misma la de Moncada – IVIA situada a 5 km del municipio.

Tabla 1: Ubicación estación datos meteorológicos.

Estación Moncada	
Longitud	0° 23' 56"
Latitud	39° 35' 15"
Distancia	5 km
Altitud	35 msnm

2. DATOS METEOROLÓGICOS.

Los datos meteorológicos que se exponen a continuación son los correspondientes a una serie comprendida entre enero de 2002 y diciembre de 2016 diaria.

2.1. Temperaturas.

Tabla 2: Datos medios mensuales de Temperatura.

(°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	MED
TM	9,8	10,3	12,5	15,2	18,4	22,7	25,2	25,2	22,3	18,6	13,4	10,2	17,0
TM _{máx}	17,3	17,2	19,3	21,7	24,8	29,0	30,7	31,1	28,6	25,3	20,5	17,7	-
TM _{mín}	3,9	4,4	6,2	9,0	12,0	16,1	19,2	19,3	16,7	12,9	7,8	4,8	-
T _{máx}	24,0	24,6	26,7	28,5	32,9	34,5	36,0	36,7	35,4	31,4	26,9	24,9	-
T _{mín}	-1,8	-0,8	0,5	4,4	7,6	11,7	15,8	15,7	11,7	6,0	1,8	-1,3	-

Donde:

- TM: Temperatura media de las medias (°C)
- TM_{máx}: Temperatura media de las máximas (°C)
- TM_{mín}: Temperatura media de las mínimas (°C)
- T_{máx}: Temperatura media máxima (°C)
- T_{mín}: Temperatura media mínima (°C)

2.2. Pluviometría.

Tabla 3: Datos medios mensuales de pluviometría.

(mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
PM	19,4	25,3	31,6	35,6	41,9	19,4	11,5	18,9	53,6	41,1	37,8	29,4	365,5
PD _{máx}	9,8	13,1	14,5	14,5	20,3	11,5	8,3	12,9	27,9	20,6	19,9	12,9	-

Donde:

- PM: Precipitación media mensual (mm)
- PD_{máx}: Precipitación diaria máxima (mm)

2.3. Evapotranspiración de referencia (ET₀).

Tabla 4: Datos medios mensuales para la evapotranspiración de referencia.

(mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET ₀	42,0	53,5	77,6	103,3	133,5	154,2	163,2	141,8	100,5	67,0	43,1	32,3
ET _{0d}	1,4	1,9	2,5	3,5	4,3	5,2	5,3	4,6	3,4	2,2	1,5	1,1

Donde:

- ET₀: Evapotranspiración de referencia (mm)
- ET_{0-d}: Evapotranspiración media diaria (mm)

Para ciertos cálculos también se requerirán los datos diarios de ET₀. Éstos se adjuntan en la siguiente tabla y corresponden al periodo 2002-2016.

Tabla 5: Datos medios diarios para la evapotranspiración de referencia

Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)
01-ene	1,10	02-abr	2,87	02-jul	5,26	01-oct	2,86
02-ene	1,38	03-abr	3,03	03-jul	5,01	02-oct	2,62
03-ene	1,28	04-abr	3,12	04-jul	5,23	03-oct	2,78
04-ene	1,37	05-abr	3,12	05-jul	5,46	04-oct	2,67
05-ene	1,17	06-abr	3,14	06-jul	5,55	05-oct	2,86
06-ene	1,37	07-abr	2,78	07-jul	5,46	06-oct	2,75
07-ene	1,10	08-abr	3,15	08-jul	5,25	07-oct	2,75
08-ene	1,16	09-abr	3,26	09-jul	5,17	08-oct	2,52
09-ene	1,24	10-abr	3,39	10-jul	5,27	09-oct	2,69
10-ene	1,28	11-abr	3,31	11-jul	5,28	10-oct	2,67
11-ene	1,21	12-abr	3,18	12-jul	5,03	11-oct	2,54
12-ene	1,16	13-abr	3,51	13-jul	5,37	12-oct	2,21

Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)
13-ene	1,21	14-abr	3,24	14-jul	5,20	13-oct	2,25
14-ene	1,34	15-abr	2,92	15-jul	5,37	14-oct	2,20
15-ene	1,31	16-abr	3,51	16-jul	5,41	15-oct	2,43
16-ene	1,33	17-abr	3,60	17-jul	5,35	16-oct	2,38
17-ene	1,28	18-abr	3,78	18-jul	5,35	17-oct	2,12
18-ene	1,46	19-abr	3,80	19-jul	5,37	18-oct	1,82
19-ene	1,32	20-abr	3,84	20-jul	5,25	19-oct	1,87
20-ene	1,45	21-abr	3,79	21-jul	5,13	20-oct	1,85
21-ene	1,43	22-abr	3,43	22-jul	4,98	21-oct	2,28
22-ene	1,30	23-abr	3,99	23-jul	5,47	22-oct	2,07
23-ene	1,57	24-abr	4,30	24-jul	5,44	23-oct	2,13
24-ene	1,73	25-abr	3,99	25-jul	5,42	24-oct	1,93
25-ene	1,52	26-abr	4,26	26-jul	5,32	25-oct	2,05
26-ene	1,51	27-abr	3,87	27-jul	5,13	26-oct	1,81
27-ene	1,58	28-abr	3,28	28-jul	5,25	27-oct	1,56
28-ene	1,57	29-abr	3,56	29-jul	5,29	28-oct	1,79
29-ene	1,60	30-abr	4,05	30-jul	4,94	29-oct	1,79
30-ene	1,66	01-may	3,99	31-jul	4,86	30-oct	1,66
31-ene	1,69	02-may	3,78	01-ago	4,85	31-oct	1,69
01-feb	1,85	03-may	3,67	02-ago	4,75	01-nov	1,85
02-feb	1,54	04-may	4,09	03-ago	4,93	02-nov	1,59
03-feb	1,62	05-may	3,73	04-ago	5,11	03-nov	1,63
04-feb	1,63	06-may	3,89	05-ago	4,91	04-nov	1,69
05-feb	1,91	07-may	3,73	06-ago	5,08	05-nov	1,87
06-feb	1,84	08-may	4,01	07-ago	4,88	06-nov	1,68
07-feb	1,88	09-may	3,67	08-ago	4,45	07-nov	1,63
08-feb	1,72	10-may	4,25	09-ago	4,49	08-nov	1,76
09-feb	1,81	11-may	4,13	10-ago	4,51	09-nov	1,71
10-feb	1,93	12-may	4,41	11-ago	4,85	10-nov	1,82
11-feb	1,73	13-may	4,45	12-ago	5,11	11-nov	1,46
12-feb	1,80	14-may	4,68	13-ago	4,83	12-nov	1,45
13-feb	2,05	15-may	4,59	14-ago	4,84	13-nov	1,48
14-feb	2,18	16-may	4,32	15-ago	4,67	14-nov	1,52
15-feb	2,00	17-may	4,25	16-ago	4,44	15-nov	1,44
16-feb	1,64	18-may	4,36	17-ago	4,39	16-nov	1,35
17-feb	1,73	19-may	4,40	18-ago	4,53	17-nov	1,27
18-feb	1,67	20-may	4,75	19-ago	4,44	18-nov	1,29
19-feb	1,69	21-may	4,76	20-ago	4,66	19-nov	1,28
20-feb	1,95	22-may	5,19	21-ago	4,59	20-nov	1,28
21-feb	1,91	23-may	4,95	22-ago	4,50	21-nov	1,53

Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)	Día	ET ₀ (mm)
22-feb	2,35	24-may	4,70	23-ago	4,63	22-nov	1,32
23-feb	2,32	25-may	4,53	24-ago	4,35	23-nov	1,34
24-feb	2,30	26-may	4,65	25-ago	4,19	24-nov	1,14
25-feb	2,30	27-may	4,36	26-ago	4,43	25-nov	1,13
26-feb	2,43	28-may	4,96	27-ago	4,36	26-nov	1,47
27-feb	2,43	29-may	5,12	28-ago	4,16	27-nov	1,08
28-feb	2,11	30-may	4,65	29-ago	4,34	28-nov	1,10
01-mar	2,34	31-may	4,34	30-ago	3,96	29-nov	1,20
02-mar	2,57	01-jun	5,04	31-ago	3,87	30-nov	1,08
03-mar	2,45	02-jun	5,02	01-sep	4,05	01-dic	1,28
04-mar	2,74	03-jun	4,68	02-sep	3,78	02-dic	1,05
05-mar	2,58	04-jun	4,75	03-sep	4,11	03-dic	1,21
06-mar	2,68	05-jun	4,74	04-sep	4,04	04-dic	1,25
07-mar	2,31	06-jun	4,91	05-sep	3,91	05-dic	1,40
08-mar	2,53	07-jun	4,87	06-sep	3,66	06-dic	1,31
09-mar	2,48	08-jun	4,91	07-sep	3,41	07-dic	1,16
10-mar	2,45	09-jun	4,74	08-sep	3,71	08-dic	1,25
11-mar	2,45	10-jun	4,92	09-sep	3,94	09-dic	1,06
12-mar	2,36	11-jun	4,96	10-sep	3,86	10-dic	0,88
13-mar	2,19	12-jun	5,32	11-sep	3,90	11-dic	0,89
14-mar	2,17	13-jun	5,21	12-sep	3,50	12-dic	0,87
15-mar	3,37	14-jun	5,32	13-sep	3,74	13-dic	0,92
16-mar	2,30	15-jun	5,30	14-sep	3,62	14-dic	1,06
17-mar	2,42	16-jun	5,20	15-sep	3,67	15-dic	1,14
18-mar	2,60	17-jun	5,19	16-sep	3,70	16-dic	0,93
19-mar	2,48	18-jun	5,25	17-sep	3,49	17-dic	1,08
20-mar	2,55	19-jun	5,16	18-sep	3,34	18-dic	0,95
21-mar	2,42	20-jun	5,55	19-sep	3,39	19-dic	0,86
22-mar	2,76	21-jun	5,77	20-sep	2,92	20-dic	1,00
23-mar	2,64	22-jun	5,44	21-sep	3,29	21-dic	0,97
24-mar	2,92	23-jun	5,33	22-sep	2,95	22-dic	0,93
25-mar	2,88	24-jun	5,19	23-sep	2,68	23-dic	1,06
26-mar	2,86	25-jun	5,38	24-sep	3,26	24-dic	1,11
27-mar	3,22	26-jun	5,34	25-sep	3,27	25-dic	1,23
28-mar	3,26	27-jun	5,02	26-sep	2,81	26-dic	1,09
29-mar	3,04	28-jun	5,32	27-sep	2,53	27-dic	1,11
30-mar	3,42	29-jun	5,53	28-sep	2,32	28-dic	1,24
31-mar	3,21	30-jun	5,46	29-sep	2,58	29-dic	1,27
01-abr	3,17	01-jul	5,39	30-sep	2,78	30-dic	1,14
						31-dic	1,04

2.4. Humedad.

Tabla 6: Valores medios mensuales de humedad relativa.

(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
HR _m	68,9	66,0	65,8	68,7	67,1	66,3	69,4	70,1	72,4	74,2	71,2	72,7	69,4
HR _{máx}	90,4	88,4	89,7	92,7	91,9	91,0	91,5	91,7	92,9	94,0	91,3	93,0	-
HR _{mín}	40,7	38,7	38,4	40,2	39,7	39,9	44,7	44,8	45,5	45,5	43,4	43,8	-

Donde

- HR_m: Humedad relativa media mensual (%)
- HR_{máx}: Humedad relativa media de las máximas (%)
- HR_{mín}: Humedad relativa media de las mínimas (%)

2.5. Velocidad del viento.

Tabla 7: Valores medios mensuales de velocidad del viento.

(km/h)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
V _{med}	4,6	5,2	4,9	4,5	4,5	4,4	4,3	4,0	3,8	3,6	3,8	3,7
V _{máx}	36,8	37,4	36,9	33,0	30,5	33,5	53,5	30,3	31,3	29,5	32,5	37,4

Donde:

- V_{med}: Velocidad media (km/h)
- V_{máx}: Velocidad máxima media (km/h)

2.6. Horas de sol y radiación.

Tabla 8: Valores medios mensuales de horas de sol acumuladas e irradiación.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
h _{sol}	214	229	290	324	369	372	385	358	305	266	216	200	3628
h _{med}	6,9	8,2	9,4	10,8	11,9	12,4	12,4	11,6	10,2	8,6	7,2	6,5	-
I	8,0	11,1	14,9	19,9	23,3	25,5	25,2	21,7	17,1	12,1	8,6	6,9	-

Donde:

- h_{sol}: Horas de sol medias acumuladas en un mes (horas)
- I: Irradiación media mensual (MJ/m²)

3. ÍNDICES CLIMÁTICOS.

Un índice climático es un valor que puede ser usado para describir el estado y los cambios en el sistema climático. El clima de un sitio en particular es el estado promedio de la atmósfera durante un periodo prolongado de tiempo por lo que los cambios en el clima son mucho más lentos que los del estado del tiempo ya que éste puede cambiar bruscamente día con día.

3.1. Índice de Lang.

Este índice establece seis zonas climáticas, en función de lo que se llama índice de pluviometría (I_L).

$$I_L = \frac{P_t}{TM}$$

Donde:

- P_t : Precipitación total acumulada anual (mm)
- TM : Temperatura media anual ($^{\circ}C$)

La clasificación de este índice es la siguiente:

Tabla 9: Interpretación de los valores para el índice de Lang.

I_L	Denominación
0 – 20	Zona desértica
20 – 40	Zona árida
40 – 60	Zona húmeda de estepa y sabana
60 - 100	Zona húmeda de bosques ralos
100 – 160	Zona húmeda de bosques densos
> 160	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

En el caso de este municipio:

$$I_L = \frac{P_t}{TM} = \frac{365.5 (mm)}{17,0 (^{\circ}C)} = 18,3$$

Por tanto, está considerado como **zona desértica**.

3.2. Índice de Martonne.

Este índice establece seis zonas climáticas en función de su índice de aridez I_M , el cual se define como:

$$I_M = \frac{P_t}{TM + 10}$$

Donde:

- P_t : Precipitación total acumulada anual (mm)
- TM : Temperatura media anual ($^{\circ}C$)

La clasificación de este índice es la siguiente:

Tabla 10: Interpretación de los valores para el índice de Martonne.

I_M	Denominación
0 – 5	Desiertos
5 – 10	Semidesiertos
10 - 20	Estepas y países secos mediterráneos
20 - 30	Regiones del olivo y los cereales
30 – 40	Regiones subhúmedas de prados y bosques
> 40	Zonas húmedas o muy húmedas

En el caso de este municipio:

$$I_M = \frac{P_t}{TM + 10} = \frac{365.5 (mm)}{17,0 (^{\circ}C) + 10} = 13,5$$

Por tanto, está considerado como **Estepas y países secos mediterráneos**.

3.3. Índice de Dantin – Revenga.

Para este índice se establecen 4 zonas climáticas en función de su índice termométrico, I_{DR} , definido como:

$$I_{DR} = \frac{100 \cdot TM}{P_t}$$

Donde:

- TM : Temperatura media anual ($^{\circ}C$)
- P_t : Precipitación total acumulada anual (mm)

La clasificación de este índice es la siguiente:

Tabla 11: Interpretación de los valores para el índice de Dantin-Revenga.

I_{DR}	Denominación
0 – 2	Zona húmeda
2 – 3	Zona semiárida
3 - 6	Zona árida
> 6	Zona subdesértica y desértica

En el caso de este municipio:

$$I_{DR} = \frac{100 \cdot TM}{P_t} = \frac{100 \cdot 17 (^\circ\text{C})}{365.5 (mm)} = 4,7$$

Por tanto, está considerado como **zona árida**.

4. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.

Estas clasificaciones se basan en distintas combinaciones de los elementos y factores del clima, fundamentalmente la temperatura y las precipitaciones. Cada clima se va a caracterizar por unos valores más o menos uniformes de estos elementos climáticos a lo largo de períodos de tiempo prolongados.

4.1. Clasificación según UNESCO-FAO.

Para poder llevar a cabo esta clasificación, previamente hay que establecer una serie de parámetros.

- **Temperatura media del mes más frío (t)**
 - o Si $t > 15^\circ\text{C}$ el clima es cálido
 - o Si $15^\circ\text{C} > t > 10^\circ\text{C}$ el clima es templado - cálido
 - o Si $10^\circ\text{C} > t > 0^\circ\text{C}$ el clima es templado – medio
 - o Si $0^\circ\text{C} > t > -5^\circ\text{C}$ el clima es templado – frío
 - o Si $t < -5^\circ\text{C}$ el clima es frío.

En el municipio de Massamagrell, la temperatura del mes más frío corresponde a la de enero donde $TM = 9,8^\circ\text{C}$, por lo que se trata de un clima **Templado – medio**.

- **Temperatura media de las mínimas del mes más frío (t_m)**
 - o Si $t_m > 11^\circ\text{C}$ es clima sin invierno
 - o Si $11^\circ\text{C} > t_m > 7^\circ\text{C}$ es invierno cálido
 - o Si $7^\circ\text{C} > t_m > 3^\circ\text{C}$ es invierno suave
 - o Si $3^\circ\text{C} > t_m > -1^\circ\text{C}$ es invierno moderado
 - o Si $-1^\circ\text{C} > t_m > -5^\circ\text{C}$ es invierno frío
 - o Si $t_m < -5^\circ\text{C}$ es clima sin invierno

En el municipio de Massamagrell, la temperatura media de las mínimas del mes más frío es $t_m = 3,9^\circ\text{C}$, por lo que se da un clima de **invierno suave**.

- **Determinación de los meses secos según la precipitación media (PM)**
 - o Si $PM < 2t$ es mes seco
 - o Si $2t < PM < 3t$ es mes subseco
 - o Si $PM > 3t$ es mes húmedo

Por tanto, para el municipio de Massamagrell:

Tabla 12: Resultados y clasificación mensual para la clasificación de UNESCO-FAO

Mes	Valor	Clasificación
Enero	PM < 2t	Mes seco
Febrero	2t < PM < 3t	Mes subseco
Marzo	2t < PM < 3t	Mes subseco
Abril	2t < PM < 3t	Mes subseco
Mayo	2t < PM < 3t	Mes subseco
Junio	PM < 2t	Mes seco
Julio	PM < 2t	Mes seco
Agosto	PM < 2t	Mes seco
Septiembre	2t < PM < 3t	Mes subseco
Octubre	2t < PM < 3t	Mes subseco
Noviembre	2t < PM < 3t	Mes subseco
Diciembre	2t < PM < 3t	Mes subseco

Para conocer el grado de intensidad de la sequía en cada mes hay que calcular el índice xerotérmico de los meses más secos. El índice xerotérmico mensual queda definido por la siguiente expresión:

$$X_{mi} = \left(N_i - \left(n_i + \frac{b_i}{2} \right) \right) \cdot K_i$$

Donde:

- Ni: Nº de días del mes
- ni: Nº de días del mes con precipitaciones mayores a 1 mm
- bi: Nº de días del mes con niebla y rocío.
- Ki: Valor adimensional función de HR (tabulado)

Valores de Ki:

Tabla 13: Valores de K1 para el cálculo del índice xerométrico en función de la HR.

HR _m	K
100	0,5
100 - 90	0,6
90 - 80	0,7
80 - 60	0,8
60 - 40	0,9
< 40	1

Para este municipio, suponiendo un año con 365 días:

Tabla 14: Resultados para la obtención del índice xerométrico anual.

Mes	TM (°C)	PM (mm)	n _i (días)	b _i (días)	HR _m (%)	N _i (días)	K _i	X _{mi}
Enero	9,8	19,4	4,4	0,5	68,9	31	0,8	21,1
Febrero	10,3	25,3	3,9	1,3	66,0	28	0,8	18,8
Marzo	12,5	31,6	3,6	0,9	65,8	31	0,8	21,6
Abril	15,2	35,6	4,8	0,7	68,7	30	0,8	19,9
Mayo	18,4	41,9	4,3	0,4	67,1	31	0,8	21,2
Junio	22,7	19,4	2,6	0,2	66,3	30	0,8	21,8
Julio	25,2	11,5	1,1	0,1	69,4	31	0,8	23,9
Agosto	25,2	18,9	2,4	0,3	70,1	31	0,8	22,8
Septiembre	22,3	53,6	5,0	0,0	72,4	30	0,8	20,0
Octubre	18,6	41,1	5,0	0,0	74,2	31	0,8	20,8
Noviembre	13,4	37,8	4,3	0,5	71,2	30	0,8	20,4
Diciembre	10,2	29,4	4,8	0,3	72,7	31	0,8	20,8
Total	-	-	-	-	-	-	-	253,1

El valor total de X_m es $\sum X_{mi}$, obteniéndose un valor de 253,1 representando el N° de días secos anuales. Este valor corresponde a un clima **Xérico Mediterraneo**.

4.2. Clasificación climática de Thornthwaite.

La fórmula que define el clima según Thornthwaite por 4 parámetros, al índice de humedad, a la eficacia térmica, a la variación estacional de la humedad y a la concentración térmica en verano.

4.2.1. Determinación del índice de humedad (I_m)

Es necesario realizar un balance de agua en el suelo en el que intervengan: Precipitaciones medias mensuales (PM), Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales (ET_P), Reservas de agua en el suelo (R), Variación de la reserva de agua (VR), Evapotranspiraciones mensuales reales (ETA), déficits (D) y excesos (E) mensuales de agua.

Para poder aplicar la fórmula a cualquier tipo de suelo, se establecen las siguientes hipótesis:

- Reserva (R): Las diferencias positivas $PM - ET_P$ van constituyendo la reserva de agua en el suelo hasta alcanzar un número máximo, que se acota en 100 mm. La reserva en el suelo varía entre 0 – 100 mm.
- Variación de la reserva (VR): Recoge los aumentos o disminuciones de la reserva respecto al mes anterior, teniendo en cuenta que el tope máximo son 100 mm, y que, por tanto, una vez alcanzados, ya no existe variación si la diferencia $P - ET_P$ es negativa y van haciendo disminuir R hasta cero.

- Evapotranspiración real (ETA). Corresponde, en los meses en que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior.

$$ETA_i = PM_i - R_{i-1}$$

- Existe déficit de humedad (D) en los meses en que la ETA es inferior a ET_p:

$$D_i = ET_p - ETA$$

- Existe exceso de humedad (E) en los meses que, al acumular agua en las reservas del suelo, estas superan el valor de 100 mm.

$$si, PM_i + R_{i-1} - ET_p > 100$$

$$E_i = (R_{i-1} + PM_i) - (ET_p + 100)$$

- Desagüe. Después del periodo de sequía, se considera, el primer mes que hay exceso de agua. La mitad de dicho exceso se estima que va al desagüe en dicho mes. La otra mitad se acumula al exceso del mes siguiente, y el 50 % de esta suma se considera que va al desagüe en este mes, y así sucesivamente.

Tabla 15: Valores de cálculo para el índice de Thornthwaite.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
TM	9,8	10,3	12,5	15,2	18,4	22,7	25,2	25,2	22,3	18,6	13,4	10,2	17,0
I	2,77	2,99	4,00	5,38	7,19	9,88	11,57	11,57	9,62	7,31	4,45	2,94	79,7
h _{med}	6,9	8,2	9,4	10,8	11,9	12,4	12,4	11,6	10,2	8,6	7,2	6,5	-
f (39°)	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82	-
ET _p	27,3	29,5	50,9	77,5	120,4	176,1	215,3	201,6	143,1	95,8	46,9	28,3	1212,6
PM	19,4	25,3	31,6	35,6	41,9	19,4	11,5	18,9	53,6	41,1	37,8	29,4	365,5
PM-ET _p	-7,9	-4,2	-19,3	-41,9	-78,5	-156,7	-203,8	-182,7	-89,5	-54,7	-9,1	1,1	-847,1
R	92,1	87,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	-
ΔR	-7,9	-4,2	-19,3	0	0	0	0	0	0	0	0	+1,1	-
ETA	18,3	0	0	35,6	41,9	19,4	11,5	18,9	53,6	41,1	37,8	29,4	-
D	9,0	29,5	50,9	41,9	78,5	156,7	203,8	182,7	89,5	54,7	9,1	0	906,3
E	0	0	19,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5

4.2.2. Cálculo de ET_p según Thornthwaite

Los datos meteorológicos a utilizar en este cálculo son los valores de temperatura e iluminación solar. En primer lugar, se determina la evapotranspiración sin ajustar e a partir de las temperaturas medias mensuales, que corresponde a valores calculados para meses ficticios de 30 días y 12 h de insolación diaria. El cálculo de e es:

$$e = 16 \cdot \left(\frac{10}{I_z} \cdot t_m \right)^a$$

Donde:

- e: Evapotranspiración sin ajustar (mm)
- I_z: Índice térmico de la zona
- t_m: Temperatura media mensual (°C)
- a: 0,000000675 × I³ – 0,0000771 × I² + 0,01792 × I + 0,49239

Para este caso, se obtiene un valor de **a = 1,77**

El índice térmico de la zona (I) es un valor anual que se obtiene mediante la suma de los doce índices de calor correspondientes a cada mes del año. Éstos se calculan mediante la siguiente expresión:

$$I_z = \left(\frac{t_m}{5} \right)^{1,514} = \left(\frac{79,67}{5} \right)^{1,514} = \mathbf{66,12}$$

La obtención de la evapotranspiración potencial (ET_P), se llevará a cabo a través del producto de los valores (e) por un coeficiente de corrección (f) función de la iluminación diaria y los días que computan cada mes. Estos coeficientes están tabulados. Por tanto:

$$ET_P = e \cdot f$$

A continuación, se determinan los índices de déficit (I_D) y de exceso (I_E) de humedad, relacionando el déficit y el exceso total anual con la ET_P anual y expresando los resultados en %. Las expresiones a utilizar para su cálculo son las siguientes:

$$I_D = \frac{D}{ET_P} \cdot 100 = \frac{906,3}{1212,6} \cdot 100 = \mathbf{74,74}$$

$$I_E = \frac{E}{ET_P} \cdot 100 = \frac{19,5}{1212,6} \cdot 100 = \mathbf{1,61}$$

Por último, se obtiene el índice de humedad:

$$I_m = I_E - 0,6 \cdot I_D = 1,61 - 0,6 \cdot 74,74 = \mathbf{-43,23}$$

Los tipos climáticos según el I_m son:

Tabla 16: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.

Denominación	Símbolo	Valor
Perhumedo	A'	I _m > 100
Húmedo	B'4	100 > I _m > 80
	B'3	80 > I _m > 60
	B'2	60 > I _m > 40

Denominación	Símbolo	Valor
	B'1	$40 > I_m > 20$
Subhúmedo	C'2	$20 > I_m > 0$
Seco subhúmedo	C'1	$0 > I_m > -33$
Semiárido	D'	$-33 > I_m > -67$
Árido	E'	$-67 > I_m > -100$

Al encontrarse el índice de humedad (I_m) en el intervalo $[-33, -67]$ el tipo de clima que se da en Massamagrell según esta clasificación resulta de tipo D' conocido como Semiárido.

4.2.3. Eficacia térmica.

Según Thornthwaite, la ET_P es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del mes considerado. La clasificación por este aspecto se deduce de la siguiente tabla:

Tabla 17: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.

Denominación	Símbolo	Valor (cm)
Megatérmico	A'	$ET_P > 100$
Mesotérmico	B'4	$114 > ET_P > 99,7$
	B'3	$99,7 > ET_P > 85,5$
	B'2	$85,5 > ET_P > 71,2$
	B'1	$71,2 > ET_P > 57$
Minotérmico	C'2	$57 > ET_P > 42,7$
	C'1	$42,7 > ET_P > 28,5$
Tundra	D'	$28,5 > ET_P > 14,2$
Glacial	E'	$14,2 > ET_P$

En este caso, el valor de la ET_P es de **121,26 cm/año o 3,32 mm/día** por lo que el clima se clasifica como **Megatérmico, A'**.

4.2.4. Variación estacional de la humedad

Para definir la existencia de un periodo seco en los climas húmedos o de un periodo húmedo en los climas secos se utiliza el índice de exceso y déficit de humedad. El clima que se considera de tipo "d" debido al pequeño o insignificante exceso de agua.

Tabla 18: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.

Denominación	Tipo de clima	Índice de exceso
Pequeño o ningún exceso de agua	d	0 – 10
Exceso moderado de agua en invierno	s	10 – 20
Gran exceso de agua en invierno	s2	> 20

Por tanto, según la tabla anterior, al clima de este municipio le corresponde **un índice de exceso de 0 – 10, es decir, tipo d.**

4.2.5. Concentración térmica en verano (CTV)

Este parámetro define la necesidad de agua en esta época. Se obtiene a partir de la suma de ET_P durante los meses de verano, en relación a la ET_P anual, expresada en %.

$$CTV = \frac{ET_P \cdot \left(\text{Junio} \cdot \frac{10}{30} + \text{Julio} + \text{Agosto} + \text{Septiembre} \cdot \frac{20}{30} \right)}{ET_P \text{ anual}} \cdot 100$$

$$CTV = \frac{\left(176,1 \cdot \frac{10}{30} + 215,3 + 201,6 + 143,1 \cdot \frac{20}{30} \right) (mm)}{1212,6 (mm)} \cdot 100 = 47,09 \%$$

En función de este último valor se obtiene el tipo de clima:

Tabla 19: Valores de interpretación para el índice de Thornthwaite.

% de concentración térmica	Tipo de clima
< 48	a'
48 – 51,9	b'4
51,9 – 56,3	b'3
56,3 – 61,6	b'2
61,6 – 68	b'1
68 – 76,3	c'2
76,3 – 88	c'1
> 88	d'

Por tanto, al clima del municipio le corresponde el **tipo a'**

4.2.6. Resultado

El tipo de clima en que se ubica el **municipio de Massamagrell, según la clasificación de Thornthwaite es:**

D' A' d a'

Que corresponde con un clima semiárido, megatérmico con un exceso pequeño o nulo de agua y con un porcentaje de concentración térmica muy bajo.

4.3. Clasificación climática de Papadakis

Esta clasificación se apoya fundamentalmente parámetros basados en valores extremos de las variables meteorológicas, que son más representativas y limitantes para estimar las respuestas y condiciones óptimas de las distintas especies vegetales.

4.3.1. Clasificación de invierno

Para su estimación se apoya en tres parámetros meteorológicos básicos: la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío (T_{\min}), la temperatura media (TM_{\min}) y la temperatura media de las máximas del mes más frío (TM_{\max}). De esta forma se definen seis tipos de inviernos fundamentales: Ecuator, Tropical, Citrus, Avena, Triticum y primavera, ordenados en sentidos de rigor invernal creciente.

Los parámetros a utilizar para este municipio son los siguientes siendo el mes más frío, de media, Enero:

- T_{\min} : - 0,8 °C
- TM_{\min} : 3,9 °C
- TM_{\max} : 17,3 °C

Tabla 20: Valores de interpretación para el índice de Papadakis.

Tipo	T_{\min}	TM_{\min}	TM_{\max}
Ecuatorial			
Ec	> 7 °C	> 18 °C	-
Tropical			
T_P	> 7 °C	13 °C – 18 °C	> 21 °C
t_P	> 7 °C	8 °C – 13 °C	> 21 °C
tp	> 7 °C	-	< 21 °C
Citrus			
C_t	7 °C – -2,5 °C	> 8 °C	> 21 °C
C_i	7 °C – -2,5 °C	-	10 °C – 21 °C
Avena			
Av	-2,5 °C – -10 °C	> -4 °C	> 10 °C
av	> -10 °C	-	5 °C – 10 °C
Triticum			
T_v	- 10 °C – -29 °C	-	> 5 °C
T_i	> -29 °C	-	0 °C – 5 °C
t_i	> -29 °C	-	< 0 °C
Primavera			
P_r	< -29 °C	-	> -17,8 °C
p_r	< -29 °C	-	> -17,8 °C

En este caso, para el municipio se clasifica en **Citrus Ci**

4.3.2. Clasificación de verano.

Es función de la duración del periodo libre de heladas. A su vez éste se valora a través de la temperatura media de las medias de las máximas de los meses más cálidos. Se añaden además las temperaturas medias de las máximas y de las mínimas del mes más cálido y, en algún caso, la temperatura media de las medias de las mínimas de los dos meses más cálidos. En función de todas ellas se definen ocho tipos de verano: Algodón, Cafeto, Arroz,

Maíz, Trigo, Polar, Frígido y Andino-Alpino, ordenados en sentido de rigor estival decreciente.

Tabla 21: Valores de interpretación para el índice de Papadakis.

Tipo	Duración de la estación libre de heladas	Media de la media de los meses más cálidos (°C)	de la los más	Media de las máximas del mes más cálido (°C)	Media de las mínimas del mes más cálido (°C)	Media de las medias de las mínimas de los meses más cálidos (°C)
Algodón						
G	Mínima > 4,5	> 25 si n=6		> 33,5		
g	Mínima > 4,5	> 25 si n=6		< 33,5	> 20	
Cafeto						
C	Mínima 12	> 21 si n=6		< 33,5	< 20	
Arroz						
O	Mínima > 4	21 – 25 si n=6				
Maíz						
M	Disponible > 4,5	> 21 si n=6				
Trigo						
T	Disponible > 4,5	17 - 21				
t	Disponible > 4,5	> 17				
Polar cálido						
P	Disponible < 2,5	> 10 n=4				> 5
Polar frío						
p	Disponible < 2,5	> 6 n=2				
Frígido						
F	-	< 6 n=2		> 0		
f	-	-		< 0		
Andino-Alpino						
A	Disponible < 2,5	> 10 n=4				
	Media > 1					
a	Media > 1	> 10 n=4				

En este caso, para el municipio se clasifica en **Arroz O**.

4.3.3. Régimen de humedad.

Se define, fundamentalmente, por los periodos de sequía, su duración, intensidad y situación en el ciclo anual. Para poder establecer los periodos de sequía se hace uso del balance de agua mensual y anual. Este último se realiza mes a mes comparando la evapotranspiración mensual con la pluviometría, incrementada en las disponibilidades de agua del suelo, procedentes del mes anterior y que las plantas pueden utilizar. Papadakis

distingue, basándose en el “índice de humedad mensual” I_{hm} , tres situaciones: mes húmedo, mes seco y mes intermedio. Se calcula del siguiente modo.

$$I_{hm} = \frac{PM_i}{ET_{p i}} \quad I_{ha} = \frac{PM_a}{ET_{p a}}$$

Tabla 22: Valores de I_{hm} para clasificar el régimen de humedad de Papadakis.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
I_{hm}	0,71	0,86	0,70	0,46	0,35	0,11	0,05	0,09	0,38	0,43	0,81	1,04	0,30
Nom	Inter	inter	inter	seco	seco	seco	seco	seco	seco	seco	inter	hu	seco

Además del periodo seco, el autor utiliza para establecer el régimen de humedad de un lugar dado, el índice L_n “lluvia de lavado”, resultando de la acumulación de las diferencias entre la pluviometría y evapotranspiración de los meses húmedos, y el índice I_{ha} “de humedad anual”, que se obtienen dividiendo la pluviometría anual por la evapotranspiración anual. Se obtiene:

$$L_n = \sum_{i=1}^{12} (PM_i - ET_{p i})$$

Únicamente de los meses secos, los demás sumarán cero.

Por tanto, el único mes húmedo es diciembre:

$$L_n = \sum_{i=1}^{12} (PM_i - ET_{p i}) = 1,1$$

Ahora para clasificarlo se sigue el siguiente cuadro en función de los valores obtenidos anteriormente.

Tabla 23: Interpretación para clasificar el régimen de humedad de Papadakis.

Régimen hídrico			Características
Húmedo $L_h > 1$ $L_n > 0,2ET_p$	Permanente	HU	Todos los meses húmedos
	No permanente	Hu	No todos húmedos
Mediterráneo $Látitud > 20;$ $P_{inv} > P_{est}$	Húmedo	ME	$L_n > 0,2ET_p$ y/o $L_h > 0,88$
	Seco	Me	$L_n < 0,2ET_p$, $0,22 < L_h < 0,88$
	Semiárido	me	Más seco que el anterior
Monzónico	Húmedo	MO	$L_n > 0,2ET_p$ y/o $L_h > 0,88$
	Seco	Mo	$L_n < 0,2ET_p$, $0,44 < L_h < 0,88$
	Semiárido	mo	$L_h < 0,44$
Estepario		St	Primavera no seca; $latitud > 20^\circ$

Régimen hídrico		Características	
Desértico	Absoluto	da	Lhm < 0,25 y si TM > 15 °C Lh < 0,09
	Mediterráneo	de	Lluvia invernal mayor que estival
	monzónico	do	Julio y agosto menos secos que abril y mayo
	Isohigro	di	Ninguno de los anteriores
Isohigro semiárido		si	Muy seco para estepario y muy húmedo para desértico

Por tanto, según la clasificación de Papadakis el régimen hídrico es **Mediterráneo seco (Me)**.

4.3.4. Resultado.

Se han obtenido anteriormente las siguientes clasificaciones según Papadakis para el municipio de Massamagrell.

- Invierno: **C_i**
- Verano: **O**
- Régimen de humedad: **Me**

Con la combinación de estas tres subclasificaciones, se obtiene que el clima de Massamagrell es:

$$C_i - O - Me \rightarrow \text{Mediterráneo continental}$$

5. RESUMEN CLASIFICACIONES DE CLIMA.

Para poder seleccionar las mejores especies que formará la cubierta vegetal del campo de fútbol, se ha clasificado el clima según tres autores de relevancia en este campo, UNESCO-FAO, Thornthwaite y Papadakis. Los resultados que se han obtenido son los siguientes:

- Clasificación UNESCO-FAO: **Xérico Mediterraneo**
- Clasificación de Thornthwaite: **Clima semiárido**
- Clasificación de Papadakis: **Mediterráneo continental**

En el Anejo Nº 6 "Especies vegetales y suelo artificial" se seleccionarán las especies vegetales correspondientes a estos tipos de clima que puedan situarse en el campo de fútbol sin que las condiciones ambientales sean un factor limitante.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 4

Estudio geológico y edafológico

Índice Anejo 4

1.	Introducción.	6
2.	Geología del terreno.	6
2.1.	Estudio de un perfil.	6
2.1.1.	Perfil N° 1.	7
3.	Riesgos geológicos.	10
3.1.	Sismicidad de la zona.	11
3.2.	Riesgo de inundación.	12
3.3.	Riesgo de erosión potencial.	12
3.4.	Riesgo de erosión actual.	12
3.5.	Vulnerabilidad de acuíferos.	12
4.	Conclusión.	13

Índice de Tablas.

Tabla 1: Características macromorfológicas del suelo. Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana (1996).7

Tabla 2: Características físicas y químicas del suelo. Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana (1996). 10

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1: Mapa de peligrosidad sísmica de España. Ministerio de Fomento, 2017.

.....11

1. Introducción.

En el presente anejo se pretende definir las características y propiedades geológicas del suelo en la zona donde se ubica la parcela. Este estudio es necesario siempre que se instalen nuevas especies vegetales sobre un suelo, con el fin de conocer cuáles son aptas o si es necesario realizar un cambio en alguna de las propiedades del mismo para poder albergar la especie que se desea.

En este caso, se visitó el Ayuntamiento de Massamagrell con el fin de solicitar información de este tipo. No existía ningún estudio geológico realizado en la zona. Por ello, se decidió obtener esta información de bibliografía.

La bibliografía consultada para obtener información al respecto corresponde al Proyecto LUCDEME realizado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. El proyecto está dividido en mapas que abarcan toda la superficie española. En concreto, el municipio de Massamagrell aparece reflejado en el mapa denominado Burjasot N° 696 a escala 1:100.000.

En la misma bibliografía existen, al margen de todos los tipos de suelo en superficie, estudios más profundos de perfiles del suelo o calicatas. Éstas no se realizaron en la parcela de este proyecto, pero al encontrarse cerca de ellas, se van a tomar estos datos como si fuesen de la misma ya que es la única información que se tiene.

También, para una clasificación más genérica sobre la geología del lugar, se hizo uso de los mapas geológicos que proporciona el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La información del país está dividida en distintos mapas. En el caso de este municipio, aparece en el n° 696 Burjasot que se puede consultar en el Plano N° 5 "Geológico" de este proyecto.

2. Geología del terreno.

El mapa utilizado para clasificar la geología del municipio es el siguiente. En él se puede observar como Massamagrell está situado sobre suelos del periodo Cuaternario Holoceno. En concreto se trata de **Limos pardos: (Q₂li)**.

Los limos pardos en esta zona forman una amplia orla que rodea la albufera por su parte más externa. Poseen bastante potencia y en algunos puntos adquieren tonos rosados. Deben proceder del lavado de las arcillas rojas superiores.

2.1. Estudio de un perfil.

La parcela está ubicada sobre un tipo de suelo denominado Fluvisol calcáreo. Los fluvisoles son suelos que se desarrollan sobre depósitos aluviales y presentan una morfología típica que se manifiesta en discontinuidades litológicas y fluctuaciones en el contenido de materia orgánica del perfil.

Los fluvisoles calcáreos contienen como más de un 2 % de carbonato cálcico equivalente, entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie. Se caracterizan por presentar un horizonte superficial con textura franca o franco-arenosa y con una estructura granular. El contenido en materia orgánica oscila entre 1,41 % y 1,75 %, la estabilidad estructural del horizonte superficial es del 2 % y su contenido en carbonatos entre 18,10 % y 27,2 %. La capacidad de intercambio catiónico es de 11,35 – 12,23 cmol (+) · kg⁻¹. El catión Calcio, que satura el complejo de cambio, es el más abundante.

Los perfiles estudiados en esta zona se desarrollan sobre limos pardos de albufera en zonas con dedicación agrícola intensiva de cultivo de huerta y cítricos.

2.1.1. Perfil N° 1.

En la zona de estudio se llevó a cabo el estudio de un perfil de suelo localizado en el municipio de Puzol en una zona de cultivo de cítricos bien drenada y llana (p < 2 %). Aquí el suelo está clasificado como Fluvisol calcáreo sálico. El término Fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales.

El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

Los perfiles que se obtuvieron son:

Tabla 1: Características macromorfológicas del suelo. Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana (1996).

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap1	0 - 15	Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo brillante (5YR 6/4) en seco. Franco. Estructura granular mediana (2-5 mm) en los agregados intactos; quedan muy pocos agregados muy gruesos (más de 10 mm de diámetro) y la tendencia es a particular, débil. No adherente a ligeramente adherente. Ligeramente duro en seco. Debilmente cementado. Muchos poros vesiculares, simples, muy finos. Frecuentes poros finos, vesiculares, horizontales. Pocos poros tubulares, simples, medianos, horizontales. Frecuentes elementos gruesos, redondeados, calizos de tamaño grava y poco planos y angulares. Calcáreo. Labranza. Caracoles (conchas), hormigueros, fecalpellets. Raíces abundantes finas y medianas. Límite neto y ondulado.

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap2	15 - 47	Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco-arenoso. Estructura granular mediana en los pocos agregados intactos, débil. No adherente a ligeramente adherente. No plástico. Muy friable en húmedo. Ligeramente duro a duro en seco. Débilmente cementado. Muchos poros vesiculares, simples, muy finos. Frecuentes poros finos, vesiculares, simples. Pocos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Calcáreo. De 15 a 49 cm hay restos de radrillos. Presencia de hormigueros y excreciones de hormigas. Raíces escasas y muy finas. Límite gradual y ondulado.
C1	47 - 57	Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco-arenoso. Estructura granular, mediana en los pocos agregados intactos, débil. No adherente a ligeramente adherente y no plástico. Muy friable en húmedo; duro en seco. No se observan cutanes macromorfológicamente. Débilmente cementado. Frecuentes poros muy finos, tubulares. Pocos poros finos. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Lombrices y crotovinas. Escasas raíces muy finas. Límite gradual y ondulado.
2A	57 - 75	Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco. Estructura particular de grano suelto. Muy débil. No adherente a ligeramente adherente. No plástico. Muy friable en húmedo. Ligeramente duro a duro en seco. Débilmente cementado. Frecuentes poros muy finos. Muy escasos elementos gruesos redondeados, calizos, de tamaño grava. Muy pocos nódulos minerales pequeños, blandos, esférico, blancos de caliza. Calcáreo, escasa caliza pulverulenta blanda. Elevada actividad biológica alrededor de las raíces. Límite gradual y ondulado.
2C1	75 - 106	Rojo Oscuro (2,5YR 3/6) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco-arenoso. Estructura granular mediana débil a muy débil. No adherente a ligeramente adherente. No plástico. Muy friable en húmedo. Duro en seco. No se observan cutanes. Débilmente cementado. Frecuentes poros muy finos., horizontales, tubulares. Pocos poros finos, continuos, horizontales, tubulares, muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Calcáreo, escasa caliza pulverulenta blanda. Límite neto y plano.

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
2C2	106 - 134	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 3/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco-arenoso. Estructura particular muy débil. No adherente a ligeramente adherente y no plástico. Suelto en húmedo. Blando en seco. No se observan cutanes. Débilmente cementado. Pocos poros tubulares muy finos, continuos, horizontales. Frecuentes elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Limite gradual e irregular.
3A	134 - 154	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 3/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco-limoso. Estructura granular mediana (2-5 mm de diámetro), moderada. Ligeramente adherente a adherente. Ligeramente plástico. Friable en húmedo. Duro en seco. Débilmente cementado. Pocos poros muy finos y finos, tubulares. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. No hay capas endurecidas. Calcáreo. Límite gradual e irregular.
3C	154 - 177	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 3/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco. Estructura granular gruesa y muy gruesa, débil a moderada. Ligeramente adherente. Friable en húmedo. Duro en seco. Débilmente cementado. Frecuentes poros tubulares finos. Pocos poros tubulares medianos, horizontales. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Limite gradual e irregular.
4C1	177 - 193	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 3/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco. Estructura granular mediana y gruesa, débil. Ligeramente adherente, no plástico. De muy friable a friable en húmedo. Duro en seco. Débilmente cementado. Frecuentes poros tubulares, finos. Pocos poros tubulares medianos. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Limite gradual e irregular.
5C1	193 - 212	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco. Estructura granular gruesa y muy gruesa, moderada. Ligeramente adherente, no plástico. Muy friable en húmedo. Duro en seco. Débilmente cementado. Pocos poros tubulares, muy finos. Pocos poros tubulares finos. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. Calcáreo. Limite gradual e irregular.
6C1	+ 212	Pardo rojizo oscuro (2,5YR 4/4) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco. Franco. Estructura granular mediana, moderada. Ligeramente adherente y no plástico. Friable en

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
		húmedo. Duro en seco. Débilmente cementado. Pocos poros tubulares, muy finos y finos. Muy escasos elementos gruesos, redondeados, calizos, de tamaño grava. No se observan rasgos de origen biológico. Límite gradual e irregular.

El estudio del Proyecto LUCDEME del MAPAMA también adjunta las características físicas y químicas del perfil. Son las siguientes:

Tabla 2: Características físicas y químicas del suelo. Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana (1996).

	Horizontes											
	Ap1	Ap2	C1	2A	2C1	2C2	3A	3C	4C1	5C1	6C1	
Análisis Mecánico (%)												
Arena muy gruesa (2 – 1 mm)	1,63	1,03	0,46	0,19	0,70	3,19	0,38	0,88	0,72	0,37	0,89	
Arena gruesa (1 – 0,5 mm)	1,76	1,56	0,85	0,42	1,16	5,19	0,67	1,45	1,31	0,97	1,23	
Arena media (0,5 – 0,25 mm)	7,45	7,29	5,69	2,86	6,82	17,67	2,79	6,23	6,61	6,35	7,18	
Arena fina (0,25 – 0,1 mm)	16,34	26,67	25,42	18,66	28,62	27,68	7,56	17,93	19,94	23,70	23,75	
Arena muy fina (0,1 – 0,05 mm)	23,28	18,71	20,67	24,69	18,82	11,77	12,76	15,08	15,82	17,85	15,67	
Limo grueso (0,05 – 0,02 mm)	5,21	4,18	4,87	6,97	2,88	2,00	4,72	3,76	5,10	3,88	4,92	
Limo fino (0,02 – 0,002 mm)	27,10	29,46	24,36	28,42	24,46	20,64	42,26	34,41	30,60	27,50	25,99	
Arcilla (< 0,002 mm)	17,23	13,09	17,68	17,79	16,54	11,67	24,86	20,25	20,40	19,39	20,37	
Clasificación textural	F	F-Ar	F-Ar	F	F-Ar	F-Ar	F-Li	F	F	F	F	
pH (saturación agua)	7,3	7,4	7,4	7,3	7,4	7,5	7,4	7,5	7,6	7,5	7,6	
pH (saturación CIK)	7,0	7,1	7,1	7,0	7,1	7,2	7,0	7,0	7,0	6,9	6,9	
Salinidad (dS/m)	3,30	2,35	5,40	9,10	7,00	3,10	5,70	3,20	3,30	3,50	3,00	
Carbonatos totales (%)	18,10	17,9	17,00	15,10	11,80	15,40	12,10	11,50	11,30	11,20	16,40	
Materia orgánica (%)	1,41	0,76	0,55	0,72	0,45	0,31	0,97	0,48	0,41	0,34	0,28	
Nitrógeno total (%)	0,10	0,06	0,05	0,06	0,05	0,03	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	
Relación C/N	8,18	7,35	6,38	6,96	5,22	5,99	9,38	6,96	5,95	6,57	5,41	
N mineral (mg N/100 g)	4,96	0,98	0,86	0,81	0,76	0,97	0,83	0,62	0,84	1,02	1,57	
CIC (cmol·kg ⁻¹)	11,35	10,29	10,05	10,49	9,68	8,15	15,15	12,14	11,67	11,59	11,76	
Ca (cmol·kg ⁻¹)	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	Sat	
Mg (cmol·kg ⁻¹)	1,27	0,97	0,78	0,79	0,92	0,94	1,86	1,76	1,94	1,68	1,68	
K (cmol·kg ⁻¹)	1,01	0,46	0,46	0,48	0,49	0,35	0,63	0,51	0,40	0,26	0,29	
Na (cmol·kg ⁻¹)	0,94	0,86	0,94	0,77	0,76	0,79	0,55	0,47	0,53	0,48	0,65	
Porcentaje sat. Bases	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

3. Riesgos geológicos.

Los riesgos naturales son una consecuencia de la interacción del medio humano y del medio natural. Se tienen en cuenta para poder evaluar la idoneidad de las actividades humanas en el lugar, de modo que no se den situaciones de riesgo que ocasionen pérdidas humanas, naturales y económicas.

Para este estudio se ha obtenido información del municipio de Massamagrell a partir de la cartografía de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (CITMA). Solamente se indican los riesgos más significativos para llevar a cabo este proyecto.

3.1. Sismicidad de la zona.

La consideración de este riesgo es especialmente relevante de cara a la construcción e ingeniería civil que se lleve a cabo más adelante. La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. El mapa da, expresada en relación con la gravedad, la aceleración sísmica básica, a_b , y el coeficiente de contribución, K , que tiene en cuenta la influencia de distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

Según la normativa sismoresistente NCSE-02, el municipio de Massamagrell tiene asignado una aceleración sísmica básica a_b 0,06g. Se toma un coeficiente de aplicación al terreno $K = 1,0$.

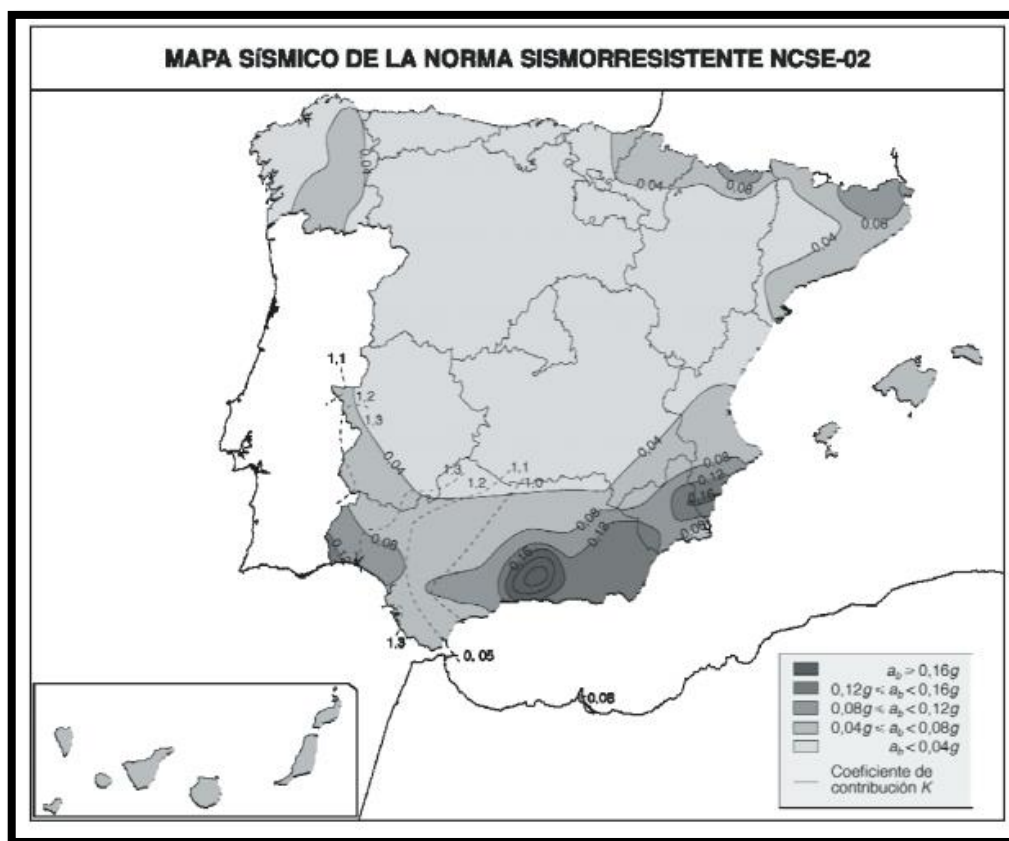


Ilustración 1: Mapa de peligrosidad sísmica de España. Ministerio de Fomento, 2017.

Se aplica esta norma obligatoria en las construcciones de la instalación deportiva, excepto en las de importancia moderada, es decir, aquellas con probabilidad prácticamente despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.

3.2. Riesgo de inundación.

Siguiendo la cartografía científica en la se establecen criterios fisiográficos, y de cobertura vegetal, se han establecido las categorías de riesgo de inundación que van desde riesgo bajo o nulo a riesgo alto, para aquellas zonas en las que la frecuencia de fenómenos de inundación es inferior a 5 – 10 años.

En la parcela, el nivel de peligrosidad por inundación según la codificación del PATRICOVA es de TIPO 3, lo que implica una frecuencia de 25 años y un calado menor a 0,80 m.

En el caso de este proyecto, se trata de un parámetro de importancia al ser un lugar de pública concurrencia.

3.3. Riesgo de erosión potencial.

Para el cálculo de este parámetro, la cartografía establece una serie de categorías de riesgo en base a características propias de la zona de estudio como el grado de cobertura vegetal, la morfología, la pendiente, etc. y de los agentes erosión como el grado de torrencialidad de las precipitaciones.

En la parcela y zonas cercanas a ella, el riesgo de erosión potencial es de tipo BAJO, lo que supone una erosión de $7 - 15 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

3.4. Riesgo de erosión actual.

Para el cálculo de este parámetro, la cartografía establece una serie de categorías de riesgo en base a características propias de la zona de estudio como el grado de cobertura vegetal, la morfología, la pendiente, etc. y de los agentes erosión como el grado de torrencialidad de las precipitaciones.

En este caso, en la zona de la parcela se establece en un tipo MUY BAJO, lo que implica una erosión de $0 - 7 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$.

3.5. Vulnerabilidad de acuíferos.

El riesgo de contaminación de aguas subterráneas se produce si se da conjuntamente una zona vulnerable y una actividad que genere productos capaces de producir cierta alteración de éstas. En el caso de Massamagrell, la vulnerabilidad de acuíferos en la parcela queda establecida como MEDIA.

Este estudio vuelve a ser importante ya que sobre la parcela se va a colocar una especie vegetal con unas exigencias de abonado y riego bastante altas. Dado este tipo de riego no se presentan problemas para llevar a cabo la instalación.

4. Conclusión.

El estudio geológico y de sus riesgos permite evaluar de una forma general la viabilidad de llevar el proyecto en la zona y de alguna manera ver el grado de impacto que puede tener en la zona.

Después de los resultados obtenidos se llega a la conclusión de que éstos no plantean ningún impedimento para que se lleve a cabo todo lo que se pretende sobre la parcela. Únicamente se deberá tener precaución de considerar el riesgo sísmico en las conducciones y evitar en la medida de lo posible una fertilización desorbitada sobre las especies vegetales que allí se alojen.

Por otro lado, respecto al suelo, la calicata y su estudio demuestran que el suelo superficial de la parcela no permite llevar a cabo el cultivo de césped sobre él, por lo que habrá que sustituirlo y colocar un suelo artificial mucho más arenoso ya que tiene un alto contenido en arcillas el actual.

Lo mismo ocurre para solar, cimentar y llevar a cabo las construcciones, unos suelos tan arcillosos provocarían problemas de grietas y roturas al ser estas de carácter expansivo con las variaciones de humedad interna.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 5

Estudio geotécnico

Índice Anejo 5

1.	Introducción.....	5
2.	Metodología.....	5
3.	Resultados.....	5
4.	Conclusiones.....	7
4.1.	Nivel 1.....	7
4.2.	Nivel 2.....	7
4.2.1.	Ángulo de rozamiento interno (φ).....	8
4.2.2.	Módulo de deformación (E).....	8
4.2.3.	Tensión admisible (σ).....	8
5.	Resumen de resultados.....	10

Índice de Tablas.

Ilustración 1: Ficha del resultado del sondeo 1. Fuente: DIRA, 2017 6

Ilustración 2: Ficha del resultado del sondeo 2. Fuente: DIRA, 2017 6

Ilustración 3: Ficha del resultado del sondeo 3. Fuente: DIRA, 2017 7

Índice de ilustraciones.

Tabla 1: Valores de tensiones máximas admisibles en función del tamaño de la zapata.
..... 9

Tabla 2: Valores de parámetros geotécnicos a adoptar para construcción..... 10

1. Introducción.

En el presente anejo se va a describir la metodología a seguir para obtener los parámetros geotécnicos pertinentes para poder llevar a cabo más adelante la ingeniería civil del proyecto.

El estudio que se explica a continuación corresponde a un estudio geológico llevado a cabo para un proyecto de central hortofrutícola en el mismo municipio a menos de 1 km de distancia de la parcela de este proyecto en el año 2.004. Por tanto, los resultados que se obtengan del mismo serán los que se llevarán a cálculos en próximas fases de este proyecto.

La información que figura a continuación fue aportada por el Departamento de Ingeniería Rural Agroalimentaria (DIRA) de la Universitat Politècnica de València (UPV) por el cual está dirigido este Proyecto Final de Máster.

2. Metodología.

El estudio geotécnico se llevó a cabo con el fin de realizar una ampliación en el interior de una nave hortofrutícola en el término municipal de Massamagrell. Para ello, dentro de la nave, se realizaron 3 sondeos en distintos puntos de la misma con el fin de obtener los perfiles litológicos de cada uno de ellos.

La empresa dedicada al estudio geotécnico analizó estos sondeos para clasificar los distintos niveles litológicos de los que consta el suelo y obtener sus características y parámetros constructivos como son la tensión admisible de hundimiento, la tensión admisible por asiento, el ángulo de rozamiento interno y el módulo de deformación.

3. Resultados.

A continuación, se muestran los resultados de los tres sondeos así como los parámetros constructivos que se utilizarán posteriormente para llevar a cabo la ingeniería civil de este proyecto.

Los tres sondeos se realizan en la misma parcela a menos de 10 m de distancia entre ellos. Aquí se muestra la profundidad a la que aparecen los distintos tipos de suelos y la descripción de cada uno de ellos. Además, se añaden los resultados del ensayo S.P.T. en cada uno de los estratos. Las imágenes que se adjuntan son las originales proporcionadas por la empresa que llevó a cabo el estudio geológico.

- Sondeo 1:

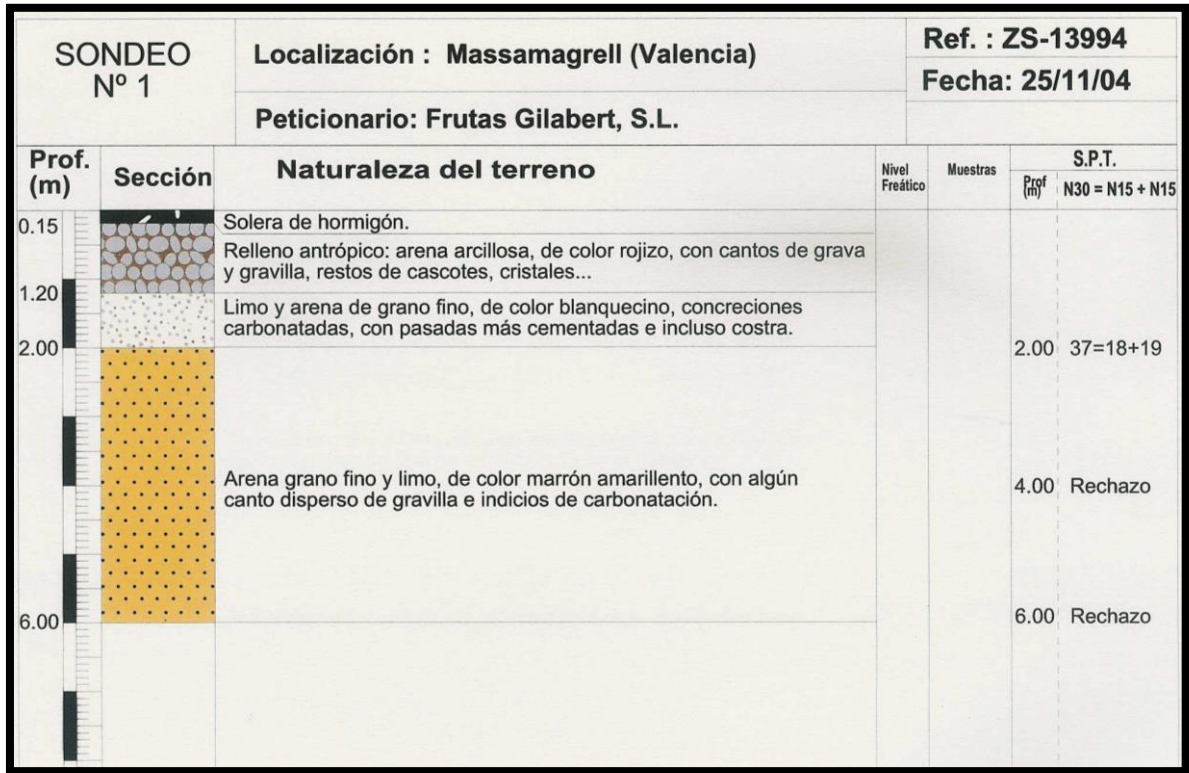


Ilustración 1: Ficha del resultado del sondeo 1. Fuente: DIRA, 2017

- Sondeo 2:

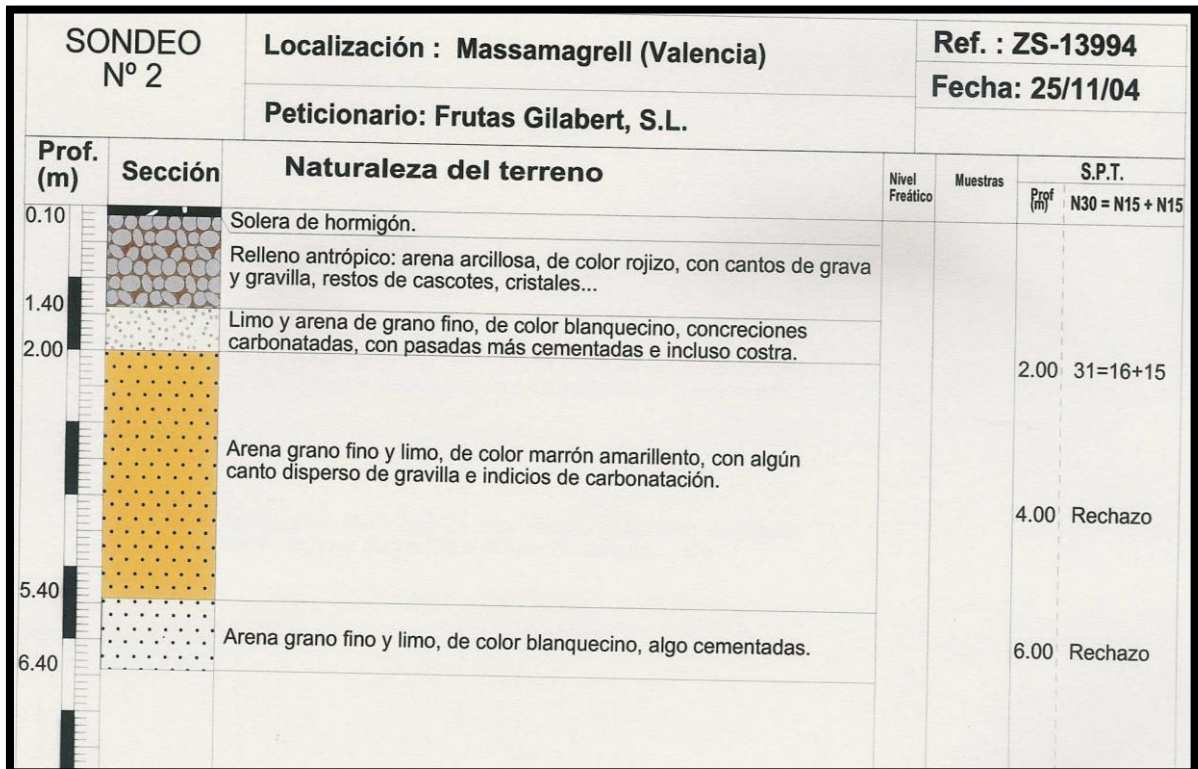


Ilustración 2: Ficha del resultado del sondeo 2. Fuente: DIRA, 2017

- **Sondeo 3:**

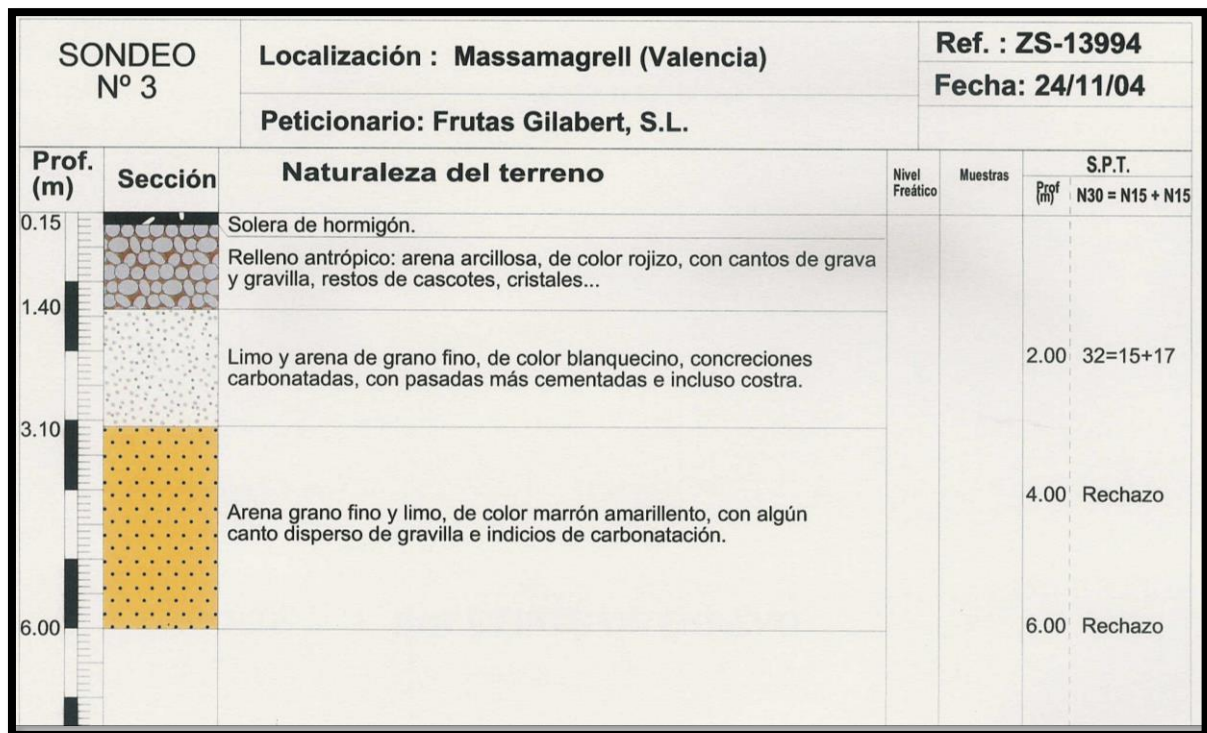


Ilustración 3: Ficha del resultado del sondeo 3. Fuente: DIRA, 2017

4. Conclusiones.

El terreno está formado básicamente por tres niveles litológicos:

- El primer nivel del terreno aparece desde la superficie del terreno hasta 1,20 – 1,40 m de profundidad, y corresponde a un relleno antrópico.
- El segundo nivel corresponde al terreno natural y abarcar desde 1,20 – 1,40 m hasta 2,00 – 3,10 m, y está formado por limos con pasadas más cementadas.
- El tercer nivel aparece a 2,00 – 3,10 m y llega hasta el final de los sondeos en 6,00 – 6,40 m. Está formado por arena de grano fino, algunos cantos de gravilla aislados e indicios de carbonatación.

4.1. Nivel 1.

El nivel 1 de relleno antrópico se desestima como material de apoyo de las cimentaciones debido a su origen antrópico. Este tipo de material se retirará de la parcela al no ser apto ni para el cultivo de las especies vegetales ni para las construcciones o solados.

4.2. Nivel 2.

El nivel 2, compuesto fundamentalmente por limos, presenta buenas características geotécnicas, por lo que podrá servir como material de apoyo.

Está formado por limo, arena de grano fino, concreciones carbonatadas con pasadas más cementadas, que incluso pueden llegar a formar una costra carbonatada. Aparece a partir de 1,20 – 1,40 m, y llega hasta los 2,00 – 3,10 m.

Se realizó un ensayo S.P.T. en el que se obtuvo un valor de 32 golpes. Para el cálculo de los parámetros geotécnicos que caracterizan este material (densidad relativa, ángulo de rozamiento interno y módulos de deformación), se considera un valor de $N_{30} = 32$ golpes, y un valor de densidad relativa $\gamma = 1,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

4.2.1. Ángulo de rozamiento interno (φ).

Para su cálculo se pueden utilizar las siguientes correlaciones:

$$\text{Meyerhof} \rightarrow \varphi = 25 + 0,15 \cdot \gamma = 25,27^\circ$$

$$\text{Dunham} \rightarrow \varphi = \sqrt{12 \cdot N} + 25 = 45,60^\circ$$

$$\text{Osaki} \rightarrow \varphi = \sqrt{20 \cdot N} + 15 = 40,30^\circ$$

Tomando un valor medio conservador, se puede considerar, a efectos de cálculo, un ángulo de rozamiento interno:

$$\varphi = 35^\circ$$

4.2.2. Módulo de deformación (E).

Para el cálculo del módulo de deformación se emplean las siguientes correlaciones:

$$\text{Bowles (1983)} \rightarrow E = 300 \cdot (N + 6) = 11.400 \text{ kPa}$$

$$\text{Webb} \rightarrow E = 4 \cdot (N + 12) = 176 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Meigh y Nixon} \rightarrow E = 8N = 256 \text{ kp/cm}^2$$

Finalmente, se establece un valor medio para el conjunto del nivel:

$$E = 150 - 175 \text{ kg/cm}^2$$

Este nivel aparece a 1,20 – 1,40 m de profundidad, por debajo del material superficial de relleno antrópico. La cimentación podría ser de tipo semiprofundo, mediante pequeños pozos de cimentación apoyados a 1,20 – 1,40 m, sobre el material limoso que se encuentra en el nivel 2.

4.2.3. Tensión admisible (σ).

Se calcula en primer lugar la carga de hundimiento (q_h). Para ello, se considera un empotramiento del cimiento en el terreno de 0,6 m. La ecuación que proporciona la carga de hundimiento (q_h) es:

$$q_h = q \cdot N_q + S_c \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

Donde:

- q : sobrecarga por peso de $0,6 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3} = 1,08 \text{ t}\cdot\text{m}^{-2}$
- S_c : factor de forma de 0,3 para cimientos cuadrados
- B : ancho de la cimentación (m)
- γ : densidad del terreno de apoyo de $1,8 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$
- N_q y N_γ son factores de capacidad portante, que para $\varphi = 35^\circ$, adoptan valores de 33,3 y 48,08 respectivamente.

Con estos datos, la capacidad portante (aplicando un factor de seguridad $F = 3$ y cambiando unidades a $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) vendría dada por la expresión:

$$Q_{adm} = 1,19 + 0,86 \cdot B$$

En cuanto a los asientos, éstos pueden valorarse según un modelo elástico e isótropo, de acuerdo con la fórmula:

$$S = \frac{B \cdot q}{E} (1 - \nu^2) k$$

Donde:

- S : profundidad del asiento (cm)
- B : Ancho de la zapata (cm)
- q : tensión de contacto ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)
- E : módulo de deformación elástico medio entre nivel 1 y 2 de $230 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$
- ν : coeficiente de Poisson = 0,3
- k : factor de forma de 0,88 para zapatas cuadradas

El valor de asiento máximo que se considera es de 2,5 cm. Los resultados que se obtienen para distintos tamaños de zapatas cuadradas son:

Tabla 1: Valores de tensiones máximas admisibles en función del tamaño de la zapata.

B (m)	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50
Por hundimiento Q_{adm} ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	2,00	2,30	2,50	2,70	2,90	3,30
Por asiento Q_{adm} ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	7,20	5,70	4,80	4,10	3,60	3,00

Según los cálculos, el factor limitante es el hundimiento. Por lo tanto, se podría adoptar una tensión media de contacto de $0,25 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ ($2,5 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$). El valor podría aumentar hasta $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ en función del ancho del pozo elegido, como se ve en la tabla 1.

En caso de requerirse mayor tensión de contacto, las cimentaciones podrían profundizar un poco más, hasta llegar al nivel 3 (arena) que aparece a $2,00 - 3,10 \text{ m}$ de profundidad, donde podrían adoptarse valores de $0,3 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ para cualquier ancho de pozo.

5. Resumen de resultados.

Se puede afirmar que se podría llevar a cabo una cimentación mediante pozos pequeños apoyados a $1,20 - 1,40 \text{ m}$, sobre el material limoso definido en este texto como **nivel 2**, con una tensión de contacto de $0,25 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ en función del ancho del pozo.

Los valores a considerar de cara a la construcción de los distintos elementos de ingeniería civil son:

Tabla 2: Valores de parámetros geotécnicos a adoptar para construcción.

Parámetro	Nombre	Valor
φ ($^{\circ}$)	Ángulo de rozamiento interno	35
E ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	Módulo de deformación	150
σ ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$)	Tensión máx. admisible	0,25

Con estos valores obtenidos, se considera apto para la construcción de las edificaciones extrapolando estos datos a la parcela del proyecto.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 6

Especies vegetales y suelo artificial

ÍNDICE ANEJO 6

1.	Introducción.	6
2.	Especies vegetales.	7
2.1.	Raygrass inglés (<i>Lolium perenne</i>).	7
2.1.1.	FIESTA 4.	7
2.1.2.	RINGLES.	9
2.1.3.	RINOVO GL-74.	10
2.2.	Poa Pratense (<i>Poa pratensis</i>).	11
2.2.1.	PRAFIN.	11
2.2.2.	RUGBY 2.	12
3.	Solución final.	13
4.	Suelo artificial.	14
4.1.	Funciones del suelo deportivo.	14
4.2.	Perfil del suelo. Sistema constructivo de capa freática suspendida.	14
4.3.	Materiales a utilizar.	15
4.3.1.	Capa de enraizamiento.	16
4.3.2.	Capa de sellado.	18
4.3.3.	Capa de grava.	19
4.4.	Tabla resumen suelo.	20
5.	Nivelación del suelo.	21

Índice de Tablas

Tabla 1: Características de la variedad Lolium Perenne FIESTA 4.	8
Tabla 2: Características de la variedad Lolium Perenne RINGLES.....	9
Tabla 3: Características de la variedad Lolium Perenne RINOVO GL-74.....	10
Tabla 4: Características de la variedad Poa pratensis PRAFIN.	12
Tabla 5: Características de la variedad Poa pratensis RUGBY 2.....	13
Tabla 6: Fórmula final de las distintas variedades de cespitosas.	13
Tabla 7: Perfil del suelo.....	15
Tabla 8: Granulometría de la arena 0/1 seleccionada.	17
Tabla 9: Propiedades de la mezcla de arena y compost.....	18
Tabla 10: Resultados de materiales y espesores del perfil del suelo artificial.	20

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Curva granulométrica de la grava 5/10.	20
--	----

1. INTRODUCCIÓN.

Para el presente proyecto, una de las partes fundamentales del mismo y que proporcionan un valor añadido sobre otros proyectos similares es la superficie del terreno de juego. El objetivo principal de su diseño y construcción es garantizar una calidad tanto en el juego como visual de la superficie durante las cuatro estaciones del año y siempre intentando que los costes de mantenimiento (riego, resiembras, fertilización, siegas...) sean lo menores posibles sin que esto pueda afectar a la calidad del mismo.

La altura del césped es uno de los indicadores de calidad de los campos de fútbol. De hecho, existen sofisticados aparatos para medir el comportamiento del balón sobre el césped, como la rodadura de la pelota en su superficie, que se mide haciendo caer la pelota por una rampa de 45 grados de pendiente tras lo que se mide la distancia a la que llega el balón. Estudios del Sports Turf Research Institute (Instituto de Investigación sobre Céspedes Deportivos) del Reino Unido, muestran que, si el césped es bajo, la distancia de rodadura es mayor. De hecho, esta la distancia, según un estudio de la Universidad de Turín, disminuye 16 cm por cada milímetro de aumento de la altura de corte.

Otro de los factores que afecta a la velocidad de la pelota es el desgaste de la hierba; así, en la zona de gol la distancia de rodadura es de 6 a un 36% mayor que en el área de córner y la humedad también afecta al balón: a más humedad, menos rebote y menor rodadura. De hecho, el rebote de la pelota también es menor si el césped es más alto.

Estudios realizados por prestigiosas universidades dictan que para tener un césped que permita un juego de calidad, la altura de corte no debe bajar de 1,5 cm, además de que las siegas muy bajas afectan al estado sanitario del césped, favoreciendo las enfermedades fúngicas. Según la norma UNE 41959 los campos de alto nivel deben mantener su altura de césped entre 1,5 y 3,5 cm.

El césped se puede segar de dos maneras, a bandas paralelas longitudinales o a bandas transversales, que se producen al segar en direcciones opuestas de modo alternado. El modo transversal es preferible puesto que ayuda a determinar cuando los jugadores están en posición de fuera de juego.

En cuanto al tipo de césped, normalmente se utilizan las especies *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y sus mezclas para los céspedes de los mejores campos de fútbol. También se deben conocer parámetros de diseño como que la pelota bota más en el *Lolium*, al que sigue la *Poa* y rebota menos en la *Festuca*. Se plantan también otras especies, sobretodo en climas secos, como el *Pennisetum clandestinum*, el *Cynodon dactylon* o el *Paspalum vaginatum*, que soportan mejor la escasez de agua.

Con estas recomendaciones anteriores sobre la calidad del césped en un campo de fútbol se pretende justificar la especie o especies vegetales que van a formar la superficie

cespitosa del terreno de juego. A continuación, se exponen una serie de géneros y especies vegetales de gramíneas las cuales son aptas para una climatología como la expuesta en el Anejo N°2 “Estudio climatológico” y van a aportar la solidez y tolerancia al pisoteo que se dará en un campo de fútbol como el que se plantea construir.

También se ha de tener en cuenta las clasificaciones climáticas del municipio obtenidas en el Anejo N°2 “Estudio climatológico” para seleccionar especies que se adapten perfectamente al clima y evitar problemas de calidad en el terreno de juego.

2. ESPECIES VEGETALES.

En los siguientes subapartados se van a describir las propiedades y características de cada una de las variedades que van a formar parte del terreno de juego. En su descripción se justifica su instalación en el terreno de juego en términos de características y representación en el mismo.

Las variedades de césped que se pretenden instalar pertenecen a dos generos distintos: el género *Lolium* y el género *Poa*. Dentro de estos se ha apostado por una especie de cada uno de ellos. Por el primero se decide colocar variedades de la especie *Lolium perenne*, conocido como Raygrass inglés, mientras que por parte del segundo se colocan de la especie *Poa pratensis*.

2.1. Raygrass inglés (*Lolium perenne*).

Se trata de una cespitosa de clima templado, de crecimiento formando mascollas y que destaca por su rapidez de instalación, resistencia al pisoteo y aspecto ornamental. Sus usos más frecuentes son en jardinería de máxima calidad, Tees, calles, rough, overseeding de campos de golf, campos de fútbol e hipódromos. Da la posibilidad de sembrarse sobre cualquier especie.

Esta especie cuenta con numerosas variedades. A continuación, se exponen las variedades correspondientes a esta especie que formarán parte de la fórmula final del terreno de juego. Son tres: **Fiesta 4, Ringles y Rinovo.**

2.1.1. FIESTA 4.

Producto desarrollado en Rutgers University. Es una variedad sintética producto de la descendencia materna de 15 clones. Es un líder consistente en la clasificación NTEP en las características más importantes. Sus características principales son:

- Variedad de tipo persistente desarrollada para tener máxima calidad y densidad a lo largo del año.

- De máxima resistencia a salinidad tanto en nascencia como con el césped establecido. Hasta 15.000 ppm en agua de riego.
- La altura óptima de corte es de 10 – 12 mm en cualquier superficie pudiendo resistir hasta 3 mm.
- Máxima resistencia a enfermedades, en particular a Gray leaf spot.
- Resistencia a gusanos blancos y de alambre.
- Ideal para superficies que se vayan a utilizar de forma rápida después de la siembra o resiembra como campos de golf o de fútbol.

Tabla 1: Características de la variedad Lolium Perenne FIESTA 4.

Características	
Dosis de siembra (g/m ²)	35
Nº semillas/g	520
Días de germinación	5 – 7
Época ideal siembra	Primavera - otoño
Mantenimiento	Bajo
Necesidades nutricionales	Altas
Pérdida color invernal	No
Resistencia enfermedades	Pytium, Hilo rojo, Gray leaf spot, Brown patch y Dollar spot
Capacidad recuperación	Excelente
Resistencia al pisoteo	Excelente
Necesidades hídricas	Altas
Altura de corte (mm)	> 10
Frecuencia de corte	Baja
Resistencia salinidad	Muy alta

Para su implantación y manejo se dan las siguientes recomendaciones:

- RINGLES Para césped perenne se debe segar entre 10 – 25 mm. En condiciones extremas tolera hasta los 3 mm.
- Como normal general aportar 25 – 40 UF de N por mes de crecimiento activo. Prefiere un equilibrio 4-1-3.
- En condiciones de césped perenne en zonas calurosas evitar las fertilizaciones nitrogenadas durante los meses de verano.
- Tratamiento fungicidas únicamente si aparece la enfermedad.
- No necesita escarificados ni pinchados.
- Dar riegos espaciados y abundantes, excepto durante la instalación, donde deben ser continuos y suaves.

2.1.2. RINGLES.

Se trata de una variedad desarrollada a partir de material básico recogido en el área del mediterráneo. La semilla se multiplica en las mejores áreas de producción, especialmente en Oregón. Sus características principales son las siguientes:

- Variedad de tipo mediterráneo, especialmente mejorada para esta región del mundo.
- Enanizante de porte erecto.
- Textura de hoja fina.
- Máxima resistencia a calor y salinidad. Hasta 15.000 ppm en agua de riego.
- Color verde medio oscuro.
- Excelente crecimiento invernal.
- Excelente resistencia al pisoteo y arrancamiento.
- Máxima capacidad de recuperación.
- Combina perfectamente con variedades compactas de *Poa pratensis* y con *Festucas* finas.
- Ideal para superficies que se vayan a utilizar de forma rápida después de la siembra o resiembra, overseeding en golf, campos de fútbol, jardinería...

Tabla 2: Características de la variedad *Lolium Perenne* RINGLES.

Características	
Dosis de siembra (g/m ²)	35
Nº semillas/g	546
Días de germinación	4 – 8
Época ideal siembra	Primavera – otoño
Mantenimiento	Bajo
Necesidades nutricionales	Medias
Pérdida color invernal	No
Resistencia enfermedades	Pytium, Hilo rojo
Capacidad recuperación	Excelente
Resistencia al pisoteo	Excelente
Necesidades hídricas	Medias
Altura de corte (mm)	8 – 20
Frecuencia de corte	Media
Resistencia salinidad	Alta

Para su implantación y manejo se dan las siguientes recomendaciones:

- Para césped perenne se debe segar entre 10 – 50 mm. En condiciones extremas tolera hasta los 3 mm.

- Como normal general aportar 25 – 40 UF de N por mes de crecimiento activo. Prefiere un equilibrio 4-1-3.
- En condiciones de césped perenne en zonas calurosas evitar las fertilizaciones nitrogenadas durante los meses de verano.
- Tratamiento fungicidas únicamente si aparece la enfermedad.
- No necesita escarificados ni pinchados.
- Dar riegos espaciados y abundantes, excepto durante la instalación, donde deben ser continuos y suaves.

2.1.3. RINOVO GL-74

Rinovo es una variedad extraordinaria desarrollada en la Universidad de Rutger's procedente de plantas de Raygrass recogidas alrededor del mundo, en zonas de alto estrés ambiental de calor, humedad ambiental, sequía, pisoteo, salinidad y enfermedades. La variedad resultante combina resistencia a todos los factores anteriores junto con color oscuro, finura de hoja, alta densidad y crecimiento lateral. Lo anterior hace de esta variedad la elección perfecta para céspedes persistentes de alto nivel tanto como variedad pura, como en mezclas o en aplicaciones de interseeding, resiembra u overseeding sobre céspedes existentes. Sus características principales son:

- Destaca por su máxima persistencia que se mantiene en los tórridos veranos mediterráneos.
- Excelente densidad gracias a su crecimiento lateral.
- Máxima rapidez de instalación.
- Textura de hoja muy fina.
- Color verde oscuro intenso.
- Excelente crecimiento invernal.
- Excelente resistencia al pisoteo y arrancamiento.
- Baja dosis de siembra debido a su crecimiento lateral.
- Ideal para superficies donde se desee máxima persistencia y resistencia a uso como campos de golf, campos de fútbol, jardinería pública y privada...

Tabla 3: Características de la variedad *Lolium Perenne* RINOVO GL-74.

Características	
Dosis de siembra (g/m²)	20 - 35
Nº semillas/g	662
Días de germinación	4 – 8
Época ideal siembra	Primavera – otoño
Mantenimiento	Bajo
Necesidades nutricionales	Medias - bajas
Pérdida color invernal	No

Resistencia enfermedades	Dollar spot, Gray leaf spot, Brown patch
Capacidad recuperación	Excelente
Resistencia al pisoteo	Excelente
Necesidades hídricas	Medias
Altura de corte (mm)	> 8
Frecuencia de corte	Media
Resistencia salinidad	Muy alta

2.2. *Poa Pratense (Poa pratensis)*.

Se trata de una especie de cespitosas de clima templado (C3) donde la hoja adopta una textura media-fina. El crecimiento y reproducción vegetativa de esta especie es mediante rizomas. Es muy tolerante al pisoteo y sensible a enfermedades de hoja en condiciones de clima suave. Recomendable en mezclas por su crecimiento lateral pero no sembrar nunca como especie única. Los usos más demandados para esta especie son campos deportivos de fútbol, polo, hípica, calles y tees de campos de golf, cultivo de tepes...

Esta especie cuenta con numerosas variedades. A continuación, se exponen las características de las variedades que formarán parte del formulado de la superficie en el terreno de juego junto con las variedades de *Lolium perenne* anteriormente mencionadas en este mismo anejo.

2.2.1. PRAFIN.

Se trata de una variedad de *Poa pratensis* muy versátil. Se ha desarrollado a partir de material recogido en el área mediterránea, en zonas afectadas por salinidad, stress, enfermedades, pisoteo y calor. Esta variedad combina una textura de hoja fina con una gran capacidad de crecimiento lateral y recuperación ante las agresiones externas. Tiene una gran resistencia a enfermedades como Leaf spot, Roya, Summer Patch, Dollar spot y Antracnosis, por ello de su aptitud como superficie deportiva tanto en mezclas como en variedad pura.

Combina especialmente bien con variedades de *Lolium perenne* como RINOVO en el caso de superficies deportivas de alto nivel o con *Festuca arundinacea* para céspedes residenciales o Rough de campos de golf. Algunas de sus características principales son:

- Máxima resistencia a calores estivales.
- Genera poco colchón.
- Resistente a sequía y salinidad
- Frecuencia de corte baja
- Tolera cortes a partir de 12 mm

Tabla 4: Características de la variedad *Poa pratensis* PRAFIN.

Características	
Dosis de siembra (g/m ²)	10 – 15
Nº semillas/g	2.400
Días de germinación	15 – 20
Época ideal siembra	Primavera - otoño
Mantenimiento	Medio
Necesidades nutricionales	Medias
Pérdida color invernal	No
Resistencia enfermedades	Leaf spot, Roya, Summer patch, Dollar spot, Antracnosis
Capacidad recuperación	Muy buena
Resistencia al pisoteo	Excelente
Necesidades hídricas	Medias
Altura de corte (mm)	> 12
Frecuencia de corte	Media
Resistencia salinidad	Alta

Para su implantación y manejo se dan las siguientes recomendaciones:

- Germinación en 15 días bajo buenas condiciones de humedad y temperatura.
- Sembrar preferentemente en mezclas con variedades de *Lolium perenne*.
- Se puede usar sola o mezclada con otras variedades de *Poa pratensis* para céspedes deportivos muy específicos.
- Al ser variedad muy densa y con un potente crecimiento lateral a base de rizomas, es necesario un programa de escarificados y pinchados.
- En condiciones de elevada humedad ambiental son necesarios tratamientos fungicidas.

2.2.2. RUGBY 2.

Se trata de una variedad excelente para combinar con Raygrass inglés. Tiene una hoja y tallo fino. Muestra una gran cualidad al soportar el corte bajo y gran resistencia a la sequía. Se obtiene un césped de alta calidad en condiciones climáticas adversas. Recomendado para instalaciones deportivas de fútbol, golf. Muy tolerante al pisoteo. Algunas de sus características principales son:

- Variedad diseñada para situaciones de sombra.
- Gran tolerancia a situaciones de sequía.
- Máxima resistencia al pisoteo

- Crecimiento lateral vegetativo a partir de rizomas.
- Gran tolerancia al calor

Tabla 5: Características de la variedad *Poa pratensis* RUGBY 2.

Características	
Dosis de siembra (g/m ²)	10 – 15
Nº semillas/g	2.702
Días de germinación	15 – 25
Época ideal siembra	Primavera – otoño
Mantenimiento	Medio – alto
Necesidades nutricionales	Medias – altas
Pérdida color invernal	No
Resistencia enfermedades	Microdochium, Leaf spot, Roya, Dollar spot
Capacidad recuperación	Muy buena
Resistencia al pisoteo	Excelente
Necesidades hídricas	Medias
Altura de corte (mm)	> 12
Frecuencia de corte	Media
Resistencia salinidad	Alta

3. SOLUCIÓN FINAL.

La combinación de las variedades de *Lolium perenne* y *Poa pratensis* seguirá la fórmula que se expone en la siguiente tabla.

Tabla 6: Fórmula final de las distintas variedades de cespitosas.

Variedad	% en peso	% en Nº de semillas
<i>Lolium perenne</i> FIESTA 4	20	12
<i>Lolium perenne</i> RINGLES	20	9
<i>Lolium perenne</i> RINOVO	30	13
<i>Poa pratensis</i> PRAFIN	20	45
<i>Poa pratensis</i> RUGBY 2	10	21

Se decide aplicar esta solución para el terreno de juego por:

- Todas las especies seleccionadas se adaptan al clima del municipio.
- Todas tienen una excelente resistencia al pisoteo.
- La inversión inicial es pequeña debido a la reducida dosis de siembra de cada una de ellas.
- Todas ellas dan la posibilidad de una altura de corte entre 25 y 65 mm.

- Ninguna de ellas tiene una frecuencia de corte alta.
- Estas especies dan la posibilidad de resiembras durante todo el año y mantienen un color uniforme verde en el mismo periodo.
- En condiciones extremas como el verano RUGBY 2 y PRAFIN tienen gran resistencia a sequía-
- En condiciones de frío invernal RINOVO y RINGLES dan un crecimiento y calidad excelentes.
- Son resistentes a la mayoría de enfermedades más típicas en el área mediterránea.

4. SUELO ARTIFICIAL.

Otro punto determinante en un campo de césped deportivo es la estratificación de suelos que contiene. Existen diversos factores a los que afecta que el suelo este formado por un tipo de texturas u otras.

Frecuentemente, la superficie original del lugar donde se establece el césped ha de ser modificada mediante desmontes y movimientos de tierra. Para modificar la textura de estos suelos se suelen añadir gravas, arenas, enmiendas orgánicas... En este caso, la capa de enraizamiento va a estar constituida por arena mezclada con una proporción de turba que favorezca la germinación de las semillas.

La composición de los suelos deportivos se rige por la norma UNE 41959-1 la cual especifica la composición de la capa de enraizamiento y de los materiales estructurales que la componen (granulometría, propiedades físicas y químicas), así como de la cubierta vegetal para rugby y fútbol en cada una de las regiones climáticas peninsulares.

4.1. Funciones del suelo deportivo.

El suelo deportivo debe cumplir una doble función:

- Como medio de crecimiento del césped, en el que se desarrollan las raíces, que alimentan a la planta y la mantienen unida al suelo.
- Como soporte físico del juego, sobre el que se desplazan los jugadores.

En comparación con un suelo agrícola, el terreno de juego de un campo deportivo está sometido al enorme impacto de la actividad deportiva. En consecuencia, deberá estar preparado para cumplir las condiciones ideales de sistema radicular y a su vez resistir la presión de los impactos durante el pisoteo, sin modificar dichas condiciones.

4.2. Perfil del suelo. Sistema constructivo de capa freática suspendida.

Los sistemas constructivos dependen de la permeabilidad del subsuelo. El nivel de la superficie deportiva a construir depende de muchos factores: permeabilidad y resistencia

mecánica del suelo, calidad requerida en función del tipo e intensidad de uso, factores climáticos...

En el caso de que el subsuelo presente una elevada permeabilidad, no será necesario instalar un sistema de drenaje para la evacuación del agua de infiltración, siendo suficiente con garantizar la permeabilidad con la capa de enraizamiento.

En el caso de este proyecto, con el fin de garantizar una correcta evacuación de las aguas de lluvia, se propone cambiar el perfil del suelo existente en la parcela, definido en el Anejo N° 4 "Estudio geológico y edafológico", y establecer un sistema constructivo que garantice la completa evacuación de las aguas en los casos más extremos de lluvia.

El sistema constructivo que se plantea hacer presenta las máximas prestaciones. Se trata de mantener un nivel freático suspendido donde el agua se halla a disposición de las raíces de las plantas ocupando los poros de la capa de enraizamiento situados sobre una capa drenante de grava depositada encima del subsuelo impermeable.

La capa de enraizamiento actuará como una esponja que retiene el agua en la parte inferior saturada, obligando a las raíces a desarrollarse en profundidad, en busca de agua y nutrientes. En la zona superficial de la capa de enraizamiento no saturada de agua las raíces disponen del aire necesario para su respiración.

Esta solución se aplica en subsuelos compactados y estables, en los que se instalan en zanjas las tuberías de drenaje, y sobre estas últimas a capa de grava. Encima de la grava se colocará una capa de sellado, sobre la cual se extenderá la capa de enraizamiento.

Finalmente, el perfil del suelo que formará el campo de fútbol será el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7: Perfil del suelo.

Capa	Espesor (mm)
Enraizamiento	250
Sellado	100
Grava	150
Total Perfil	500

4.3. Materiales a utilizar.

A continuación, se definen los materiales a utilizar en cada una de las capas definidas anteriormente. La determinación de éstos es un factor importante por dos aspectos. En primer lugar, para garantizar una correcta infiltración del agua en el caso de lluvias de carácter torrencial, pero a la vez que el suelo tenga una capacidad de retención de agua y

nutrientes correcta para el cultivo. Por otro lado, no se debe olvidar que va a ser una superficie que va a tener que resistir el pisoteo, por lo tanto, debe ser una superficie estable y que no se levante o se hunda con facilidad.

Empezando a definir desde la superficie hasta los drenes las capas que van a formar el suelo van a ser las siguientes:

Todo este apartado se lleva a cabo siguiendo las recomendaciones de la Norma UNE-EN 51959-1:2011 "Superficies deportivas de hierba natural. Parte 1: Sistemas de construcción para superficies deportivas de fútbol, rugby y golf. Métodos de ensayo"

4.3.1. Capa de enraizamiento.

El dimensionado de este punto es una parte relevante del este proyecto. La composición de esta primera capa va a tener influencia directa sobre ciertos parámetros que le harán ganar o no calidad al proyecto. Esta primera capa tendrá influencia sobre la superficie vegetal, el drenaje del suelo al infiltrar el agua, la calidad del juego que se pueda desarrollar sobre él, la resistencia a la compactación con el paso del tiempo, etc.

Es por ello, que lo más recomendable, si se quiere hacer una superficie de calidad, es obtener recomendaciones de centros donde se estudian las superficies de campos deportivos. El USGA (Asociación de golf de los Estados Unidos) da recomendaciones sobre cómo debe ser la capa de enraizamiento de las superficies deportivas para obtener la máxima calidad en todos los aspectos anteriormente nombrados.

Esta primera capa debe componerse, casi en su totalidad de arenas de distintos tamaños de partícula. En la siguiente tabla se muestran las recomendaciones a seguir para poder seleccionar el tipo de suelo final.

Nombre	Tamaño (mm)	Recomendación USGA
Grava gruesa	> 3,4	Ausencia
Grava fina	2,0 – 3,4	Menos del 10 % de partículas en este rango y máximo 3 % de grava fina
Arena muy gruesa	1,0 – 2,0	
Arena gruesa	0,5 – 1,0	Mínimo del 60 % de partículas
Arena media	0,25 – 0,5	
Arena fina	0,15 – 0,25	Menos del 20 % de partículas
Arena muy fina	0,05 – 0,15	Menos del 5 % de partículas
Limo/arcilla	< 0,05	Menos del 8 % de partículas
Finos totales	< 0,15	Menos del 10 % de partículas

A continuación, una vez observadas las recomendaciones se procede a nombrar los tipos de materiales que se van a utilizar y sus cantidades.

En la **zona de las raíces**, con el objetivo de mantener una cubierta de césped e impedir que la superficie se vuelva inestable se va a proceder a incorporar el siguiente tipo de suelo. Se trata de un suelo formado por arena y reforzado con fibras de polipropileno para proporcionar una estabilidad adicional. Las fibras se incorporan en la arena con una proporción tal que:

$$\text{Proporción fibras} = \frac{30 \text{ kg de fibras de Polipropileno}}{1000 \text{ kg de arena}} = 0,3 \%$$

Con esta composición, únicamente queda por determinar el tipo de arena a utilizar. La norma UNE EN-41959-1:2011 establece que el tipo de arena de sílice que se utilice no supere, en su curva granulométrica, los 3,5 mm de diámetro de partícula. Por ello, para este proyecto se va a utilizar una arena lavada denominada popularmente Arena 0/1 indicando esos valores el intervalo de su curva granulométrica. La densidad que adopta la misma es de 1.500 kg/m³.

Del tipo de arena seleccionada se obtienen las siguientes características granulométricas que se adjuntan en esta tabla:

Tabla 8: Granulometría de la arena 0/1 seleccionada.

Nombre	Tamaño (mm)	% Retenido
Grava gruesa	> 3,4	-
Grava fina	2,0 – 3,4	0,2
Arena muy gruesa	1,0 – 2,0	
Arena gruesa	0,5 – 1,0	97,5
Arena media	0,25 – 0,5	
Arena fina	0,15 – 0,25	1,9
Arena muy fina	0,05 – 0,15	0,3
Limo/arcilla	< 0,05	0,1
Finos totales	< 0,15	0,4

La cantidad de la misma que se requiere para rellenar la zona del campo de fútbol, sabiendo que el espesor que tiene esta capa es de 0,25 m es:

$$\text{Masa arena 0/1} = 0,25 \text{ m} \cdot 105 \text{ m} \cdot 75 \text{ m} \cdot 1.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2.953 \text{ t}$$

Y, por tanto, una cantidad de fibras de polipropileno:

$$\text{Masa polipropileno} = 2.953 \text{ t} \cdot 0,003 = 8,86 \text{ t}$$

Por otro lado, cabe destacar que ubicar una especie vegetal únicamente con arenas puede traer problemas de retención de nutrientes y agua por su gran tamaño de poro. Es por ello, que, consultando bibliografía sobre superficies deportivas, algunos autores como Peñareja Soto recomiendan mezclar esta arena con cierta cantidad de compost.

Para este proyecto se procederá del siguiente modo, se tomará la cantidad de arena anterior pero mezclada con un 10 % de compost. Con este tipo de mezcla, se obtienen resultados de la cubierta vegetal de excelente calidad permitiendo ajustar la dosis de abonado al nivel de fertilidad requerido. Las propiedades del suelo que se obtienen al colocar esta capa son las siguientes:

Tabla 9: Propiedades de la mezcla de arena y compost.

Propiedad	Arena 0/1 + 10 % compost
Porosidad de aire (%)	24,1
Retención de agua (%)	24,5
Conductividad Hidráulica (mm/h)	135
Materia orgánica (%)	2,8

Como se ve en la tabla, los resultados obtenidos al añadir cierta cantidad de compost a la primera capa de enraizamiento son excepcionales y mejoran las propiedades que aporta colocar únicamente la arena.

Por tanto, la masa de compost a mezclar con la masa anteriormente calculada de arena, conocida la relación (m/m) de compost/arena = 0,1:

$$\frac{\text{masa de compost (t)}}{2.953 \text{ t}} = 0,1$$

$$\text{masa de compost} = 295,3 \text{ t}$$

En conclusión, con una capa de enraizamiento como la que se presenta en este anejo, formada por arena de sílice, partículas de polipropileno y una porción de compost, se consigue:

- Una mayor absorción de los impactos producidos por el pisoteo.
- Mayor resistencia al desgarramiento del suelo.
- Mayor balance de aire y agua en el suelo.
- Mejor aislamiento térmico.

4.3.2. Capa de sellado.

En este caso, el nivel freático suspendido se lleva a cabo con capa de sellado, la cual se encuentra por debajo de la de enraizamiento y por encima de la capa de grava. La nivelación

debe ser tal que el eje longitudinal del campo sea la zona más alta y hacia las bandas tenga una pendiente de 0,5 %.

Esta capa de sellado consta de una arena de naturaleza no caliza, con un contenido en carbonatos inferior al 1 % y un intervalo granulométrico de 1 a 6 mm de diámetro según las recomendaciones de la norma que se sigue en este anejo.

Por ello, se elige una arena de tipo 2/4 donde su intervalo granulométrico está comprendido en 2-4 mm de diámetro de partícula y su densidad es de 2.600 kg/m³.

Por tanto, la masa requerida para esta operación, sabiendo que el espesor de esta capa es de 0,1 m, es la siguiente:

$$\text{Masa arena 2/4} = 0,10 \text{ m} \cdot 105 \text{ m} \cdot 75 \text{ m} \cdot 2.600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2.048 \text{ t}$$

4.3.3. Capa de grava.

Para colocar la capa de grava, que es la más profunda de las 3 que forman el sistema de drenaje con nivel freático suspendido, es preceptivo compactar el terreno de la parcela previo a esta operación. Una vez compactado y colocada la red de riego y los drenes (que se diseñarán en el Anejo N^o 9 “Cálculo de la red hidráulica” y Anejo N^o 14 “Red de evacuación de aguas pluviales” respectivamente) se procede a colocar la grava.

Esta capa tendrá un espesor de 0,15 m. La norma UNE seguida hasta ahora recomienda un intervalo de diámetro de partícula para los áridos entre 5 – 10 mm de naturaleza no caliza, limpia de polvo y finos.

Para este proyecto se toma una grava de tamaño de árido comprendido entre 5 – 10 mm, de naturaleza silíceo, con la siguiente curva granulométrica.

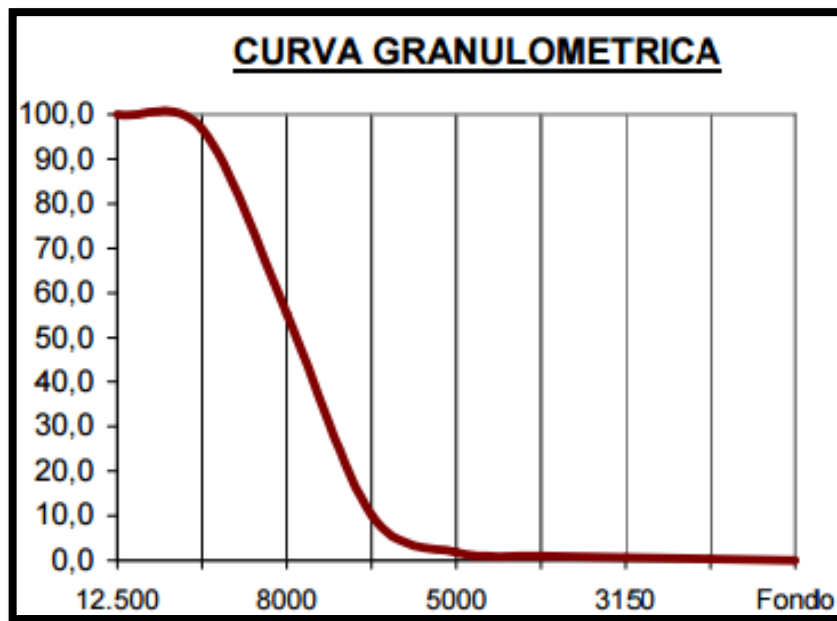


Ilustración 1: Curva granulométrica de la grava 5/10.

Esta grava tiene una densidad media de kg/m^3 . Por tanto, conociendo el espesor de la capa, la masa de este material que se requiere para formar la capa más profunda del drenaje es:

$$\text{Masa grava 5/10} = 0,15 \text{ m} \cdot 105 \text{ m} \cdot 75 \text{ m} \cdot 1.450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.713 \text{ t}$$

4.4. Tabla resumen suelo.

Como resumen de datos de este apartado donde se ha definido la composición en materiales, espesores y cantidades de cada uno se adjunta la siguiente tabla:

Tabla 10: Resultados de materiales y espesores del perfil del suelo artificial.

Capa	Espesor (mm)	Material	Masa (t)
Enraizamiento	250	Arena 0/1	2.953
		Partículas PP	8,86
		Compost	295,3
Sellado	100	Arena 2/4	2.048
Grava	150	Grava 5/10	1.713

Entre estas capas, que forman el sistema de drenaje de la instalación deportiva, irán insertados los tubos dren que se dimensionarán más adelante. Estos se colocarán en la capa correspondiente a la grava para aprovechar el mayor tamaño de poro de esta en la evacuación de las aguas pluviales.

Posteriormente, en el Anejo Nº 14 “Red de evacuación de aguas pluviales” correspondiente a la red de drenaje se mencionará como estarán colocados los tubos dren dentro del perfil del suelo. Este anejo tenía únicamente le objetivo de definir los materiales, espesores y sus texturas del suelo.

5. NIVELACIÓN DEL SUELO.

Dada la importancia de mantener el terreno de juego sin encharcamientos para la disputa de los encuentros y la mejora de la sanidad vegetal, al margen de diseñar un sistema de drenaje con drenes, se favorece la evacuación de aguas por gravedad dotando a la superficie de cierta pendiente que haga circular el agua desde las zonas centrales a los extremos.

Es por ello, una vez colocada la capa de enraizamiento, ésta se nivelará con una pendiente del 0,5 % partiendo desde el eje longitudinal hacia los extremos del terreno vertiendo a dos aguas.

En los extremos del terreno de juego irán colocados una serie de imbornales para evacuar el agua que venga por gravedad. Estos desembocarán en la red de evacuación de aguas pluviales. El diseño de este punto se recoge en el Anejo Nº 14 “Red de evacuación de aguas pluviales”.

Para ello, se requerirá de un rodillo vibrante tándem con un ancho de trabajo de 100 cm.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 7

Necesidades de riego

Índice Anejo 7

1.	Introducción.	7
2.	Metodología de cálculo NR_t	7
2.1.	Introducción.	7
2.2.	Método FAO Penman – Monteith.	7
2.2.1.	Radiación neta en la superficie del cultivo (R_n).	8
2.2.2.	Radiación de onda corta entrante neta (R_{ns}).	8
2.2.3.	Radiación solar entrante (R_s).	9
2.2.4.	Radiación de onda larga saliente neta (R_{nl}).	9
2.2.5.	Radiación extraterrestre (R_a).	10
2.2.6.	Flujo del calor de suelo (G).	11
2.2.7.	Velocidad del viento a 2 m de altura (u_2).	12
2.2.8.	Presión de vapor de saturación (e_s).	12
2.2.9.	Presión real de vapor (e_a).	13
2.2.10.	Pendiente de la curva de presión de vapor (Δ).	13
2.2.11.	Constante psicrométrica (γ).	13
2.2.12.	Datos de la ET_o media diaria (2002/2016)	13
2.3.	Coeficiente de cultivo (K_c).	14
2.3.1.	Etapas de desarrollo del cultivo.	14
2.3.2.	Corrección de los valores de K_c	15
2.4.	Cálculo de ET_c	15
2.5.	Necesidades de riego netas (NR_n)	16
2.5.1.	Precipitación efectiva (P_e)	16

2.5.2. Cálculo de las necesidades de riego netas (NR_n).....	19
2.6. Necesidades de riego totales (NR_t)	20
2.6.1. Cálculo de E_a	20
2.6.2. Cálculo de LR.....	22
2.6.3. Cálculo NR_t	23
3. Recomendaciones futuras.....	23

Índice de tablas

Tabla 1: Valores de Kc para especies cespitosas. Catálogo Semillas Fitó, 2017.	14
Tabla 2: Valores de ETc media diaria en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.	15
Tabla 3: Valores de ETc total medio mensual en el TM de Massamagrell. Elaboración propia.	16
Tabla 4: Propiedades físicas del suelo. Israelsen y Hansen, 1979.	18
Tabla 5: profundidad radicular para distintas especies cespitosas. Elaboración propia.	19
Tabla 6: Valores de precipitación efectiva (mm) mensual media en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.	19
Tabla 7: Valores de necesidades de riego netas para las especies cespitosas en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.	19
Tabla 8: Variables de cálculo de Pe-v. Elaboración propia.	21
Tabla 9; Necesidades de riego brutas mensuales.	23

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Factor de agotamiento P para diferentes niveles de ETc. Fuente: Allen et al., 1998. 18

1. Introducción.

En el presente anejo se pretende realizar el cálculo de las necesidades de riego totales (NR_t) de la cubierta del campo de fútbol, compuesta por cinco variedades de césped en el municipio valenciano de Massamagrell.

Los datos climáticos proporcionados por la Estación climática IVIA-Moncada, como la ET_0 , están calculados a partir del método publicado en el Libro N° 56 de la FAO denominado Método Penman-Monteith. Por ello, en este texto se calcularán las necesidades de riego a partir del mismo método.

2. Metodología de cálculo NR_t .

A continuación, se exponen los pasos para obtener las NR_t a partir del método de Penman – Monteith obtenido del Libro nº56 de la FAO.

2.1. Introducción.

El primer paso es obtener los datos de ET_0 . En este caso se han tomado de la estación situada en IVIA-Moncada en Valencia. Estos datos corresponden a datos diarios en el periodo enero 2002 hasta diciembre 2016.

Al margen de que los datos se hayan tomado de la estación, en este documento se explica el proceso de cálculo de la ET_0 a partir del método de Penman – Monteith así como las diferentes variables que intervienen en su cálculo.

2.2. Método FAO Penman – Monteith.

La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia sin restricciones de agua. Esta superficie de referencia es la de un cultivo hipotético de pasto con características específicas.

Este concepto de evapotranspiración se utiliza para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Tampoco depende de los factores del suelo. Por lo tanto, esto permite conocer el poder evaporante de la atmósfera y estudiar un cultivo en cualquier localidad o época del año sin considerar las propias características del cultivo y los factores del suelo.

Los únicos factores que afectan a la ET_0 son los parámetros climáticos. Por lo tanto, también es un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos.

La ecuación de la que se obtiene la ET_0 por el método FAO Penman-Monteith, que es la siguiente:

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

Donde:

- ET_0 : Evapotranspiración de referencia (mm / día)
- R_n : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ / m² · día)
- G : Flujo del calor de suelo (MJ / m² · día)
- T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- u_2 : Velocidad del viento a 2 m de altura (m / s)
- e_s : Presión de vapor de saturación (kPa)
- e_a : Presión real de vapor (kPa)
- $e_s - e_a$: Déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa / °C)
- γ : Constante psicrométrica (kPa / °C)

2.2.1. Radiación neta en la superficie del cultivo (R_n).

La radiación neta es la diferencia entre la radiación de onda corta entrante neta (R_{ns}) y la radiación de onda larga saliente neta (R_{nl}). La R_n es normalmente positiva durante el día y negativa durante la noche. El valor diario total para R_n es casi siempre positivo para 24 horas, excepto en condiciones extremas de latitudes elevadas.

La radiación neta en la superficie del cultivo (R_n) se calcula del siguiente modo:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Donde:

- R_{ns} : Radiación de onda corta entrante neta
- R_{nl} : Radiación de onda larga saliente neta

2.2.2. Radiación de onda corta entrante neta (R_{ns}).

La radiación neta solar es la fracción de la radiación solar R_s que no se refleja en la superficie.

Una cantidad considerable de la radiación solar que llega a la superficie terrestre se refleja en ella. La fracción α de la radiación solar que es reflejada por la superficie se conoce como albedo. El albedo es muy variable de acuerdo al tipo de superficie y el ángulo de incidencia o la pendiente de la superficie terrestre. Su valor puede ser tan elevado como 0,95 para la nieve recientemente caída y tan bajo como 0,05 para un suelo desnudo y húmedo.

Una cubierta verde de vegetación tiene un albedo de entre 0,20 a 0,25. Para el cultivo de referencia, se asume que α tiene un valor de 0,23.

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s$$

Donde:

- R_{ns} : Radiación neta solar o de onda corta ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- α : Albedo o coeficiente de reflexión del cultivo, que es 0,23 para el cultivo hipotético de referencia (adimensional)
- R_s : Radiación solar entrante ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)

2.2.3. Radiación solar entrante (R_s).

La cantidad de radiación que llega a un plano horizontal en la superficie terrestre se conoce como radiación solar, R_s . Como el sol emite energía por medio de ondas electromagnéticas caracterizadas por longitudes de onda cortas, la radiación solar también se conoce como radiación de onda corta. En un día despejado, R_s constituye aproximadamente el 75% de la radiación extraterrestre. En un día nublado este valor disminuye debido a que la radiación se dispersa en la atmósfera. Sin embargo, incluso con una nubosidad muy densa, cerca del 25% de la radiación extraterrestre puede todavía llegar a la superficie terrestre principalmente como radiación difusa de la atmósfera. La radiación solar también se conoce como radiación global, que es la suma de radiación directa de la onda corta del sol y de la radiación difusa resultante de todos los otros ángulos.

A continuación, se presenta la ecuación de cálculo de la radiación solar entrante:

$$R_s = \left(a_s + b_s \cdot \frac{n}{N} \right) R_a$$

Donde:

- R_s : Radiación solar o de onda corta ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- n/N : Duración relativa de la insolación, donde n : Duración real de la insolación (horas); N : Duración máxima posible de la insolación (horas)
- R_a : Radiación extraterrestre ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$)
- a_s : Constante de regresión, que expresa la fracción radiación extraterrestre que llega a la tierra en días muy nublados ($n = 0$)
- $a_s + b_s$: Fracción de la radiación extraterrestre que llega a la tierra en días despejados ($n = N$)

2.2.4. Radiación de onda larga saliente neta (R_{nl}).

La radiación neta de onda larga es la diferencia entre la radiación de onda larga entrante y la saliente del globo terrestre.

La radiación solar absorbida por la tierra se convierte en energía térmica. La tierra pierde esta energía mediante la emisión de radiación, entre otros procesos.

La tierra, que tiene una temperatura mucho más baja que el sol, emite energía radiante con longitudes de onda más largas que el sol. Por ello, la radiación terrestre se conoce como radiación de onda larga. Esta radiación es absorbida por la atmósfera o perdida hacia el espacio. La radiación de onda larga recibida por la atmósfera aumenta su temperatura. Por consiguiente, la atmósfera irradia también energía. Parte de la radiación emitida por la atmósfera se dirige nuevamente hacia la superficie terrestre. Por lo tanto, la superficie terrestre emite y recibe radiación de onda larga. Por lo tanto, como se ha comentado anteriormente, la diferencia entre la radiación de onda larga entrante y saliente se llama radiación neta de onda larga, R_{nl} . Como la radiación saliente de onda larga es casi siempre mayor que la radiación entrante, R_{nl} representa una pérdida de energía.

A continuación, se presenta la ecuación de cálculo de la radiación de onda larga saliente neta:

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{T_{m\acute{a}x,K^4} + T_{min,K^4}}{2} \right] (0,34 - 0,14\sqrt{e_a}) \left(1,35 \cdot \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right)$$

Donde:

- R_{nl} : Radiación neta de onda larga ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- σ : Constante de Stefan-Boltzmann ($4,903 \cdot 10^{-9} \text{ MJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- $T_{max,K}$: Temperatura máxima absoluta durante un periodo de 24 horas ($\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,16$)
- $T_{min,K}$: Temperatura mínima absoluta durante un periodo de 24 horas ($\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,16$)
- e_a : Presión de vapor real (kPa).
- R_s / R_{so} : Radiación relativa de onda corta (valores $\leq 1,0$), donde R_{so} es la radiación en un día despejado ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) y z es la elevación de la estación sobre el nivel del mar (m)

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5})R_a$$

2.2.5. Radiación extraterrestre (R_a).

La radiación solar extraterrestre es la radiación solar recibida en la parte superior de la atmósfera terrestre sobre una superficie horizontal.

La constante solar representa la radiación solar que choca perpendicularmente a una superficie en el extremo superior de la atmósfera terrestre. Tiene un valor de $0,082 \text{ MJ} / \text{m}^2 \cdot \text{min}$.

Sin embargo, la intensidad local de radiación depende del ángulo entre la dirección de los rayos solares y la superficie de la atmósfera.

Por lo tanto, la radiación extraterrestre es función de la latitud, la época del año y la hora del día.

Entonces, si el sol se encuentra directamente encima de la cabeza, el ángulo de incidencia es cero y la radiación extraterrestre entonces coincidirá con la constante solar.

La R_a para periodos diarios se calcula de la siguiente forma:

$$R_a = \frac{24 \cdot 60}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega)]$$

Expresión 1. Ecuación para calcular R_a . Fuente: Allen et al., 1998.

Donde:

- R_a : Radiación extraterrestre ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- G_{sc} : Constante solar = $0,082 \text{ (MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}\text{)}$
- d_r : Distancia relativa inversa Tierra-Sol. Siendo J = día del año (1 – 365)

$$d_r = 1 + 0,033^* \cos\left(\frac{2\pi}{365}J\right)$$

- ω_s : Ángulo de radiación a la puesta del sol (rad)

$$\omega_s = \cos^{-1}[-\tan(\varphi) \tan(\delta)]$$

- φ : Latitud (rad)

$$[\text{radianes}] = \frac{\pi}{180} [\text{grados decimales}]$$

- δ : Declinación solar (rad). Siendo J = día del año (1 – 365)

$$\delta = 0,409^* \sin\left(\frac{2\pi}{365}J - 1,39\right)$$

2.2.6. Flujo del calor de suelo (G).

El flujo del calor del suelo, G , es la energía que se utiliza para calentar el suelo. G tiene valores positivos cuando el suelo se calienta y negativos cuando el suelo se enfría. Aunque el flujo calórico del suelo es pequeño comparado con R_n y puede ser no considerado con frecuencia, la cantidad de energía ganada o perdida por el suelo en este proceso teóricamente debe restarse o agregarse a R_n para estimar la evapotranspiración.

El valor de G se calcula de la siguiente manera:

$$G = c_s \frac{T_i - T_{i-1}}{\Delta t} \Delta z$$

Donde:

- G: Flujo de calor del suelo ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)
- c_s : Capacidad calorífica del suelo ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)
- T_i : Temperatura del aire en el tiempo i ($^\circ\text{C}$)
- T_{i-1} : Temperatura del aire en el tiempo i-1 ($^\circ\text{C}$)
- Δt : Intervalo de tiempo considerado (días)
- Δz : Profundidad efectiva del suelo (m)

2.2.7. Velocidad del viento a 2 m de altura (u_2).

A continuación, se presenta el método de cálculo de la velocidad del viento a 2 metros de altura:

$$u_2 = u_z \frac{4,87}{\ln(67,8z - 5,42)}$$

Donde:

- u_2 : Velocidad del viento a 2 m sobre la superficie ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
- u_z : Velocidad del viento medida a z m sobre la superficie ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Teniendo en cuenta que para una z de 10 m la u_z es $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- z: Altura de medición sobre la superficie (m)

2.2.8. Presión de vapor de saturación (e_s).

La temperatura del punto de rocío o punto de condensación es la temperatura a la cual el aire necesita ser enfriado para saturarse. La presión real de vapor del aire es la presión de saturación de vapor en la temperatura del punto de rocío. Cuanto más seco esté el aire, más grande será la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura del punto de rocío. El cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$e_s = \frac{e^0(T_{\text{máx}}) + e^0(T_{\text{mín}})}{2}$$

El cálculo de la presión de saturación en función de la temperatura se lleva a cabo con la siguiente ecuación:

$$e^0 = 0,6108 \cdot e^{\left(\frac{17,27 \cdot T}{T+237,3}\right)}$$

Donde:

- $e^0(T)$: Función de presión de vapor de saturación (kPa)
- T: Temperatura del aire (°C)

2.2.9. Presión real de vapor (e_a).

La presión real de vapor es la presión de vapor ejercida por el vapor de agua en el aire. Cuando el aire no se satura, la presión real de vapor será más baja que la presión de vapor de saturación. La diferencia entre la presión de saturación y la presión real de vapor se llama déficit de presión de vapor o déficit de saturación y es un indicador preciso de la real capacidad evaporativa del aire.

$$e_a = e^0(T_{rocio}) = 0,6108 \cdot e^{\left(\frac{17,27 \cdot T_{rocio}}{T_{rocio} + 237,3}\right)}$$

2.2.10. Pendiente de la curva de presión de vapor (Δ).

A continuación, se muestra la ecuación de cálculo de la pendiente de la curva de presión de vapor:

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \cdot e^{\left(\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3}\right)} \right]}{(T + 237,3)^2}$$

Donde:

- Δ : Pendiente de la curva de la presión de saturación de vapor a la temperatura del aire (kPa · °C⁻¹)
- T: Temperatura del aire (°C)

2.2.11. Constante psicrométrica (γ)

$$\gamma = \frac{c_p \cdot P}{\varepsilon \cdot \lambda} = 0,665 \cdot 10^{-3}$$

Donde:

- γ : Constante psicrométrica (kPa · °C⁻¹)
- P: Presión atmosférica (kPa)
- λ : Calor latente de vaporización: 2,45 (MJ · kg⁻¹)
- c_p : Calor específico a presión constante: 1,013 · 10⁻³ (MJ · kg⁻¹ · °C⁻¹)
- ε : Cociente del peso molecular de vapor de agua /aire seco: 0,622

2.2.12. Datos de la ET₀ media diaria (2002/2016)

Los datos diarios medios de la ET₀ correspondientes al periodo 2002-2016 se pueden consultar en el Anejo N° 3 “Estudio climatológico”.

2.3. Coeficiente de cultivo (K_c).

En este punto se trata el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) en condiciones estándar. En este caso, el valor de ET_c es calculado a través del coeficiente de cultivo (K_c), donde los efectos de las condiciones del tiempo atmosférico son incorporados en ET_0 y las características del cultivo son incorporadas en el coeficiente K_c .

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

El coeficiente único K_c incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo. Para la planificación normal del riego y propósitos de manejo, para la definición de calendarios básicos de riego y para la mayoría de los estudios de balance hídrico, los coeficientes promedios del cultivo son apropiados y más convenientes que los valores de K_c calculados con base diaria usando coeficientes separados de cultivo y suelo.

En este anejo se expone el procedimiento de cálculo de la ET_c con el método propuesto por Allen *et al* (1998) que se realizará a partir de los siguientes apartados:

1. Identificación de las etapas de desarrollo del cultivo, determinando la duración de cada etapa y seleccionando los valores de K_c correspondientes.
2. Ajuste de los valores de K_c seleccionados según la frecuencia de humedecimiento o las condiciones climáticas en cada etapa.
3. Construcción de la curva del coeficiente de cultivo que permite la determinación de K_c para cualquier etapa durante el periodo de desarrollo.
4. Cálculo de ET_c como producto de ET_0 y K_c .

2.3.1. Etapas de desarrollo del cultivo.

Para los cultivos de los que se pretende obtener un aprovechamiento la K_c se estratifica en sus distintas fases de desarrollo, ya que en cada una de ellas tiene una necesidad hídrica distinta. Para el caso del césped de un campo de fútbol, la especie durante los 365 días del año que dura el ciclo va a tener las mismas exigencias de agua, y su altura también va a ser uniforme, por tanto, no existen distintas fases de desarrollo como en los cultivos hortícolas o frutales. El ciclo a considerar es de 365 días.

Para este proyecto, se toman unos valores de K_c obtenidos de la empresa Semillas Fito obtenidas a partir del Método de Penman – Monteith. Los valores recomendados son los siguientes

Tabla 1: Valores de K_c para especies cespitosas. Catálogo Semillas Fitó, 2017.

Especie	K_c sin stress	K_c con stress	K_c Final
<i>Lolium perenne</i>	0,8 – 0,9	0,7 – 0,75	0,8
<i>Poa pratensis</i>	1,0	0,7 – 0,75	0,8

2.3.2. Corrección de los valores de K_c .

En este caso no es preceptivo corregir los valores de K_c ya que, al ser permanecer con la misma altura y misma densidad todo el año, ésta será constante durante todo el ciclo. No es necesario calcular las correcciones en la etapa inicial, desarrollo y final como indica el método de Penman – Monteith. Directamente, con la K_c propuesta se puede operar para obtener la evapotranspiración de cultivo (ET_c) para las especies propuestas en el Anejo N° 6 “Especies vegetales y suelo artificial”.

2.4. Cálculo de ET_c

Con el K_c de cada especie obtenido, la evapotranspiración de cultivo puede ser calculada mediante el producto de la K_c por la ET_0 acumulada. En este caso, con el fin de ganar en precisión, este cálculo se hará de forma diaria ya que se dispone de datos para ello.

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

Los resultados de ET_c diaria se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2: Valores de ET_c media diaria en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.

ET _c media (2002/2016) diaria (mm/día)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	0,88	1,48	1,87	2,54	3,19	4,03	4,31	3,88	3,24	2,29	1,48	1,02
2	1,10	1,23	2,06	2,30	3,02	4,02	4,21	3,80	3,02	2,10	1,27	0,84
3	1,02	1,30	1,96	2,42	2,94	3,74	4,01	3,94	3,29	2,22	1,30	0,97
4	1,10	1,30	2,19	2,50	3,27	3,80	4,18	4,09	3,23	2,14	1,35	1,00
5	0,94	1,53	2,06	2,50	2,98	3,79	4,37	3,93	3,13	2,29	1,50	1,12
6	1,10	1,47	2,14	2,51	3,11	3,93	4,44	4,06	2,93	2,20	1,34	1,05
7	0,88	1,50	1,85	2,22	2,98	3,90	4,37	3,90	2,73	2,20	1,30	0,93
8	0,93	1,38	2,02	2,52	3,21	3,93	4,20	3,56	2,97	2,02	1,41	1,00
9	0,99	1,45	1,98	2,61	2,94	3,79	4,14	3,59	3,15	2,15	1,37	0,85
10	1,02	1,54	1,96	2,71	3,40	3,94	4,22	3,61	3,09	2,14	1,46	0,70
11	0,97	1,38	1,96	2,65	3,30	3,97	4,22	3,88	3,12	2,03	1,17	0,71
12	0,93	1,44	1,89	2,54	3,53	4,26	4,02	4,09	2,80	1,77	1,16	0,70
13	0,97	1,64	1,75	2,81	3,56	4,17	4,30	3,86	2,99	1,80	1,18	0,74
14	1,07	1,74	1,74	2,59	3,74	4,26	4,16	3,87	2,90	1,76	1,22	0,85
15	1,05	1,60	2,70	2,34	3,67	4,24	4,30	3,74	2,94	1,94	1,15	0,91
16	1,06	1,31	1,84	2,81	3,46	4,16	4,33	3,55	2,96	1,90	1,08	0,74
17	1,02	1,38	1,94	2,88	3,40	4,15	4,28	3,51	2,79	1,70	1,02	0,86
18	1,17	1,34	2,08	3,02	3,49	4,20	4,28	3,62	2,67	1,46	1,03	0,76
19	1,06	1,35	1,98	3,04	3,52	4,13	4,30	3,55	2,71	1,50	1,02	0,69

ET _c media (2002/2016) diaria (mm/día)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
20	1,16	1,56	2,04	3,07	3,80	4,44	4,20	3,73	2,34	1,48	1,02	0,80
21	1,14	1,53	1,94	3,03	3,81	4,62	4,10	3,67	2,63	1,82	1,22	0,78
22	1,04	1,88	2,21	2,74	4,15	4,35	3,98	3,60	2,36	1,66	1,06	0,74
23	1,26	1,86	2,11	3,19	3,96	4,26	4,38	3,70	2,14	1,70	1,07	0,85
24	1,38	1,84	2,34	3,44	3,76	4,15	4,35	3,48	2,61	1,54	0,91	0,89
25	1,22	1,84	2,30	3,19	3,62	4,30	4,34	3,35	2,62	1,64	0,90	0,98
26	1,21	1,94	2,29	3,41	3,72	4,27	4,26	3,54	2,25	1,45	1,18	0,87
27	1,26	1,94	2,58	3,10	3,49	4,02	4,10	3,49	2,02	1,25	0,86	0,89
28	1,26	1,69	2,61	2,62	3,97	4,26	4,20	3,33	1,86	1,43	0,88	0,99
29	1,28	-	2,43	2,85	4,10	4,42	4,23	3,47	2,06	1,43	0,96	1,02
30	1,33	-	2,74	3,24	3,72	4,37	3,95	3,17	2,22	1,33	0,86	0,91
31	1,35	-	2,57	-	3,47	-	3,89	3,10	-	1,35	-	0,83

Mientras que el valor total medio mensual de la ET_c queda:

Tabla 3: Valores de ET_c total medio mensual en el TM de Massamagrell. Elaboración propia.

ET _c media (2002/2016) mensual (mm/día)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	34,15	43,44	66,13	83,39	108,28	123,87	130,62	113,66	81,77	55,69	34,73	26,99

2.5. Necesidades de riego netas (NR_n)

Se procede a determinar las necesidades de riego netas para las especies cespitosas. Para ello, en primer lugar, es necesario determinar la precipitación efectiva (P_e) en la zona de estudio. Ésta se define como la cantidad de agua procedente de la lluvia o fracción de la misma que queda a disposición de la especie. En ella, se descuentan las pérdidas por infiltración profunda, escorrentía superficial y evaporación de agua en el suelo.

2.5.1. Precipitación efectiva (P_e)

La determinación de P_e es compleja, por ello, es necesario recurrir a métodos y modelos matemáticos que simplifiquen su cálculo. En este texto el cálculo se efectuará tal y como indica el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.

El valor que adopta P_e depende, en un periodo de tiempo considerado, de la precipitación total mensual (PM), de la evapotranspiración de cultivo (ET_c) y de la dosis de riego neta (NR_n). El cálculo de P_e es el siguiente:

$$P_e = (1,25247 \cdot P_t^{0,82416} - 2,93522) \cdot 10^{0,00095 \cdot U} \cdot f$$

Donde:

- P_e : Precipitación efectiva mensual (mm)
- P_t : Precipitación total mensual (mm)
- U : Uso consuntivo mensual (mm)/Media de la ET_c diaria mensual (mm)
- f : Coeficiente adimensional función de la dosis de riego

Cálculo del coeficiente adimensional (f)

El factor de corrección adimensional que es función de la dosis de riego se calcula a partir de la siguiente expresión.

$$f = 0,531747 + 0,011621 \cdot Dr - 8,9 \cdot 10^{-5} \cdot Dr^2 + 2,3 \cdot 10^{-7} \cdot Dr^3$$

Donde:

- Dr : Dosis de riego neta (mm)

Cálculo de la dosis de riego neta (Dr)

Para realizar el cálculo de la dosis de riego neta se sigue la siguiente expresión:

$$Dr = \rho \cdot Au \cdot Zr$$

Donde:

- ρ : fracción de agotamiento corregido de la humedad del suelo.
- Au : Agua útil disponible para la planta.
- Zr : Profundidad radicular máxima de cultivo (mm)

Los valores de ρ y Au se determinan del siguiente modo:

El factor de agotamiento ρ se obtiene, en primer lugar, tomando un valor de agotamiento (P_a) para una ET_c media de 5 mm/día. En el caso de estas gramíneas se obtiene un valor de:

$$P_a = 0,45$$

Este valor depende del poder evaporante de la atmosfera y es función de cada cultivo. Ahora se corrige dicho valor a partir de la ET_c media diaria en el siguiente cuadro.

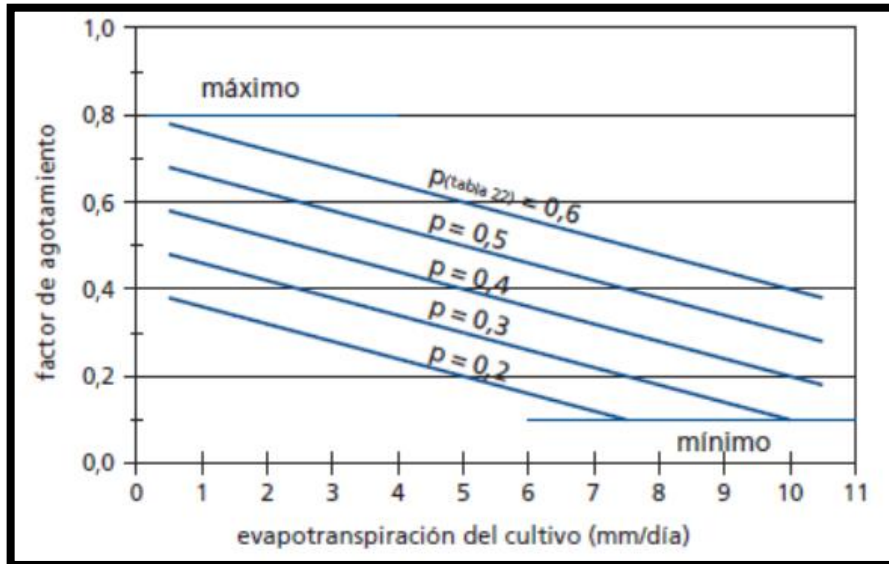


Ilustración 1: Factor de agotamiento P para diferentes niveles de ETc. Fuente: Allen et al., 1998.

En este caso, como se puede consultar en el punto donde se calcula la ET_c, la media diaria de la misma es de 2,47 mm, del cual se obtiene un valor del factor de agotamiento corregido de:

$$\rho = 0,55$$

El valor de Au depende de la textura del suelo donde queda ubicada la especie. Este valor se puede obtener del siguiente cuadro, sabiendo que en este caso la textura del suelo será **Franco-arenosa**:

Tabla 4: Propiedades físicas del suelo. Israelsen y Hansen, 1979.

Textura del suelo	Au (cm/m)
Arenoso	8
Franco-arenoso	12
Franco	17
Franco-arcilloso	19
Arcilloso-arenoso	23
Arcilloso	23

Por tanto, el valor de Au que se obtiene es:

$$Au = 12 \%$$

Para las especies, se ha seleccionado un tipo de suelo de textura Franco-arenosa. Las profundidades radicales que se van a tomar son las siguientes:

Tabla 5: profundidad radicular para distintas especies cespitosas. Elaboración propia.

Especie	Zr (mm)
<i>Lolium perenne</i>	15
<i>Poa pratensis</i>	15

Por lo que el cálculo de Dr queda del siguiente modo:

$$Dr = \rho \cdot Au \cdot Zr = 0,55 \cdot 0,12 \cdot 15 = \mathbf{9,9 \text{ mm}}$$

Este valor sirve para calcular el factor "f" que corrige la P_e en función de la Dosis de riego. Por tanto, el factor f obtenido es:

$$f = 0,531747 + 0,011621 \cdot 9,9 - 8,9 \cdot 10^{-5} \cdot 9,9^2 + 2,3 \cdot 10^{-7} \cdot 9,9^3$$

$$f = \mathbf{0,638}$$

Ahora, con el valor de f y la ET_c mensual obtenida anteriormente, se puede calcular la P_e con la ecuación que se indica en su apartado correspondiente, para cada uno de los meses. Los resultados son:

Tabla 6: Valores de precipitación efectiva (mm) mensual media en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.

P_e mensual (mm)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	8,05	10,79	14,24	16,71	20,82	10,29	5,87	9,74	24,25	17,72	15,48	11,94

2.5.2. Cálculo de las necesidades de riego netas (NR_n).

El siguiente calculo corresponde a las necesidades de riego netas. Éste simplemente es la diferencia entre las exigencias de la planta en ese instante (ET_c) y el agua disponible gracias a las precipitaciones (P_e).

$$NR_n = ET_c - P_e$$

Los resultados son los siguientes:

Tabla 7: Valores de necesidades de riego netas para las especies cespitosas en el tm de Massamagrell. Elaboración propia.

NR_n mensuales (mm)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	26,10	32,65	51,89	66,68	87,46	113,58	124,75	103,92	57,52	37,97	19,25	15,05

Finalmente se obtienen unas necesidades de riego netas anuales de:

$$NRn = \mathbf{736,82 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}}$$

2.6. Necesidades de riego totales (NR_t)

A continuación, se determinarán las necesidades de riego totales para el césped de terreno de juego. Para ello, se parte del dato obtenido anteriormente de NR_n, las cuales son únicamente las que requiere el césped para sus necesidades fisiológicas. Éste se debe corregir por dos parámetros que harán aumentar valor como son la Eficiencia de aplicación (E_a) y la Fracción de Lavado (LR).

2.6.1. Cálculo de E_a.

Para calcular la relación entre la dosis bruta y la dosis neta en riego por aspersión, la eficiencia de aplicación debe incluir los efectos de las pérdidas debidas a: la falta de uniformidad en la aplicación (CU), la percolación profunda (LR), la evaporación (ET_p), el arrastre por el viento (V) y las fugas en tuberías (P_a).

Cálculo de CU

Para el CU, en el caso del riego por aspersión se define del siguiente modo según la relación de Christiansen (1942). Se calcula como uno menos la diferencia en valor absoluto entre la medida de cada pluviómetro (X_i) y la media de todos ellos (X_m) dividido por el sumatorio de los "n" pluviómetros del estudio. Se expresa en %.

$$CU (\%) = 100 \left(1 - \frac{\sum_1^n |X_i - X_m|}{\sum_1^n X_i} \right)$$

Como se trata de un parámetro que se obtiene a partir de un estudio una vez acabada la instalación de riego, este se va a establecer un valor para poder ejecutar el diseño de la misma.

$$CU = 85 \%$$

Para tener en cuenta la falta de uniformidad y la percolación profunda se define la eficiencia de distribución (ED) para un cierto porcentaje (a) de área adecuadamente regada (aquella que recibe una determinada cantidad de agua prefijada o superior). Se calcula como:

$$ED = \frac{DR_n}{DR_b}$$

Donde:

- DR_n: Dosis de riego neta (mm)
- DR_b: Dosis de riego bruta (mm)

De esta forma puede darse un significado más útil al concepto de CU, combinando las medidas de uniformidad de aplicación (CU) con el concepto de área adecuadamente regada (a) y obtener una medida de eficiencia de distribución.

De bibliografía se pueden extraer aproximaciones para este parámetro. Keller y Bliesner (1990) admiten que los datos para obtener CU siguen una distribución normal. Mediante esta ecuación realizan el cálculo de ED:

$$ED = 100 + (606 - 24,9a + 0,349a^2 - 0,00186a^3) \cdot (1 - CU/100)$$

Por tanto, si se considera un área suficientemente mojada (a) del 85 % y un CU del 80 % se obtiene un valor de ED:

$$ED_{85} = 80,3 \%$$

Pérdidas por evaporación y arrastre del viento (P_{e-v}).

También es importante considerar en los sistemas de riego por aspersión el efecto negativo de la deriva. Una estimación de la proporción efectiva del agua descargada por los aspersores que llega al suelo, en función de la ET_p , el índice del tamaño de gota (IG) y de la velocidad del viento (V), puede calcularse con la siguiente ecuación desarrollada por Fisher y Allen en 1988:

$$P_{e-v} = 0,976 + 0,005 \cdot ET_p - 0,00017 \cdot ET_p^2 + 0,012 \cdot V - IG(0,00043 \cdot ET_p + 0,00018 \cdot V + 0,000016 \cdot V \cdot ET_p)$$

Donde:

- P_{e-v} : Proporción efectiva del agua emitida por los aspersores que llega a la superficie del suelo.
- ET_p : Evapotranspiración potencial ($\text{mm} \cdot \text{día}^{-1}$)
- V: Velocidad del viento ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)
- IG: $0,032 \cdot P^{1,3} / B$ (índice de gota)
- P: presión de funcionamiento de la boquilla (kPa)
- B: diámetro de la boquilla (mm)

Como el sistema de riego todavía no está diseñado, este valor se trata de una estimación que posteriormente si es preceptivo se corregirá en el anejo correspondiente. Por tanto, para estos cálculos se estiman los siguientes valores:

Tabla 8: Variables de cálculo de P_{e-v} . Elaboración propia.

ET_p ($\text{mm} \cdot \text{día}^{-1}$)	$V_{\text{máx}}$ ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	P (kPa)	B (mm)	IG
3,32	5,9	400	6	12,87

Se obtiene un resultado tal que:

$$P_{e-v} = 0,96 = 96 \%$$

Es decir, que aproximadamente un 4 % del volumen de agua aplicada se pierde por la acción del viento y la evaporación.

Calculo de pérdidas por fugas en las conducciones (P_d).

En sistemas con adecuado mantenimiento, estas pérdidas pueden ser menores al 1 %, mientras que en instalaciones con escaso mantenimiento pueden ser mayores al 10 %.

Como es un parámetro bastante relativo y se plantea hacer un diseño óptimo de las instalaciones posteriormente, se va a tomar un valor tal que:

$$P_d = 99 \%$$

Valor final de E_a .

Con los tres parámetros anteriores calculados (ED_{85} , P_{e-v} y P_d) se puede llevar a cabo el cálculo que corregirá la dosis neta aumentando el volumen de agua a aplicar por eficiencia de aplicación. Por tanto:

$$E_a = ED_{85} \cdot P_{e-v} \cdot P_d = 0,803 \cdot 0,96 \cdot 0,99$$

$$E_a = 0,763$$

2.6.2. Cálculo de LR.

El otro parámetro, después de E_a , que modifica el valor de las necesidades totales de riego es la necesidad del lavado de sales. El agua de riego aplicada en el terreno aporta una cantidad de sales en función de la concentración salina de la misma. Éstas no es posible eliminarlas por evaporación y deben arrastrarse fuera de la zona radicular por medio de lavados, evitando así que se acumulen en el suelo y afecten a las especies vegetales.

Por otro lado, los requerimientos de lixiviación o fracción de lavado de sales (LR) se pueden calcular a partir de la siguiente expresión función de la calidad del agua de riego:

$$LR = \frac{CE_a}{(5 \cdot (CE_{e\text{ máx}} - CE_a))}$$

Donde:

- CE_a : conductividad eléctrica del agua de riego ($dS \cdot m^{-1}$)
- $CE_{e\text{ máx}}$: conductividad eléctrica del extracto de saturación que provoca en la planta una pérdida del 100 % de rendimiento.

En el caso de este proyecto, todas las especies de césped que van a componer la superficie del campo tienen una resistencia a la salinidad alta o muy alta, por tanto, de media se va a tomar un valor de conductividad eléctrica del extracto de saturación máximo de:

$$CE_{e\text{ máx}} = 4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$$

Respecto a la conductividad eléctrica del agua de riego de la zona no se conoce su valor, por ello, para estar desde el lado de la seguridad, se va a tomar un valor de:

$$CE_a = 1,2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$$

Por tanto, el valor de LR queda:

$$LR = \frac{CE_a}{(5 \cdot (CE_{e\text{ máx}} - CE_a))} = \frac{1,2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}}{(5 \cdot (4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1} - 1,2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}))} = 0,08$$

2.6.3. Cálculo NR_t

El cálculo de las necesidades totales de riego se trata de corregir el valor obtenido anteriormente de necesidades netas de riego. En este caso, como la fracción de lavado es menor al 10 % debido a que el agua de riego tiene una salinidad baja, no será necesario considerar este parámetro en cálculos. La acumulación de sales será prácticamente despreciable en comparación con la resistencia a salinidad de estas especies. Por tanto, el cálculo de las necesidades de riego totales queda del siguiente modo:

$$NR_t = \frac{NR_n}{Ea} = \frac{736,82 \text{ mm}}{0,763}$$

$$NR_t = 966 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$$

Tabla 9; Necesidades de riego brutas mensuales.

NR _t mensuales (mm)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	34,21	42,79	68,01	87,39	114,63	148,86	163,50	136,20	75,39	49,76	25,23	19,72

3. Recomendaciones futuras.

Cabe decir que estas necesidades pueden con el paso de los años, tanto aumentando como disminuyendo, lo que invita a repetir el estudio de necesidades de forma periódica o a la toma de datos climáticos para ajustarlas en función de las condiciones que se den en cada momento ganando así en precisión, calidad y sostenibilidad.

Existen estaciones climatológicas de reducidas dimensiones, diseñadas para instalaciones como esta, que son de manejo sencillo y que permiten ajustar las necesidades de riego e incluso programarlas en tiempo real, lo que se traduce, a corto plazo, en un ahorro de recursos hídricos y energéticos importante.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 8

Diseño del sistema de aspersión

Índice Anejo 8

1.	Introducción.	5
2.	Tipo de sistema de riego.	5
2.1.	Condicionantes.	5
2.2.	Justificación del sistema seleccionado.	6
3.	Diseño agronómico del sistema de riego.	6
3.1.	Determinación de la frecuencia de riego por aspersión.	6
3.1.1.	Calendario de riegos.	7
3.1.2.	Disposición y marco de los aspersores.	7
3.1.3.	Aspersores seleccionados.	8
3.1.4.	Tiempos de riego y solapes.	11
3.1.5.	Funcionamiento mensual. Resumen.	13
3.1.6.	Presión y caudal de trabajo.	15
3.1.7.	Sectorización.	16

Índice de Tablas.

Tabla 1: Necesidades de riego brutas diarias.	7
Tabla 2: Valores de separación entre aspersores.....	8
Tabla 3: Características para aspersor tipo 1.	9
Tabla 4: Rendimientos del aspersor tipo 1 para la tobera de 6 mm.	10
Tabla 5: Características del aspersor tipo 2.....	10
Tabla 6: Rendimientos del aspersor tipo 2 para la tobera de 13 mm.	11
Tabla 7: Tiempos de riego para el aspersor tipo 1.	12
Tabla 8: Resultados para el aspersor 2.....	12
Tabla 9: Distintos solapes en función del caudal para aspersor tipo 1.	13
Tabla 10: Distintos solapes en función del caudal para aspersor tipo 2.	13
Tabla 11: Valores de tiempo de riego con el caudal de la solución adoptada para aspersor 1.....	14
Tabla 12: Valores de tiempo de riego con el caudal de la solución adoptada para aspersor 2.....	14
Tabla 13: Sectorización y caudales demandados.	18

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Esquema de la disposición en cuadrado de los aspersores.	8
--	---

1. Introducción.

Con este anejo se completa la información necesaria para el diseño de la red de riego que abastecerá al terreno de juego de agua. La instalación se diseña con el fin de aplicar el agua de forma óptima para las especies vegetales, consiguiendo humedecer el volumen de suelo necesario para un desarrollo radicular eficiente y un adecuado control de las sales.

2. Tipo de sistema de riego.

El tipo de sistema de riego seleccionado es por aspersión ya que como se verá en su justificación, no tiene sentido otro tipo de sistema en este caso. Se va a dimensionar cada una de las subunidades a partir del criterio de uniformidad de caudales donde en cada una de ellas la variación máxima de éstos será de un 10 %.

Con esto se obtendrán los diámetros nominales (DN) de las tuberías que serán de Polietileno (PE) y se determinará la presión necesaria (PN) que deben resistir las tuberías en cada uno de los tramos.

Una vez determinados los DN se obtendrán las presiones necesarias para el correcto funcionamiento al inicio de cada lateral y terciaria que forman el entramado de tuberías para posteriormente poder dimensionar tanto la tubería de impulsión como el grupo de bombeo.

2.1. Condicionantes.

Los factores más relevantes que condicionan la solución adoptada para el sistema de riego son los siguientes:

- Tipo de vegetación: al tratarse de especies cespitosas la forma más eficiente de abastecerlas de agua es mediante aspersión, con el fin de conseguir una uniformidad correcta y tener un mayor porcentaje de área perfectamente regada.
- Geometría del terreno: se trata de un terreno con forma rectangular prácticamente plano, con una ligera pendiente desde el eje que pasa por su centro hasta sus extremos longitudinales del 0,5 %. Esto determinará las disposiciones de los difusores de riego en el mismo.
- Al tratarse de un lugar donde se va a practicar una actividad deportiva, los elementos difusores deberán ser emergentes para que no sean un peligro cuando se estén disputando las competiciones. Éstos, en el momento que el riego no esté activo, quedarán a la misma cota que la superficie del suelo.
- Dada la extensión de la superficie, 0,7 ha, se prevé que el funcionamiento del sistema de riego sea automático y sectorizado, para evitar problemas de descenso de presión que puedan influir negativamente en la eficiencia del sistema.

2.2. Justificación del sistema seleccionado.

El riego por aspersión es el sistema que se considera más adecuado para superficies grandes donde la especie albergada sea una cespitosa. Las razones son las siguientes:

- Es adaptable a cualquier tipo de suelo y diferentes pendientes y desniveles del mismo.
- Permite una correcta distribución del agua en el tiempo y en el espacio, sin la necesidad de utilizar grandes caudales.
- Se puede automatizar. Esto permitirá el riego en cualquier momento que se desee, incluidas horas nocturnas, sin necesidad de mano de obra.
- Si se realiza un diseño correcto, aporta una distribución homogénea del agua que permite su ahorro y mejor aprovechamiento.
- La instalación de tuberías se dispondrá enterrada en el suelo y los aspersores serán emergentes. Esto facilitará la disputa de las competiciones sobre el terreno y las labores de mantenimiento del campo como los cortes.

El riego por aspersión también proporciona ciertos inconvenientes a tener en cuenta para el proyecto y el posterior manejo de éste:

- En el caso de regar con un tamaño de gota reducido en épocas secas y calurosas, la evaporación generada será bastante grande.
- La posibilidad de formación de precipitaciones de carbonatos sobre las plantas, debido al contenido de éstos en el agua de riego.

Estos problemas se reducirán considerando un tamaño de gota correcto y realizando riegos nocturnos ya que la evapotranspiración es menor.

- También, los sistemas de riego por aspersión precisan de unas mayores necesidades de energía.
- Facilita el desarrollo de enfermedades. Esto se podrá evitar mediante un manejo correcto que se indicará más adelante.

3. Diseño agronómico del sistema de riego.

En el *Anejo nº7 "Necesidades de riego"* se realizó el cálculo agronómico hasta obtener las necesidades de riego brutas. A continuación, para poder dimensionar los difusores y la red hidráulica que lleve el agua hasta los mismo, es necesario previamente determinar la frecuencia y riegos y obtener un calendario.

3.1. Determinación de la frecuencia de riego por aspersión.

Aquí se va a determinar los parámetros que permitan conocer cuándo y en qué cantidad se ha de aplicar el riego. Los datos y resultados obtenidos de este apartado serán únicamente orientativos y utilizados para el diseño, el manejo real puede cambiar con el tiempo o con las condiciones climáticas particulares en cada momento.

Se calcula la frecuencia de riegos, el número de riegos mensuales y la dosis real a aplicar. A través de esta y de la pluviometría de cada aspersor se fija la duración del riego.

3.1.1. Calendario de riegos.

En primer lugar, se va a establecer las necesidades hídricas brutas diarias considerando un año de 365 días. Los resultados son los siguientes.

Tabla 1: Necesidades de riego brutas diarias.

Mes	Días	NR _t (mm/mes)	NR _t (mm/día)
Enero	31	34,21	1,10
Febrero	28	42,79	1,53
Marzo	31	68,01	2,20
Abril	30	87,39	2,91
Mayo	31	114,63	3,70
Junio	30	148,86	4,96
Julio	31	163,50	5,28
Agosto	31	136,20	4,40
Septiembre	30	75,39	2,52
Octubre	31	49,76	1,61
Noviembre	30	25,23	0,85
Diciembre	31	19,72	0,64

Con los valores de las necesidades de riego totales en litros por día y metro cuadrado, es el momento de seleccionar y establecer el diseño en parcela del sistema de riego. Los datos que se requieren en este momento son los siguientes: disposición de los aspersores, marcos de los aspersores, características de funcionamiento, alcance, pluviometría y solape.

3.1.2. Disposición y marco de los aspersores.

La disposición de éstos en parcela se va a llevar a cabo en cuadrado, es decir, donde existe una distancia de separación perpendicular a la longitud del campo (L) y una distancia de separación paralela a la longitud del mismo (L').

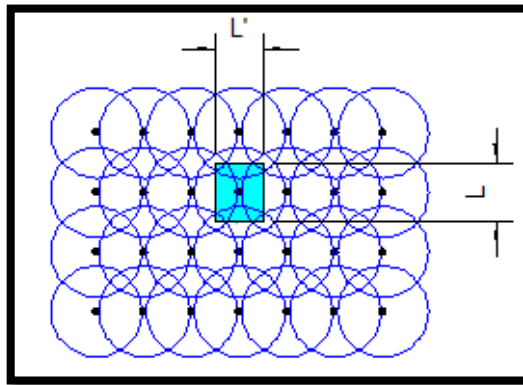


Ilustración 1: Esquema de la disposición en cuadrado de los aspersores.

Las distancias que se toman para este proyecto, sabiendo que el terreno de juego a regar tiene unas dimensiones de 105 x 70 m, son las siguientes:

Tabla 2: Valores de separación entre aspersores.

Distancia	Valor (m)
L	15
L'	15

3.1.3. Aspersores seleccionados.

La elección del aspersor se realiza en función de su alcance y de la pluviometría media que presentan para la superficie que moja cada uno de ellos. Los criterios que se han tomado para la elección de éste han sido:

- El alcance debía ajustarse a la geometría, tamaño de la superficie a regar y la velocidad del viento en la zona.
- Su disposición debe adaptarse a los límites de la superficie a regar.
- El solape de los aspersores debe compensar las menores precipitaciones aportadas en los límites de cobertura de cada emisor.
- Aunque en este punto de proyecto todavía no está diseñado el sistema de drenaje, se pone como límite que la pluviometría de los aspersores sea de $20 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$.
- Los caudales aportados deben cubrir las necesidades hídricas del terreno de juego.
- Por motivos funcionales y estéticos, los aspersores serán emergentes. De este modo disminuye el riesgo de rotura accidental.

Por otro lado, debido a que en el campo de fútbol existen 3 tipos distintos de zonas regables, se va a optimizar la pluviometría de los aspersores, eligiendo el modelo adecuado en cada caso. Las zonas son las siguientes:

- Zona de las esquinas: donde los aspersores tienen un giro de 90°

- Zonas periféricas: donde los aspersores giran 180°
- Zonas interiores: donde los aspersores adoptan un giro completo.

En el caso de seleccionar el mismo aspersor para las 3 zonas, es probable que la pluviometría en la zona de las esquinas fuera excesiva y provocara problemas de encharcamientos dando además unos tiempos de riego en ese sector demasiado cortos lo que dificulta el manejo del mismo.

Aunque a priori se podría seleccionar el mismo aspersor para todos los sectores y tipos de giro, ya que el dimensionado de drenaje es posterior a la selección de estos, se intenta optimizar seleccionando aquellos de menor caudal para las zonas de mayor pluviometría.

- Zona de las esquinas (giro de 90°)

En esta zona es el lugar donde mayores pluviometrías se van a dar debido a que el aspersor únicamente cubre 90° de la circunferencia completa. Por ello, este aspersor deberá suministrar un menor caudal que los demás para poder uniformizar tanto tiempos de riego como pluviometrías y que no ocasionen inconvenientes en el posterior dimensionado y definición del sistema de drenaje. Para este texto se denominará este modelo como **aspersor tipo 1**.

El seleccionado para la zona de las esquinas, donde tendrá un giro de 90°, consta de las siguientes características y especificaciones técnicas.

Tabla 3: Características para aspersor tipo 1.

Aspersor TIPO 1	
Radio de alcance (m)	8,2 – 15,3
Rango de caudales (m ³ /h)	0,34 – 2,13
Rango de presiones (kPa)	170 – 410
Pluviometría media (mm/h)	30
Trayectoria tobera (°)	25
Nº de toberas disponibles	10
Toma roscada (pulgadas)	3/4
Altura del cuerpo (cm)	18,4
Diámetro expuesto (cm)	4,4
Altura de elevación (cm)	9,2

Se trata de un aspersor emergente de turbina de círculo completo o sectorial. Consta de 10 boquillas intercambiables distinguidas por sus colores que modifican las condiciones de funcionamiento, 5 de ellas para conseguir mayores grados de alcance y los 5 restantes para alcanzar mayores uniformidades de riego. Para los cálculos se va a utilizar únicamente

la boquilla que más se adapta a las necesidades, en este caso la de 6 mm. Los rendimientos que ofrece la misma son los siguientes:

Tabla 4: Rendimientos del aspersor tipo 1 para la tobera de 6 mm.

Tobera de 6 mm			
Presión (kPa)	Alcance (m)	Q (m ³ /h)	P (mm/h)
250	13,9	1,63	28,9
300	14,3	1,78	31,6
350	14,8	1,95	34,6
400	15,1	2,09	37,1
410	15,3	2,13	37,9

De la tabla anterior se puede obtener la curva característica del aspersor para conocer cualquier relación caudal-presión. Ésta resulta de este modo:

$$Q = 0,0609 \cdot H^{0,5917}$$

Donde:

- Q: el caudal emitido por el aspersor (m³/h)
- H: la presión requerida por el aspersor (kPa)
- **Zona de la periferia (giro 180°) y zona interior (giro de 360°)**

En estas dos zonas, se va a seleccionar el mismo tipo de aspersor. Aunque es obvio que las pluviometrías serán el doble en el caso de la semicircunferencia, esto no presenta mayor inconveniente ya que los valores que se obtendrán con los caudales que se trabaja no harán que la pluviometría ponga en cuestión el posterior dimensionado del sistema de drenaje, donde el límite lo marcarán los aspersores tipo 1. Para este texto se denominará este modelo como **aspersor tipo 2**.

El seleccionado se trata de un aspersor de turbina con las siguientes características y especificaciones técnicas:

Tabla 5: Características del aspersor tipo 2.

Aspersor TIPO 2	
Radio de alcance (m)	13,4 – 23,2
Rango de caudales (m ³ /h)	1,52 – 7,76
Rango de presiones (kPa)	250 – 700
Pluviometría media (mm/h)	15

Aspersor TIPO 2	
Trayectoria tobera (°)	25
Nº de toberas disponibles	12
Toma roscada (pulgadas)	1 (BSP)
Altura del cuerpo (cm)	20
Diámetro expuesto (cm)	5
Altura de elevación (cm)	10

El modelo cuenta con 12 boquillas distintas, distinguidas por colores, las cuales modifican los parámetros de funcionamiento según las necesidades. Observando las curvas características que ofrece cada una de las boquillas, los cálculos se van a llevar a cabo con la tobera de 13 mm que ofrece las siguientes características:

Tabla 6: Rendimientos del aspersor tipo 2 para la tobera de 13 mm.

Tobera de 13 mm			
Presión (kPa)	Alcance (m)	Q (m³/h)	P (mm/h)
300	14,9	2,36	10,5
350	15,2	2,55	11,3
400	15,5	2,73	12,1
450	15,5	2,90	12,9
500	15,8	3,06	13,6
550	16,2	3,23	14,4
600	16,5	3,38	15,0

De la tabla anterior se puede obtener la curva característica del aspersor para conocer cualquier relación caudal-presión. Ésta resulta de este modo:

$$Q = 0,1279 \cdot H^{0,5108}$$

Donde:

- Q: el caudal emitido por el aspersor (m³/h)
- H: la presión requerida por el aspersor (kPa)

Ahora, el parámetro a determinar es el caudal que se desea que aporte el aspersor. Para ello, primero se han de definir los tiempos e intervalos entre riegos para el césped ya que es un cultivo que al cual se le deben dar riegos cortos y frecuentes durante la mayor parte del año.

3.1.4. Tiempos de riego y solapes.

En este punto se va a estudiar las diferencias en el tiempo de riego con distintos caudales que puede dar el aspersor. La solución final será la más operativa para el manejo posterior y aquella que no ponga en peligro las especies vegetales. Se buscan tiempos de riego cortos (entre 15 – 20 min a lo sumo) y riegos frecuentes (1 riego diario en temporada de máximas necesidades) que es lo recomendable para campos deportivos de césped natural.

- **Aspersor tipo 1 (giro 90°)**

Tabla 7: Tiempos de riego para el aspersor tipo 1.

Mes	NR _t (mm)	riegos/semana	Intervalo (días)	Q: 2,0 m ³ /h
Enero	1,10	3	2,3	0,08
Febrero	1,53	3	2,3	0,10
Marzo	2,20	7	1	0,06
Abril	2,91	7	1	0,08
Mayo	3,70	7	1	0,11
Junio	4,96	7	1	0,14
Julio	5,28	7	1	0,15
Agosto	4,40	7	1	0,12
Septiembre	2,52	7	1	0,07
Octubre	1,61	7	1	0,05
Noviembre	0,85	3	2,3	0,06
Diciembre	0,64	3	2,3	0,04

- **Aspersor 2 (giros de 180° y 360°)**

Tabla 8: Resultados para el aspersor 2.

Mes	NR _t (mm)	riegos/semana	Intervalo (Días)	Q: 2,4 m ³ /h	Q: 2,7 m ³ /h	Q: 3,0 m ³ /h
Enero	1,10	3	2,3	0,24	0,21	0,19
Febrero	1,53	3	2,3	0,33	0,30	0,27
Marzo	2,20	7	1	0,21	0,18	0,17
Abril	2,91	7	1	0,27	0,24	0,22
Mayo	3,70	7	1	0,35	0,31	0,28
Junio	4,96	7	1	0,46	0,41	0,37
Julio	5,28	7	1	0,49	0,44	0,40
Agosto	4,40	7	1	0,41	0,37	0,33
Septiembre	2,52	7	1	0,24	0,21	0,19
Octubre	1,61	7	1	0,15	0,13	0,12

Mes	NR _t (mm)	riegos/semana	Intervalo (Días)	Q: 2,4 m ³ /h	Q: 2,7 m ³ /h	Q: 3,0 m ³ /h
Noviembre	0,85	3	2,3	0,19	0,17	0,15
Diciembre	0,64	3	2,3	0,14	0,12	0,11

Además de los tiempos de riego, es importante también considerar los solapes entre aspersores para poder tener la mayor uniformidad posible. En este caso, los solapes que se obtiene para cada uno de los aspersores en función del caudal son:

- **Aspersor tipo 1.**

Como se ha seleccionado como caudal de diseño el correspondiente a 2 m³/h, el solape que se va a obtener es de 15 m, equivalente a un 50 %.

Tabla 9: Distintos solapes en función del caudal para aspersor tipo 1.

Opción	Alcance (m)	Solape (%)
Q: 1,9 m³/h	14,8	49,3
Q: 2,0 m³/h	15,0	50,0
Q: 3,1 m³/h	15,3	51,0

- **Aspersor tipo 2.**

En el caso del segundo modelo, el caudal fue de 3 m³/h, por tanto, el solape que ofrece el mismo es de 15,8 m, equivalente a un 52,5 %

Tabla 10: Distintos solapes en función del caudal para aspersor tipo 2.

Opción	Alcance (m)	Solape (%)
Q: 2,4 m³/h	15,0	50,0
Q: 2,7 m³/h	15,5	51,6
Q: 3,0 m³/h	15,8	52,5

Para los dos aspersores, cabe añadir, que estas condiciones de solape están evaluadas a partir de unas condiciones ideales sin viento, lo que quiere decir, que, en presencia de éste, el solape disminuirá.

Lo que se desea al obtener con la selección del aspersor es, en primer lugar, conseguir un solape del 50 %, es decir, que el alcance de los aspersores sea igual a la distancia entre ellos para obtener una buena uniformidad de riego. En segundo lugar, que los tiempos de riegos no sean superiores a los 20 minutos en la época de máximas necesidades, en este caso en el mes de julio.

3.1.5. Funcionamiento mensual. Resumen.

En las siguientes dos tablas se obtiene el número de horas total que debe funcionar cada tipo de aspersor para poder satisfacer las necesidades hídricas de la especie. El objetivo es el de obtener tiempos de riego cortos, recomendable para cualquier especie cespitosa y consecuentemente evitar encharcamientos que puedan ocasionar problemas de aparición de patógeno.

En un campo de fútbol es complejo establecer un calendario de riegos. Normalmente, el manejo de riego y los tiempos se deciden en función de las sensaciones del encargado de mantenimiento del mismo. Además, los eventos que tengan lugar en el campo también van a modificar y, seguramente, aumentar el consumo hídrico de la instalación.

En numerosas ocasiones el riego no se produce por el simple hecho de cubrir las necesidades hídricas de las especies vegetales sino, que el calendario de partidos que se disputen va a incrementar ese consumo hídrico ya que en la mayoría de los partidos se produce un riego previo al partido, de unos 5 minutos para humedecer la superficie y mejorar la calidad del juego.

Al margen de todo lo anterior, para que el presente proyecto tenga un carácter ingenieril se adjunta el mencionado calendario que, seguramente, en la realidad sufra modificaciones.

Tabla 11: Valores de tiempo de riego con el caudal de la solución adoptada para aspersor 1.

Aspersor 1				
Mes	riegos/semana	Intervalo (días)	Horas/riego	Horas mensuales
Enero	3	2,3	0,08	0,96
Febrero	3	2,3	0,10	1,20
Marzo	7	1	0,06	1,92
Abril	7	1	0,08	2,45
Mayo	7	1	0,11	3,22
Junio	7	1	0,14	4,18
Julio	7	1	0,15	4,60
Agosto	7	1	0,12	3,83
Septiembre	7	1	0,07	2,12
Octubre	7	1	0,05	1,40
Noviembre	3	2,3	0,06	0,72
Diciembre	3	2,3	0,04	0,56
Total	-	-	-	27,25

Tabla 12: Valores de tiempo de riego con el caudal de la solución adoptada para aspersor 2.

Aspersor 2				
Mes	Riegos/semana	Intervalo (Días)	Horas/riego	Horas mensuales
Enero	3	2,3	0,26	3,48
Febrero	3	2,3	0,36	4,37
Marzo	7	1	0,22	6,96
Abril	7	1	0,30	8,91
Mayo	7	1	0,38	11,70
Junio	7	1	0,51	15,18
Julio	7	1	0,54	16,70
Agosto	7	1	0,45	13,92
Septiembre	7	1	0,26	7,71
Octubre	7	1	0,16	5,09
Noviembre	3	2,3	0,20	2,60
Diciembre	3	2,3	0,15	2,02
Total	-	-	-	99,66

3.1.6. Presión y caudal de trabajo.

En este punto se calculan la presión de trabajo (H) que requerirá cada aspersor a la entrada para poder obtener el caudal de diseño. Se distinguen los valores entre los dos tipos de aspersores planteados como en los puntos anteriores.

- Aspersor 1. Esquinas (giro 90°)

Cada uno de los aspersores funcionará con un caudal de **2,0 m³/h**, para el cual se requiere una presión de:

$$2,0 \left(\frac{m^3}{h} \right) = 0,0609 \cdot H^{0,5917}$$

$$H = 365,4 \text{ kPa} = 37,3 \text{ m. c. a.}$$

Esta presión será la que deberá llegar al aspersor que se encuentre en el punto más desfavorable de la red, es decir, el que más cota piezométrica requiera en origen para los de las esquinas.

- Aspersor 2. Perímetro (giro 180°) e interior (giro 360°)

Cada uno de los aspersores funcionará con un caudal de **3,0 m³/h**, para el cual se requiere una presión de:

$$3,0 \left(\frac{m^3}{h} \right) = 0,1279 \cdot H^{0,5108}$$

$$H = 481,5 \text{ kPa} = 49,1 \text{ m. c. a.}$$

Esta presión será la que deberá llegar al aspersor que se encuentre en el punto más desfavorable de la red, es decir, el que más cota piezométrica requiera en origen.

3.1.7. Sectorización.

Para sectorizar una puesta en riego, se pueden tener varios criterios en consideración. Cuando los criterios limitantes (caudal disponible, JER) no se dan en el proyecto, la sectorización puede quedar a criterio del ingeniero con el fin de obtener una solución lo más operativa posible para el posterior manejo de la instalación.

Cuando esto ocurre, el ingeniero debe tener en consideración distintos aspectos. Si aumentar el número de sectores, los diámetros de las conducciones de la red de distribución serán menores y la potencia del grupo de bombeo también, eso sí a costa de que se incremente el funcionamiento anual de la instalación, lo que a priori no resulta ningún inconveniente.

Si los requerimientos de caudal y presión se garantizan mediante el uso de un grupo de bombeo accionado por un motor eléctrico, habrá que organizar la superficie regable de tal forma que el tiempo de riego total se pueda encajar en las franjas horarias de menor coste.

- Primer criterio

El número mínimo de sectores se puede evaluar a partir de distintos criterios. El primero y principal es obtener la relación entre el caudal requerido (Q_R) y el caudal disponible (Q_D) en la toma o depósito de almacenamiento. Por tanto:

$$N^{\circ} \text{ sectores} \geq \frac{Q_R}{Q_D}$$

En este caso, el Q_R es el que aportarían todos los aspersores a la presión y caudal de trabajo si se accionaran en el mismo instante. Quedaría:

$$Q_R = \sum N^{\circ} \text{ aspersores} \cdot Q_i$$

$$Q_R = 4 (\text{asp. } 1) \cdot 2,0 \left(\frac{m^3}{h} \cdot \text{asp} \right) + 44 (\text{asp}) \cdot 3,0 \left(\frac{m^3}{h} \cdot \text{asp} \right) = 140 \text{ m}^3/h$$

En el caso de este proyecto, el agua se tomará desde un depósito enterrado que se sitúa en el mismo recinto deportivo, el cual se diseñará con la suficiente capacidad como para abastecer el riego. Por lo tanto, este criterio no será determinante a la hora de sectorizar.

- Segundo criterio

Otro aspecto a tener en cuenta es el de la jornada efectiva de riego (JER). La bomba que impulsa el agua en el sistema se acciona a partir de un motor eléctrico. Si es posible, la bomba nunca debería estar accionada en las horas en las cuales el precio del kW·h es más caro, conocidas como horas punta. Por ello, se determina el número de horas que requieren todos los sectores diariamente para funcionar. En el caso de este proyecto, cuando mayor es el riego, en términos de tiempo, es en el mes de julio, con una duración de 20 min/día. Sabiendo que la JER es de 16 h se podrían llegar a obtener hasta:

$$N^{\circ} \text{ sectores} \geq \frac{16 \text{ horas}}{0,4 \text{ h/sector}} = 40 \text{ sectores}$$

Es un número muy grande de sectores respecto al número de aspersores que hay (48), por tanto, tampoco será este el criterio determinante en este proyecto.

- Tercer criterio

En este punto, dado que los criterios tomados anteriormente no han sido limitantes, se va a proceder a diseñar la sectorización de la forma más operativa posible para el manejo posterior y que no implique grandes costes de instalación.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que en un campo de fútbol no todos los aspersores tienen la misma pluviometría, es decir, en este caso:

- Los aspersores de las esquinas son distintos a los del resto del campo. Estos aportan un caudal menor, pero riegan $\frac{1}{4}$ menos de superficie que los de giro completo y $\frac{1}{2}$ menos de superficie que los de giro semicircular.
- Los aspersores, tanto de giro completo como semicircular, son idénticos. Conviene saber que la pluviometría de los primeros será la mitad que en el caso de los que forman el semicírculo.

Por tanto, la primera diferencia en cuanto a sectores será las 3 posibilidades de pluviometría que se tiene en el campo, sabiendo que:

- P (90°) = 35,5 (mm/h)
- P (180°) = 26,6 (mm/h)
- P (360°) = 13,3 (mm/h)

Esto también modificara los tiempos de riego en cada uno de los sectores. Se explicará más adelante en este mismo anejo.

Otro punto a tener en cuenta en un campo de futbol de césped natural es la compactación del suelo con el paso del tiempo. Existen zonas donde los jugadores pisan durante más tiempo, están más compactadas y por tanto la infiltración es mucho menor. Bien, pues la sectorización deberá permitir poder regar en las distintas partes de las que consta el campo

Las bandas, de forma general, están mucho menos transitadas durante un partido que la zona del centro del campo o las áreas.

En conclusión, la sectorización se lleva a cabo por las distintas áreas que contiene el campo y por las distintas pluviometrías que tienen los aspersores en cada zona del mismo. La solución final es de:

- 1 sector para los 4 aspersores (giro 90°) de las esquinas.
- 4 sectores para los aspersores del perímetro (giro 180°).
 - o 1 para los 6 aspersores de una de las bandas perimetrales.
 - o 1 para los 6 aspersores de la otra banda perimetral.
 - o 2 para los 8 aspersores del perímetro de las porterías.
- 2 sectores para los 8 aspersores (giro 360°) que riegan las áreas.
 - o 1 sector para los 4 aspersores del área izquierda
 - o 1 sector para los 4 aspersores del área derecha.
- 2 sectores para los 8 aspersores que riegan las bandas interiores del campo.
 - o 1 sector para los 4 aspersores de una de las bandas.
 - o 1 sector para los 4 aspersores de la banda contraria.
- 1 sector para los 8 aspersores del centro del campo.

Lo que supone un total de:

$N^{\circ} = 10$ sectores

Cada uno de ellos tiene un número de aspersores distinto, en el siguiente cuadro se muestra el caudal demandando por cada uno de ellos:

Tabla 13: Sectorización y caudales demandados.

Sector	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N ^a asp	4	6	6	4	4	4	4	4	4	8
Q (m ³ /h)	8	18	18	12	12	12	12	12	12	24

**Recordar que el sector 1 corresponde a los aspersores de las esquinas, que tienen un caudal de 2 m³/h, a diferencia del resto que son de 3 m³/h.*

La distribución de estos sobre el terreno, sus radios de alcance y solapes se pueden ver en el Plano Nº 6 "Solape aspersores". Para el dimensionado del grupo de bombeo se deberá tener en cuenta el máximo de sectores y cuáles de ellos podrán funcionar simultáneamente minimizando al máximo posible los consumos energéticos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 9

Cálculo de la red hidráulica

Índice Anejo 9

1.	Introducción.	6
1.1.	Diseño hidráulico.	6
1.2.	Criterios de diseño y dimensionado.	7
1.3.	Dimensionado de la subunidad.	9
1.4.	Cálculos hidráulicos para cada sector.	11
2.	Consideraciones previas al cálculo y criterios de selección.	12
2.1.	Criterios para la selección del diámetro.	13
2.2.	Pérdidas de carga localizadas.	14
2.3.	Dimensionado de los laterales.	15
2.3.1.	Lateral subunidad 1.1.	15
2.3.2.	Lateral subunidad 1.2.	16
2.3.3.	Lateral subunidad 2.	17
2.3.4.	Lateral subunidad 3.	18
2.3.5.	Lateral subunidad 4.	18
2.3.6.	Lateral subunidad 5.	19
2.3.7.	Lateral subunidad 6.	20
2.3.8.	Lateral subunidad 7.	21
2.3.9.	Lateral subunidad 8.	22
2.3.10.	Lateral subunidad 9.	23
2.3.11.	Laterales subunidad 10.	24
2.3.12.	Tabla resumen laterales.	25
2.4.	Dimensionados de las terciarias.	25

2.4.1.	Terciaria subunidad 5.....	26
2.4.2.	Terciaria subunidad 6.....	27
2.4.3.	Terciaria subunidad 7.....	28
2.4.4.	Terciaria subunidad 8.....	28
2.4.5.	Terciaria subunidad 9.....	29
2.4.6.	Terciaria subunidad 10.....	30
2.4.7.	Tabla resumen terciarias.	31
2.5.	Conclusiones finales.....	31
3.	Colocación en zanjas.....	32
3.1.	En el interior del campo	32
3.2.	Zanja a la salida del cabezal.....	32

Índice de Tablas.

Tabla 1: Coeficiente C de la ecuación de Hazen-Williams.	10
Tabla 2: Coeficiente F en función del número de derivaciones.	11
Tabla 3: Datos de partida para el diseño de la instalación hidráulica de la red de riego por aspersión.....	12
Tabla 4: Características de las tuberías de PE-100 según norma UNE-EN 12.201.	14
Tabla 5: Resumen de resultados para los laterales.	25
Tabla 6: Características y parámetros de cálculo para las terciarias.	26
Tabla 7: Resultados para las terciarias.....	31
Tabla 8: Resultados para terciarias y laterales del sistema de aspersión.....	31
Tabla 9: Características técnicas placas alveolares 25+5.....	33

1. Introducción.

Este anejo tiene como objetivo el diseño de la red de distribución en parcela del sistema de riego por aspersión. Con los datos obtenidos en el Anejo nº 8 “Diseño del sistema de aspersión” del número de sectores y caudales que demanda cada uno, se dispone a diseñar los ramales de tuberías que componen cada uno de los sectores y que abastecerán la demanda de caudal y presión a los aspersores pertinentes.

La red de riego por aspersión será independiente de la red de distribución de agua potable del recinto deportivo. El agua será almacenada en un depósito subterráneo, que se diseñará en el Anejo Nº 10 “Cálculo del depósito de almacenamiento” en función de las necesidades de riego, el cual se llenará con agua no potable tomada de la red del agua no potable del Ayuntamiento de Massamagrell.

Como se puede comprobar en el anejo anterior, la distribución de los sectores en la parcela, en el caso de los campos de fútbol, no es sencilla. El criterio para hacerlo ha sido el de dividir el campo en distintas zonas donde se esperan diferentes niveles de compactación con el paso del tiempo.

Por ello, para que el manejo del riego posterior sea sencillo y evitar obras innecesarias en el terreno de juego si existen averías, cada sector tendrá su propia tubería porta aspersores desde el hidrante a la salida de la bomba. En éste último se localizarán las electroválvulas de cada sector.

1.1. Diseño hidráulico.

Para el diseño de la red hidráulica se va a utilizar como material el Polietileno (PE). En función de las necesidades se decidirá en este anejo que densidad se requerirá en cada momento. Las densidades que se proponen en primer lugar son PE-40, PE-80 y PE-100.

La normativa que regula la calidad de este tipo de material para conducciones de agua es la UNE-EN-12201:2012 para Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua y para evacuación y saneamiento a presión. Polietileno (PE).

Esta Norma especifica los requisitos generales de los sistemas de canalización a presión de polietileno (PE), para aplicaciones enterradas y aéreas, destinados al suministro de agua para el consumo humano (incluyendo el agua antes de someterla a tratamiento), el alcantarillado y el saneamiento a presión, los sistemas de saneamiento por vacío, y el agua destinada a otros usos.

Aplicable a tubos, accesorios y válvulas de PE, sus uniones y a las uniones con componentes de otros materiales destinados a utilizarse en las siguientes condiciones: PFA (presión de funcionamiento admisible) hasta 25 bar Temperatura de funcionamiento de

referencia: 20 °C Enterrados en el suelo Emisarios submarinos Tendidos en el agua Aéreos (incluyendo tubos suspendidos bajo los puentes) Se recomienda que la instalación sea conforme con la Norma UNE 53394:2006 IN "Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión.

1.2. Criterios de diseño y dimensionado.

Los criterios que se van a tener en cuenta a la hora del diseño hidráulico de las tuberías que abastecen a los aspersores son los siguientes:

- El trazado de las tuberías se hace de forma subterránea en los primeros centímetros de profundidad.
- Se trazan de forma que se puedan juntar el mayor número de tuberías en la misma zanja para reducir el movimiento de tierras.
- La disposición y el trazado pretenden una fácil instalación y una rápida detección de averías.
- El trazado de los 9 sectores será el más corto posible en parcela lo que permite obtener unas menores pérdidas de carga por rozamiento.

Para obtener una mayor uniformidad en el riego por aspersion, se han separado los distintos tipos de aspersores, tanto en ángulo de giro como en caudal, en sectores diferentes. Con esto se consigue un mayor manejo del riego ya que cada tipo aporta una pluviometría distinta y de no ser así sería muy complejo poder obtener una uniformidad de riego en parcela alta.

Para no poner en cuestión la uniformidad de riego en cada subunidad, se establece como parámetro de partida, una variación máxima de caudales $\leq 10\%$. Aceptando este criterio en el dimensionado, a partir de la ecuación característica del emisor se puede relacionar la máxima variación admisible de caudales con la máxima variación de presiones admisible quedando:

$$\frac{dq}{q} = x \cdot \frac{dh}{h}$$

Donde:

- dq/q : Variación relativa de caudal en la conducción.
- dh/h : Variación relativa de presión en la conducción
- x : Exponente del emisor

En este caso, como $\frac{dq}{q} \leq 0,1$ la máxima variación relativa de presiones es:

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{dH}{H} = 0,1 \cdot \frac{1}{x}$$

Y la máxima variación absoluta de presiones que debe permitirse en la subunidad quedaría como:

$$\Delta H = \frac{P_{max}}{\gamma} - \frac{P_{min}}{\gamma} = \frac{0,1}{x} \cdot H$$

Donde:

- ΔH : Máxima variación de presión en la subunidad (kPa)
- H: es la presión nominal de trabajo para el caudal deseado (kPa)
- $P_{m\acute{a}x}$: Presión máxima en la subunidad (kPa).
- $P_{m\acute{i}n}$: Presión mínima en la subunidad (kPa)

Recordar que existen dos tipos de caudales arrojados por los aspersores, por tanto, se deberán evaluar por separado. Con este cálculo el parámetro que se obtiene es la máxima pérdida de carga que se podrá tener en cada conducción para que no se vea afectada la uniformidad de riego más de los establecido.

- **Aspersor tipo 1.**

Para este aspersor se selecciona un caudal de diseño igual a 2 m³/h con una presión requerida de 365,4 kPa. El exponente de éste es $x = 0,5917$. Por tanto, se obtiene una variación máxima de presión ($\Delta H1$) para este aspersor si la variación máxima de caudal se establece en un 10 %:

$$\Delta H1 = \frac{0,1}{x} \cdot H = \frac{0,1}{0,5917} \cdot 365,4$$

$$\Delta H1 = 61,75 \text{ kPa} = 6,3 \text{ mca}$$

- **Aspersor tipo 2.**

En el segundo modelo, se selecciona un caudal de diseño igual a 3 m³/h con una presión requerida de 481,5 kPa. El exponente de éste es $x = 0,5108$. Por tanto, se obtiene una variación máxima de presión ($\Delta H2$) para este aspersor si la variación máxima de caudal se establece en un 10 %:

$$\Delta H2 = \frac{0,1}{x} \cdot H = \frac{0,1}{0,5108} \cdot 481,5$$

$$\Delta H2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Obtenida la restricción anterior para cada tipo de aspersor, el siguiente paso consiste en obtener el diámetro teórico que cumple con ella y seleccionar el diámetro comercial inmediato superior, que producirá unas pérdidas de carga algo menores al teórico al contar con algo más de diámetro.

En el caso concreto de este proyecto, como las conducciones que constituyen cada sector discurren desde el hidrante hasta el último aspersor al que alimentan, no será necesario el dimensionado de terciarias que alimenten a los laterales porta aspersores.

1.3. Dimensionado de la subunidad.

En el dimensionado de los laterales porta aspersores se ha seguido la norma UNE-EN 53.367 para tuberías de polietileno (PE).

En primer lugar, se determina el caudal a la entrada de cada uno de los laterales. La expresión que lo define es la siguiente:

$$Q_L = n \cdot q$$

Donde:

- Q_L : Caudal a la entrada del lateral (m^3/h).
- n : N^0 de aspersores en el lateral.
- q : Caudal aportado por cada aspersor (m^3/h).

Determinado el Q_L el siguiente paso radica en obtener el diámetro interior teórico que cumple con la restricción de pérdidas de carga para cada subunidad. Para ello, se hace uso de la ecuación empírica de Hazen-Williams para las pérdidas de carga por rozamiento en PE:

$$h_r = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot L \cdot \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}}$$

Donde:

- h_r : pérdidas de carga por rozamiento (mca)
- C : coeficiente que depende del material de la conducción para Hazen-Williams
- L : longitud del lateral (m)
- Q : Caudal a la entrada del lateral (m^3/s)
- D : Diámetro interior de la conducción (m)

Los coeficientes C para los distintos materiales comerciales de conducciones hidráulicas se adjuntan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Coeficiente C de la ecuación de Hazen-Williams.

Material	C
PE	150
PVC	150
Fibrocemento	140
Poliéster con fibra de vidrio	140-150
Fundición dúctil	110-130
Acero	90-130

Una vez obtenido el diámetro con la ecuación anterior, se selecciona el diámetro comercial inmediato superior y se comprueba que sea correcto. Se debe cumplir que:

$$\Delta h_L (cal) \leq \Delta h_L (adm)$$

Obtenido este valor de pérdidas de carga reales en la conducción, se debe conocer la presión requerida al inicio del lateral para que el sistema funcione como está previsto. La presión al inicio del lateral se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{P_0}{\gamma} = h + \beta_r \cdot \Delta H + \alpha_r \cdot \Delta z + Z_e + H_a$$

Donde:

- P_0/γ : Presión al inicio del lateral (mca)
- h : Presión nominal del aspersor (mca)
- β_r : Coeficiente que depende del número de emisores por lateral y del exponente del caudal en la fórmula de pérdidas de carga.
- ΔH : Pérdida de carga en el tramo (mca)
- α_r : Coeficiente que depende del número de emisores
- Δz : Diferencia de cotas entre inicio y final del lateral (m)
- Z_e : Altura del aspersor sobre el lateral (m)
- H_a : Altura a la que emerge el aspersor (m)

El valor de α_r para valor de $r \neq 1$ se calcula con la expresión siguiente:

$$\alpha_r = \frac{r + \frac{n-1}{2}}{r + n - 1}$$

Mientras que el valor que adopta β_r en el caso de servicio en el trayecto para una distribución discreta se calcula del siguiente modo:

$$\beta_r = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

- r: relación entre la distancia del primer emisor al inicio de la tubería (S_0) y la separación entre el resto de derivaciones (S).
- n: Número de aspersores o derivaciones.
- F: factor de corrección de Christiansen que depende el número de aspersores en el lateral.

Tabla 2: Coeficiente F en función del número de derivaciones.

Factores de corrección de Christiansen para "n derivaciones								
n	1	2	3	4	5	6	7	8
F	1	0,650	0,546	0,497	0,469	0,451	0,438	0,428
n	9	10	11	12	13	14	15	16
F	0,421	0,415	0,410	0,406	0,403	0,400	0,397	0,395

En el caso de este proyecto, cada sector estará formado por un lateral, que tendrá un número distinto de emisores (n), una distancia al primer al primer aspersor desde el inicio del lateral distinta en cada caso (S_0) y una distancia entre aspersores dentro del mismo lateral distinta (S). Por ello, con el procedimiento descrito, se debe dimensionar el lateral de cada sector por separado.

El último paso previo a obtener el dimensionado completo es establecer las longitudes que tendrá cada uno de los laterales. En cada uno de los casos la longitud del lateral vendrá dada por la siguiente expresión:

$$L_L = S_0 + (n - 1) \cdot S$$

Donde:

- L_L : Longitud del lateral (m)
- S_0 : Distancia del inicio del lateral al primer aspersor (m)
- n: Número de aspersores en el lateral
- S: Distancia entre aspersores del mismo lateral (m)

1.4. Cálculos hidráulicos para cada sector.

En primer lugar, se adjuntan a continuación los datos de partida del diseño en parcela de la red hidráulica. Recordar que cada uno de los sectores tiene su red propia desde la cabecera, donde se sitúan las electroválvulas, el filtrado y el grupo de bombeo.

Los datos de distancias que se adjuntan a continuación corresponden a la distancia total del ramal en el campo más 5 metros que separan el hidrante del terreno de juego. La tubería que viene del grupo de bombeo, al estar cercana a éste, se consideran despreciables

sus pérdidas de energía por rozamiento. En Plano N° 7 “Instalación de riego” se puede consultar la disposición de éstas.

Cabe añadir que los sectores se diferencian también por su tipo de alimentación, unos de ellos lo hacen por el extremo y los demás por el punto medio. En los que se alimentan por el punto medio se considera la distancia total hasta el punto donde se divide el ramal, posteriormente se mencionara el diámetro de la tubería porta aspersores de los sectores alimentados por el punto medio.

- Por el extremo: 1.1, 1.2, 2, 3 y 4.1
- Por el punto medio: 4.2, 5, 6, 7,8 y 9

Tabla 3: Datos de partida para el diseño de la instalación hidráulica de la red de riego por aspersión.

S	L. total terciaria (m)	L. Total lateral (m)	N laterales	Q lat. (m ³ /h)	Q. ter (m ³ /h)	S ₀ (m)	S (m)	r	F	n	α_r	β_r	P/ γ (mca)
1.1	0	110	1	4	4	5	105	0,048	0,650	2	1	0,332	37,3
1.2	0	185	1	4	4	80	105	0,76	0,650	2	1	0,602	37,3
2	0	170	1	18	18	95	15	6,33	0,451	6	0,78	0,709	49,1
3	0	95	1	18	18	20	15	1,33	0,451	6	0,61	0,479	49,1
4.1	0	65	1	12	12	20	15	1,33	0,497	4	0,85	0,535	49,1
4.2	147,5	22,5	2*	6	12	7,5	15	0,5	0,650	2	0,67	0,533	49,1
5	132,5	22,5	2*	6	12	7,5	15	0,5	0,650	2	0,67	0,533	49,1
6	57,5	22,5	2*	6	12	7,5	15	0,5	0,650	2	0,67	0,533	49,1
7	117,5	22,5	2*	6	12	7,5	15	0,5	0,650	2	0,67	0,533	49,1
8	72,5	22,5	2*	6	12	7,5	15	0,5	0,650	2	0,67	0,533	49,1
9	117,5	7,5	8*	3	24	7,5	15	0,5	1,000	1	0,67	1	49,1

*Laterales alimentados por el punto medio. El número de laterales que aparece corresponde al resultado de dividir cada lateral en dos distintos.

En los siguientes puntos se van a dimensionar el diámetro nominal y presión nominal de las conducciones tanto para los laterales como para las terciarias. La explicación de por qué las longitudes de algunas terciarias son cero es porque no se considera terciaria ya que los aspersores están insertados sobre ella. Solamente es una cuestión de nomenclatura. En el En Plano N° 7 “Instalación de riego” se pueden consultar la disposición tanto de laterales como terciarias en la parcela.

2. Consideraciones previas al cálculo y criterios de selección.

Antes de comenzar a efectuar cálculos, es importante dejar claro que cualquier resultado obtenido, por correcto que sea, no tiene porque ser práctico. Existen ciertas limitaciones y consideraciones previas que se deben tener en cuenta para que la disposición

del sistema de riego en parcela no plantee ningún inconveniente ni de instalación ni de funcionamiento.

2.1. Criterios para la selección del diámetro.

Para el dimensionado, se va a tomar como criterio el valor de la pérdida de carga máxima que se puede permitir en la subunidad. Esta viene dada por la restricción de que a máxima variación de caudales que se puede dar en cada subunidad sea del 10 %. Estos valores de pérdidas de carga máxima se obtuvieron en apartados anteriores de este mismo anejo.

En primer lugar, se tomará dicho valor de $\Delta H1$ e $\Delta H2$, en función del tipo de aspersor y con él se obtendrá el valor del diámetro interior mínimo para cada lateral. Después, se normalizarán los diámetros tomando el inmediato superior en cada caso, y se volverán a obtener las pérdidas de carga, este caso las reales para cada diámetro y conducción.

Con las pérdidas de carga sobrantes se dimensionarán las terciarias, en el caso de que a subunidad disponga de ellas, normalizando los diámetros de igual manera.

Como restricción a la hora de seleccionar el diámetro nominal de cada conducción, se debe saber que en los laterales van insertados los aspersores y que éstos, requieren de un diámetro mínimo para poder realizar esta tarea. Consultando las características de cada tipo de aspersor se sabe que la inserción en la tubería es en cada caso:

- Aspersor tipo 1 -> $\frac{3}{4}'' = 19,05$ mm
- Aspersor tipo 2 -> $1'' = 25,40$ mm

Por ello, se deben de establecer unos mínimos de diámetro. En el caso de este proyecto el diámetro mínimo para los laterales será un **DN 32 mm**.

En el terreno de juego, de forma casi diaria van a estar pasando máquinas del tipo segadora, pinchador..., las cuales, compactan el terreno al pasar y pueden provocar roturas en las conducciones si la resistencia mecánica de las mismas no es la adecuada. Por ello, la serie de tuberías que se selecciona para el dimensionado de laterales y terciarias es de **PE-100**, tratándose de la más resistente de todas las tuberías de PE. Ésta se fabrica según la norma **UNE EN 12201**. Los diámetros que se utilizarán para cálculos en el presente anejo son los siguientes:

Tabla 4: Características de las tuberías de PE-100 según norma UNE-EN 12.201.

		Espesor (mm)			D. interior (mm)		
		PN (bar)	10	16	20	10	16
D. exterior (mm)	20	-	2,0	2,3	-	16,0	15,4
	25	-	2,3	3,0	-	20,4	19,0
	32	2,0	3,0	3,6	28,0	26,0	24,8
	40	2,4	3,7	4,5	35,2	32,6	31,0
	50	3,0	4,6	5,6	44,0	40,8	28,8
	63	3,8	5,8	7,1	55,4	51,4	48,8
	75	4,5	6,8	8,4	66,0	61,4	58,2
	90	5,4	8,2	10,1	79,2	73,6	69,8
	110	6,6	10,0	12,3	96,8	90,0	85,4

Para cálculos posteriores será necesario conocer el coeficiente de rugosidad (C) del PE que determinará las pérdidas de energía por rozamiento. En este caso:

$$C_{PE} = 150$$

Debido a que las presiones en el sistema van a ser elevadas, se comienza a dimensionar los laterales con **PN 10**. En el caso de obtenerse requerirse mayor resistencia a presiones al inicio del lateral, se cambiará el tramo correspondiente por uno de mayor resistencia.

2.2. Pérdidas de carga localizadas.

Las pérdidas de carga totales que se consideran para el cálculo del diámetro interior mínimo requerido son el resultado de la suma de pérdidas de carga por rozamiento (h_r) que se explicó su cálculo anteriormente, junto con las pérdidas de carga localizadas (h_L) provocadas por fenómenos de turbulencia que se originan al paso del agua por puntos singulares de la instalación como codos, juntas, derivaciones... Por tanto, las pérdidas de carga totales serán:

$$h_T = h_r + h_L$$

Las pérdidas localizadas en este texto, tanto para laterales como para terciarias se van a determinar por el método del coeficiente mayorante (K_m). Dadas las dificultades que plantea el cálculo de las pérdidas localizadas en cada punto, este método plantea una simplificación bastante acertada del cálculo.

Consiste en aplicar un coeficiente mayorante $K_m > 1$, de tal forma que las pérdidas de carga localizadas se suponen como un porcentaje de las continuas. En el caso de tuberías terciarias los valores de K_m suelen estar comprendidos entre 1,1 y 1,4 dependiendo del número de conexiones de laterales por metro lineal, naturaleza de la conexión, cambios de

dirección... Para este texto, debido a que el número de laterales insertados muy pequeño, y las conducciones no presentan excesivos cambios de dirección, se tomara un valor de K_m para terciarias de:

$$K_{m-T} = 1,1$$

Respecto a los laterales, los emisores con conexión sobre línea (pinchados) ocupan cierto porcentaje de la sección del lateral. Por ello, en estos se adoptan coeficientes mayorantes comprendidos entre 1,05 – 1,20. En este caso, el número de aspersores por lateral viene condicionado por la distancia entre estos que es de 15 m, por ello, se toma un valor bajo de K_m para laterales de:

$$K_{m-L} = 1,1$$

2.3. Dimensionado de los laterales.

A continuación, se exponen todos los cálculos efectuados para determinar el diámetro nominal y presión nominal que ha de tener cada lateral. Además, se determina la presión necesaria al inicio del lateral que servirá para posteriores cálculos como el dimensionado de la terciaria y la selección del grupo de bombeo.

2.3.1. Lateral subunidad 1.1.

Esta subunidad cuenta solamente con un lateral y carece de terciaria. En él se insertan dos aspersores de 2 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 37,3 mca. Éstos están dispuestos en las esquinas del campo por lo que tiene un giro de 90°. La separación entre ellos es de 105 m, coincidiendo con la distancia longitudinal de un extremo a otro del campo. Su longitud total es de 110 m desde el hidrante.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 1 la ΔH es:

$$\Delta H1 = 61,75 \text{ kPa} = 6,3 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$6,3 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 110 \cdot \frac{(1/900)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.1.1} = 0,033 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.1.1} = 40 \text{ mm} \quad Di_{L.1.1} = 35,2 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.1.1} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 110 \cdot \frac{(1/900)^{1,85}}{0,0352^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.1.1} = 4,9 \text{ mca} < 6,3 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{1.1}}{\gamma} = 37,3 + 0,332 \cdot 4,9 + 1 \cdot 0,5 + 0,184 + 0,092$$

$$\frac{P_{1.1}}{\gamma} = 39,7 \text{ mca}$$

2.3.2. Lateral subunidad 1.2.

Esta subunidad cuenta solamente con un lateral y carece de terciaria. En él se insertan dos aspersores de 2 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 37,3 mca. Éstos están dispuestos en las esquinas del campo por lo que tiene un giro de 90°. La separación entre ellos es de 105 m, coincidiendo con la distancia longitudinal de un extremo a otro del campo. La longitud total del lateral es de 185 m desde el hidrante.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 1 la ΔH es:

$$\Delta H1 = 61,75 \text{ kPa} = 6,3 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$6,3 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 185 \cdot \frac{(1/900)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.1.2} = 0,037 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.1.2} = 50 \text{ mm} \quad Di_{L.1.2} = 44,0 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.1.2} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 185 \cdot \frac{(1/900)^{1,85}}{0,0440^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.1.2} = 2,8 \text{ mca} < 6,3 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{1.2}}{\gamma} = 37,3 + 0,602 \cdot 2,8 + 1 \cdot 0,5 + 0,184 + 0,092$$

$$\frac{P_{1.2}}{\gamma} = \mathbf{39,8 \text{ mca}}$$

2.3.3. Lateral subunidad 2.

Esta subunidad cuenta solamente con un lateral y carece de terciaria. En él se insertan seis aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. Éstos están dispuestos en uno de los lados largos del campo sobre el perímetro del mismo. El ángulo de giro de los mismos es de 180°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 170 m desde el hidrante.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = \mathbf{94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 170 \cdot \frac{(1/200)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.2} = 0,060 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.2} = \mathbf{75 \text{ mm}} \quad Di_{L.2} = \mathbf{66,0 \text{ mm}}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.2} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 170 \cdot \frac{(1/200)^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.2} = \mathbf{5,8 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{L.2}}{\gamma} = 49,1 + 0,709 \cdot 5,8 + 0,78 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.2}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.4. Lateral subunidad 3.

Esta subunidad es justamente la opuesta en parcela a la subunidad 2. En su lateral se insertan seis aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. Éstos están dispuestos en uno de los lados largos del campo sobre el perímetro del mismo. El ángulo de giro de los mismos es de 180°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 95 m desde el hidrante.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 95 \cdot \frac{(1/200)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.3} = 0,054 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.3} = 63 \text{ mm} \quad Di_{L.3} = 55,4 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.3} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 95 \cdot \frac{(1/200)^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.3} = 7,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{L.3}}{\gamma} = 49,1 + 0,479 \cdot 7,6 + 0,61 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.3}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.5. Lateral subunidad 4

Esta subunidad cuenta solamente con un lateral y carece de terciaria. En él se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. Éstos están dispuestos en uno de los lados cortos del campo sobre el perímetro del mismo. El ángulo de giro de los mismos es de 180°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 65 m desde el hidrante.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 65 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L,4} = 0,042 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L,4} = 50 \text{ mm} \quad Di_{L,4} = 44,0 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L,4} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 65 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,044^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L,4} = 7,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{L,4}}{\gamma} = 49,1 + 0,535 \cdot 7,6 + 0,85 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L,4}}{\gamma} = 53,9 \text{ mca}$$

2.3.6. Lateral subunidad 5.

Esta subunidad es la opuesta a la 4. En este caso si existe lateral y terciaria. En el lateral, que se alimenta por el punto medio, se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. Éstos están dispuestos en uno de los lados cortos del campo sobre el perímetro del mismo. El ángulo de giro de los mismos es de

180°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 45 m, por tanto, la longitud de cálculos al estar alimentado por el punto medio es de 22,5 m

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.4.2} = 0,026 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.5} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.5} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.5} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{1/600^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.5} = 6,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral, y en este caso de la subunidad, es:

$$\frac{P_{L.5}}{\gamma} = 49,1 + 0,533 \cdot 6,6 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.5}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.7. Lateral subunidad 6.

Esta subunidad abastece una de las dos áreas del terreno de juego. Se encuentra en el lado opuesto al cabezal del cual parte la terciaria que alimenta por el punto medio al lateral portaaspersores. En éste se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. El ángulo de giro de los mismos es de 360°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 45 m, por tanto, la longitud de cálculos al estar alimentado por el punto medio es de 22,5 m

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.6} = 0,026 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.6} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.6} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.6} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{1/600^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.6} = 6,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{L.6}}{\gamma} = 49,1 + 0,533 \cdot 6,0 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.6}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.8. Lateral subunidad 7.

La subunidad 7 es justo la opuesta a la 6, abasteciendo de agua al otro área del terreno de juego. Se encuentra en el lado del cabezal del cual parte la terciaria que alimenta por el punto medio al lateral portaaspersores. En éste se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. El ángulo de giro de los mismos es de 360°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 45 m, por tanto, la longitud de cálculos al estar alimentado por el punto medio es de 22,5 m

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.7} = 0,026 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.7} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.7} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.7} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.7} = 6,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{L.7}}{\gamma} = 49,1 + 0,533 \cdot 6,6 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.7}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.9. Lateral subunidad 8.

La subunidad 8 riega una la banda opuesta a la situación del cabezal de riego. Abastece de agua la zona interior del terreno de juego entre los aspersores perimetrales y los correspondientes al sector 9. La terciaria alimenta al lateral portaaspersores por el punto medio. En éste se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. El ángulo de giro de los mismos es de 360°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 45 m, por tanto, la longitud de cálculos al estar alimentado por el punto medio es de 22,5 m

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.8} = 0,026 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.8} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.8} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.8} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.8} = 6,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{L.8}}{\gamma} = 49,1 + 0,533 \cdot 6,6 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.8}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.10. Lateral subunidad 9.

Esta subunidad es la opuesta a la 8 regando una de las bandas entre los aspersores perimetrales de la subunidad 3 y los centrales de la 10. La terciaria alimenta al lateral por el punto medio. En éste se insertan cuatro aspersores de 3 m³/h cada uno de ellos con una presión de funcionamiento de 49,1 mca. El ángulo de giro de los mismos es de 360°. La separación entre ellos es de 15 m, coincidiendo con el marco de aspersión. La longitud total del lateral es de 45 m, por tanto, la longitud de cálculos al estar alimentado por el punto medio es de 22,5 m

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.9} = 0,026 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.9} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.8} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.9} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{(1/600)^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.9} = 6,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{L.9}}{\gamma} = 49,1 + 0,533 \cdot 6,6 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.9}}{\gamma} = 53,3 \text{ mca}$$

2.3.11. Laterales subunidad 10.

En este caso, la disposición de laterales es algo distinta. La zona central requiere de 4 laterales alimentados por el punto medio con una separación entre ellos de 15 m. Cada lateral lleva insertado 2 aspersores de 3 m³/h con un giro de 360° y una longitud total de 15 m, al estar alimentado por el punto medio la longitud de cálculos será de 7,5 m.

Los cálculos que se realizan a continuación y los resultados que se obtienen son para el lateral más alejado del cabezal. Con el fin de simplificar el dimensionado, se tomará el mismo resultado para los 4 laterales de esta subunidad.

En apartados anteriores se ha determinado la variación máxima de presión permitida en la subunidad. Para este caso, al tratarse de aspersores de tipo 2 la ΔH es:

$$\Delta H_2 = 94,26 \text{ kPa} = 9,6 \text{ mca}$$

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7,5 \cdot \frac{(1/1200)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{L.8} = 0,018 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{L.10} = 32 \text{ mm} \quad Di_{L.8} = 28 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{L.10} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7,5 \cdot \frac{(1/1200)^{1,85}}{0,028^{4,87}}$$

$$\Delta H_{L.10} = 0,6 \text{ mca} < 9,6 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{L.10}}{\gamma} = 49,1 + 1 \cdot 0,6 + 0,67 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,1$$

$$\frac{P_{L.10}}{\gamma} = 50,3 \text{ mca}$$

2.3.12. Tabla resumen laterales.

En la siguiente tabla se adjuntan los resultados obtenidos anteriormente para cada una de las subunidades. Los datos de interés de estos cálculos son el diámetro nominal (mm) de cada lateral, la presión nominal de la conducción (bar), las pérdidas de carga en ese tramo (mca) y la presión requerida al inicio del lateral (mca).

Con la pérdida de carga que se produce en el lateral se obtiene el valor de la pérdida de carga máxima permitida en la terciaria (ΔH_{P-T}) para cumplir con el objetivo de que el caudal no varíe más de 10 % en cada subunidad.

Tabla 5: Resumen de resultados para los laterales.

Subunidad	DN _L	PN _L	P _{0L} /γ	ΔH _L	(ΔH _{P-T})
1.1	40	10	39,7	4,9	-
1.2	50	10	39,8	2,8	-
2	75	10	53,3	2,8	-
3	63	10	53,3	7,6	-
4	50	10	53,9	7,6	-
5	32	10	53,3	6,6	3,0
6	32	10	53,3	6,6	3,0
7	32	10	53,3	6,6	3,0
8	32	10	53,3	6,6	3,0
9	32	10	53,3	6,6	3,0
10	32	10	50,4	0,6	9,0

2.4. Dimensionados de las terciarias.

A continuación, se procede al dimensionado de las terciarias. Recordar que no todas las subunidades requerían de terciaria. El criterio para el dimensionado va a ser análogo al seguido para los laterales. En este caso el límite va a ser la pérdida de carga máxima que pueden ocasionar las terciarias. Ésta es función de la pérdida de carga producida en los laterales, ya que la máxima que se va a poder producir va a ser la diferencia entre la total que se puede dar en la subunidad menos la ocasionada en el lateral, es decir:

$$\Delta H_T = \Delta_{sub} - \Delta H_L$$

Para poder obtener la presión requerida al inicio de la terciara se requiere de nuevo de conocer los valores de α y β que son función del número de derivaciones (n y F) y la distancia a la primera derivación (S_0) y la separación entre derivaciones (S). Los valores que se obtienen para las terciarias son los siguientes:

Tabla 6: Características y parámetros de cálculo para las terciarias.

S	L. (m)	Q. (m ³ /h)	S ₀ (m)	S (m)	r	n	F	α_T	β_T	ΔH_T	P _{0L} /γ
5	147,5	12	147,5	147,5*	1,0	2	0,650	0,75	0,65	3,0	53,3
6	132,5	12	132,5	132,5*	1,0	2	0,650	0,75	0,65	3,0	53,3
7	57,5	12	57,5	57,5*	1,0	2	0,650	0,75	0,65	3,0	53,3
8	117,5	12	117,5	117,5*	1,0	2	0,650	0,75	0,65	3,0	53,3
9	72,5	12	72,5	72,5*	1,0	2	0,650	0,75	0,65	3,0	53,3
10	117,5	24	102,5	15	6,83	8	0,428	0,747	0,67	9,0	50,4

*La distancia entre derivaciones (S) y la distancia a la primera derivación (S₀) tienen el mismo valor porque solamente existe una derivación.

De igual manera que para los laterales, se va a tener en cuenta, para estar desde el lado de la seguridad una diferencia de cotas máxima de 0,5 m por si a la hora de la colocación se diera cierto desnivel en las mismas que no se ha tenido cuenta en proyecto.

En los siguientes puntos se muestran los cálculos pertinentes para la obtención del diámetro nominal de cada terciaria y su presión nominal.

2.4.1. Terciaria subunidad 5.

El caudal que circula por esta conducción es de 12 m³/h con una longitud total de 147,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta solamente a un lateral por el punto medio situado en su punto final. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 3,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$3,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 147,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T.4.2} = 0,063 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T.5} = 75 \text{ mm} \quad Di_{T.4.2} = 66 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T.5} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 147,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T.5} = 2,4 \text{ mca} < 3,0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T.5}}{\gamma} = 53,3 + 0,65 \cdot 2,4 + 0,75 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T.5}}{\gamma} = 55,2 \text{ mca}$$

2.4.2. Terciaria subunidad 6.

El caudal que circula por esta conducción es de 12 m³/h con una longitud total de 132,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta solamente a un lateral por el punto medio situado en su punto final. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 3,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$3,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 132,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T.6} = 0,062 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T.6} = 75 \text{ mm} \quad Di_{T.6} = 66 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T.6} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 132,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T.6} = 2.1 \text{ mca} < 3.0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T.6}}{\gamma} = 53,3 + 0,65 \cdot 2,1 + 0,75 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T.6}}{\gamma} = 55,1 \text{ mca}$$

2.4.3. Terciaria subunidad 7.

El caudal que circula por esta conducción es de 12 m³/h con una longitud total de 57,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta solamente a un lateral por el punto medio situado en su punto final. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 3,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$3,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 57,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T.7} = 0,052 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T.7} = 63 \text{ mm} \quad Di_{T.7} = 55,4 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T.7} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 57,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T.7} = 2.2 \text{ mca} < 3.0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T.7}}{\gamma} = 53,3 + 0,65 \cdot 2,2 + 0,75 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T.7}}{\gamma} = 55,1 \text{ mca}$$

2.4.4. Terciaria subunidad 8.

El caudal que circula por esta conducción es de 12 m³/h con una longitud total de 117,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta solamente a un lateral por el punto medio situado en su punto final. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 3,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$3,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T,8} = 0,061m$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T,8} = 75 \text{ mm} \quad Di_{T,8} = 66,0 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T,8} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T,8} = 1,9 \text{ mca} < 3,0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T,8}}{\gamma} = 53,3 + 0,65 \cdot 1,9 + 0,75 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T,8}}{\gamma} = 54,9 \text{ mca}$$

2.4.5. Terciaria subunidad 9.

El caudal que circula por esta conducción es de 12 m³/h con una longitud total de 72,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta solamente a un lateral por el punto medio situado en su punto final. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 3,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$3,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 72,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T,9} = 0,054 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T.9} = 63 \text{ mm} \quad Di_{T.9} = 55,4 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T.9} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 72,5 \cdot \frac{(1/300)^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T.9} = 2,7 \text{ mca} < 3,0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T.9}}{\gamma} = 53,3 + 0,65 \cdot 2,7 + 0,75 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T.9}}{\gamma} = 55,4 \text{ mca}$$

2.4.6. Terciaria subunidad 10.

El caudal que circula por esta conducción es de 24 m³/h con una longitud total de 117,5 m desde el cabezal. Ésta alimenta a 4 laterales por el punto medio separados 15 m. La máxima pérdida de carga que se puede dar en esta terciaria es de 9,0 mca.

Con este valor se comprueba y haciendo uso de la ecuación de Hazen-Williams se determina el diámetro interior mínimo del siguiente modo:

$$9,0 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{(1/150)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$D_{T.10} = 0,062 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro nominal inmediato superior será:

$$DN_{T.10} = 75 \text{ mm} \quad Di_{T.10} = 66,0 \text{ mm}$$

Quedando finalmente las pérdidas de carga en este tramo del siguiente modo:

$$\Delta H_{T.10} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{(1/150)^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{T.10} = 6,8 \text{ mca} < 9,0 \text{ mca (correcto)}$$

Por tanto, la presión requerida al inicio del lateral:

$$\frac{P_{T.10}}{\gamma} = 53,3 + 0,67 \cdot 6,8 + 0,747 \cdot 0,5$$

$$\frac{P_{T.10}}{\gamma} = 58,3 \text{ mca}$$

2.4.7. Tabla resumen terciarias.

En la siguiente tabla se adjuntan los resultados obtenidos anteriormente para las terciarias de cada una de las subunidades. Los datos de interés de estos cálculos son el diámetro nominal (mm), la presión nominal de la conducción (bar), las pérdidas de carga en ese tramo (mca) y la presión requerida al inicio de la terciaria (mca).

Debido a que las terciarias llegan directamente al cabezal donde se encuentra la bomba, la presión al inicio más desfavorable junto con el caudal mayor va a ser la que determine el equipo de bombeo, en principio varias bombas en paralelo, que se instalará en para hacer funcionar el sistema de riego.

Tabla 7: Resultados para las terciarias.

Subunidad	DN _T	PN _T	P _{0T} /γ	ΔH _T
5	75	10	55,2	2,4
6	75	10	55,1	2,1
7	63	10	55,1	2,2
8	75	10	54,9	1,9
9	63	10	55,4	2,7
10	75	10	58,3	6,8

2.5. Conclusiones finales.

Todos los diámetros obtenidos bajo el criterio de que la máxima variación de caudal en cada subunidad sea de un 10 % son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8: Resultados para terciarias y laterales del sistema de aspersión.

Subunidad	DN _L (mm)	PN _L (Bar)	L. Total lateral (m)	P _{0L} /γ (mca)	DN _T (mm)	PN _T (Bar)	P _{0T} -/γ (mca)	L. total terciaria (m)
1.1	40	10	110	39,7	-	-	-	0
1.2	50	10	185	39,8	-	-	-	0
2	75	10	170	53,3	-	-	-	0
3	63	10	95	53,3	-	-	-	0
4	50	10	65	53,9	-	-	-	0
5	32	10	22,5	53,3	75	10	55,2	147,5
6	32	10	22,5	53,3	75	10	55,1	132,5
7	32	10	22,5	53,3	63	10	55,1	57,5
8	32	10	22,5	53,3	75	10	54,9	117,5

9	32	10	22,5	53,3	63	10	55,4	72,5
10	32	10	7,5	50,4	75	10	58,3	117,5

La justificación del uso de PN10 para todos ellos pese a que en ningún tramo se alcanza ninguna presión superior a 10 bares es porque, la presión nominal anterior que existe es PN6 y ésta es demasiado cercana a la presión más alta que se da en la instalación de 5,83 bar.

Con el fin de eludir problemas de roturas de tuberías por alguna sobrepresión continua que pueda desgastar el material y que los encargados de mantenimiento no detecten a tiempo, se coloca PN10 para evitar hacer reparaciones por este motivo, es decir, la decisión se toma desde el lado de la seguridad.

Al estar todas estas tuberías enterradas bajo el campo de juego, cualquier avería de este tipo supondría tener que efectuar algún tipo de obra para subsanar la avería, lo que dejaría inutilizado el campo de juego durante un periodo de tiempo considerable.

3. Colocación en zanjas.

Sobre el Plano N° 7 “Instalación de riego” se pueden consultar los detalles constructivos y cortes transversales del sistema de riego en parcela. Se adjuntan detalles de las zanjas y su relleno además de los dos tipos de aspersores utilizados.

3.1. En el interior del campo

Las tuberías se van a colocar en zanjas de 0,5 m de profundidad sobre una cama de arena de 0,05 m de 1 mm de diámetro donde apoyarán las tuberías. Sobre éstas se extenderá una capa de grava de 3 mm de diámetro con 0,13 m de profundidad. El resto hasta la superficie se rellena con el mismo material de la **capa de enraizamiento**.

En las zanjas en las que sea necesario poner más de una tubería se dejarán 3 cm de separación entre ellas como mínimo y 2 cm como mínimo de la pared de la zanja.

3.2. Zanja a la salida del cabezal.

En el En Plano N° 7 “Instalación de riego” se adjunta un detalle de la zanja de todas las tuberías a la salida de cabezal. Como se encuentran en una zona con posibles fugas por la gran cantidad de codos que existen, esta zanja no se va a cubrir con arenas o gravas, sino que, para un mejor y rápido acceso en caso de necesidad, se van a cubrir con placas alveolares de hormigón prefabricado quedando la parte superior de la losa a la altura de la calle. A esta se le añade una cobertura de 5 cm de hormigón con armadura a negativos para evitar la retracción. Con esta solución la zanja queda accesible y pisable para el público asistente.

Las características técnicas de las placas son las siguientes:

Tabla 9: Características técnicas placas alveolares 25+5.

Material	Espesor (m)	Nombre	f_{ik} (N/mm ²)	γ_i
Hormigón losa	0,25	HP-45/S/12/2a	45	1,50
Hormigón vertido	0,05	HA-30/P/12/IIIa	30	1,50
Acero pretensado	-	Y-1860-C / Y-1860-S7	1581/1636	1,15
Armadura negativos	-	B-500-S	500	1,15

Estas placas tienen un ancho constante de 1,20 m y su longitud se demanda a fabrica. En este caso, la longitud requerida por las mismas es de 2,10 m y se requerirá de un total de 2 placas iguales para cubrir toda la zanja.

Bajo las conducciones se colocará una capa de arena de 1 mm de diámetro con un espesor de 5 cm. Para las conducciones se utilizarán codos de los diámetros requeridos de PE.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 10

Cálculo del depósito de almacenamiento

Índice Anejo 10

1.	Introducción.	7
2.	Datos de partida.....	7
2.1.	Dimensiones del depósito.	7
2.2.	Ubicación en parcela.	9
2.3.	Cargas a soportar.....	9
2.4.	Predimensionado del depósito.....	10
2.5.	Materiales constructivos a utilizar.	10
3.	Cálculos, consideraciones y comprobaciones.....	12
3.1.	Cargas a soportar por las paredes.....	12
3.1.1.	Presión hidrostática.	12
3.1.2.	Empuje de tierras.	13
3.2.	Determinación de esfuerzos y deformaciones.	13
3.2.1.	Hipótesis de carga.....	13
3.2.2.	Cálculo de momentos, cortantes y flechas.	14
3.2.3.	Resultados de esfuerzos y flechas para cada carga.....	16
3.2.4.	Cálculo de axiles.....	17
3.2.5.	Comprobación del esfuerzo cortante ($V_{m\acute{a}x}$).	17
3.3.	Determinación de la armadura necesaria y condiciones.	18
3.3.1.	Hipótesis de fisuración.....	19
3.3.2.	Determinación de la armadura vertical necesaria en el empotramiento para paredes. 19	

3.3.3. Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en el empotramiento.	21
3.3.4. Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en la pared. 21	
3.3.5. Armadura horizontal resultante para las paredes.	21
3.3.6. Armadura inferior de la solera.....	22
3.3.7. Armadura superior de la solera.....	23
3.4. Resumen de resultados para las armaduras.....	24
4. Cubierta del depósito.	25
4.1. Acciones a soportar por el forjado.	25
4.2. Estados límites últimos.....	25
4.3. Cálculos.....	26
4.3.1. Acciones.....	27
4.3.2. Canto mínimo del forjado.....	27
4.3.3. Momento máximo en el vano.....	28
4.3.4. Zunchos de atado.....	29
4.3.5. Resultado del forjado.....	29
5. Comprobación a de los muros del depósito con la cubierta.	29
6. Paso de hombre para acceso al depósito.	30
7. Recepción de aguas pluviales.	31
8. Cálculo del aliviadero.	31
9. Movimiento de tierras.....	31
10. Resultado Final.....	31

Índice de tablas

Tabla 1: Dimensiones interiores del depósito.....	9
Tabla 2: Características técnicas del hormigón a utilizar para la arqueta.	11
Tabla 3: Características del acero a utilizar para el armado.	11
Tabla 4: Valores de α para la relación altura/base. (Jiménez – Montoya, 2010).	15
Tabla 5: Resultados de Momentos, cortantes y flechas para los lados a y b debidas al empuje hidrostático. (Elaboración propia).	16
Tabla 6: Resultados de Momentos, cortantes y flechas para los lados a y b debidas al empuje de tierras. (Elaboración propia).....	17
Tabla 7: Valores de β_p y β_f para el armado de los lados a y b. (Jiménez - Montoya, 2010).	17
Tabla 8: Resultado de los axiles en paredes y fondo.	17
Tabla 9: Separación entre armaduras para distintos valores de K y distintos diámetros de armadura para B-400-S. (Jiménez - Montoya, 2010).	19
Tabla 10: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límites Últimos.	25
Tabla 11: Características de las placas alveolares.	27
Tabla 12: Acciones de cálculo consideradas para el forjado.....	27
Tabla 13: Características técnicas de muros y solera.	32
Tabla 14: Características de las placas alveolares.	32

1. Introducción.

El agua para el riego en este proyecto se podría tomar directamente desde la red de baja de agua no potable y simplemente aplicar un bombeo en parcela para llevarla hasta el terreno de juego con la presión requerida. Con el fin de simplificar el manejo del riego, su sectorización y poder aprovechar las aguas pluviales que caigan sobre la parcela, se plantea el diseño de un depósito de hormigón armado subterráneo.

El diseño de este depósito tendrá, como principal objetivo, el almacenamiento de las aguas pluviales que caigan sobre la parcela de la instalación deportiva. Esto le otorga al proyecto un valor añadido en su sostenibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos de la zona. Además, también cabrá la posibilidad de, en las épocas donde no existan precipitaciones, poder llenar el depósito para la regulación del riego desde la red de baja de agua no potable para un periodo de tiempo determinado.

Durante el año existirán periodos en los que no será necesario recurrir al llenado del depósito para el riego. Simplemente con el almacenamiento de las aguas pluviales será más que suficiente para abastecer las necesidades hídricas del terreno de juego.

Una vez justificada su presencia en la instalación, se harán los cálculos necesarios para definir el volumen de almacenamiento con el que debe contar. Éste vendrá determinado por el volumen de agua que se podrá almacenar en la época en la que existan precipitaciones en la zona. Queda a criterio del ingeniero decidir el volumen del mismo. Siendo una zona donde la precipitación anual no supera los 400 mm, no se dimensionará un depósito de grandes magnitudes, pues no se aprovecharía su volumen.

Por otro lado, el depósito debe ser capaz de almacenar agua para el riego tomada de la red de agua no potable para un periodo de días definido en la temporada de máximas necesidades.

Una vez decidido el volumen, se procederá a los cálculos de ingeniería civil y se expondrá la solución adoptada en cuanto a materiales y dimensiones.

2. Datos de partida.

Se adjuntan a continuación, separados en distintos puntos, los datos de partida requeridos para el dimensionado del depósito.

2.1. Dimensiones del depósito.

Para obtener el volumen necesario del depósito para almacenar las aguas pluviales, se va a tener en cuenta el régimen mensual de precipitaciones en el mes que de mayor

pluviometría. En este caso, si se consulta el Anejo 3 “Estudio climatológico”, se pueden obtener los datos de pluviometrías de todos los meses.

De esos datos se obtiene que el mes con máxima pluviometría es septiembre, donde existe una media de precipitaciones en los últimos 15 años de 53,6 mm/mes. Teniendo en cuenta este volumen de precipitación mensual, se va a decidir cuál va a ser la capacidad de almacenamiento de aguas pluviales que va a tener el recinto.

Para ello, se puede hacer un balance entre las necesidades de riego de ese mes y la pluviometría. Como en el valor de las necesidades de riego ya está contemplada la precipitación efectiva de ese mes, la precipitación del mismo se podría almacenar completamente. Por tanto, como cálculo estimativo:

$$V_{m\acute{a}x} = 53,6 \text{ mm} \cdot 17820 \text{ m}^2 = 955,1 \text{ m}^3$$

Este volumen correspondería a si la instalación fuera capaz de almacenar el 100 % de la pluviometría que cae sobre la parcela y no existiera ninguna salida de agua del depósito en todo el mes, cosa que no es así porque en octubre se requiere de ciertos riegos para cubrir las necesidades hídricas. Los riegos del mes de octubre alcanzan un volumen de 570 m³ para cubrir las necesidades hídricas. Por ello, si se hace un balance de entradas y salidas queda:

$$\text{Balance dep\acute{o}sito} = 955,1 \text{ m}^3 - 570 \text{ m}^3 = 385 \text{ m}^3$$

Este valor sería la acumulación que se produciría en el mes de septiembre. Por tanto, como el 100 % del agua que caiga sobre el recinto no va a ir a la red de drenaje ya que cierta se evaporará o se perderá por otros medios, se decide que el volumen final del depósito sea de:

$$V_{\text{Dep\acute{o}sito}} = 350 \text{ m}^3$$

Con este volumen, se podría almacenar suficiente agua de lluvia como para cubrir las necesidades hídricas del campo de fútbol durante 18 días del mes de septiembre sin necesidades de captar agua de la red.

Además, en el mes de máximas necesidades, julio, donde no existen apenas precipitaciones, se podría llenar completo el depósito y tener agua almacenada para cubrir las necesidades hídricas durante 9 días completo. Esto da un manejo más cómodo de la instalación y evita problemas para el riego como los posibles cortes de suministro que puedan ocurrir en esa época.

Por último, una vez conocido el volumen total que tendrá el depósito es el momento de decir sus dimensiones. Como condición se pone que la altura no sea excesiva para que cuando vaya descendiendo la lámina libre en el depósito, esto afecte lo mínimo a la

diferencia de presiones y, por tanto, a la uniformidad de riego. Por ello, la profundidad del mismo será de 4,5 m, dejando 0,5 m de resguardo.

Las dimensiones interiores que conformarán el volumen citado son:

Tabla 1: Dimensiones interiores del depósito.

Dimensión	Valor (m)
Lado (a)	9,4
Lado (b)	9,4
Altura (h)	4,5

2.2. Ubicación en parcela.

El depósito estará situado en la esquina sur-este de la parcela ya que, se pretende colocar encima el cabezal de riego y la arqueta con el grupo de bombeo para que se sitúen lo más cerca posible del terreno de juego. La parte superior del forjado del depósito quedará a cota de la parcela ($z = 0$ m).

2.3. Cargas a soportar.

Al ser agua dulce lo que se va a recoger en el depósito, para calcular el empuje hidrostático que ejercerá esta sobre las paredes se considera una densidad del fluido de:

$$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Se toma un resguardo del depósito de 0,5 m, pero para cálculos, con el fin de estar desde el lado de la seguridad, se tomará la altura completa del depósito por si en algún momento se llegará al 100 % de su capacidad.

Respecto al terreno, estará en contacto con las paredes por la cara exterior y con la solera por lo que se debe conocer su densidad para calcular el empuje producido. Del estudio geológico que se hizo en una parcela anexa se sabe que el tipo de suelo que esta entre la cota cero y los 3 metros de profundidad son limos y arena de grano fino. Con este dato a partir de una publicación del USDA sobre la relación entre la textura de un suelo y su densidad aparente se puede obtener una estimación.

Para suelos franco-arenosos como este se considera una densidad aparente (ρ_r) de 1500-1600 kg/m³ con una porosidad (ϵ) de 43-45 %. Para la estimación tomamos la porosidad de 45 % y una densidad aparente de 1600 kg/m³. Con estos datos se estima la densidad real del siguiente modo:

$$\varepsilon (\%) = \frac{\rho_r - \rho_a}{\rho_a} \cdot 100$$

$$45 = \frac{\rho_r - 1600}{1600} \cdot 100$$

Por lo que se obtiene un valor de ρ_r :

$$\rho_r = 2320 \text{ kg/m}^3$$

2.4. Predimensionado del depósito.

Para poder comenzar con el dimensionado es necesario hacer un predimensionado de los espesores de las paredes y la solera. Consultado el libro "Hormigón Armado de Jiménez Montoya" se obtiene una aproximación para depósitos rectangulares de menos de 6 m de profundidad. Habla de que existe una relación entre el espesor (e) y la profundidad (h) que se puede establecer en 0,1, siendo siempre el resultado del espesor mayor a 0,2 m, por ello:

$$e (m) / h (m) = 0,1 = e (m) / 4,5 (m)$$

Para el caso de este depósito se obtiene, como predimensionado, un espesor para las paredes y solera de:

$$e = 0,45 \text{ m}$$

El espesor de la solera (e') se dimensiona del mismo modo, pero siempre conociendo que el este debe ser mayor o igual que el de las paredes. Por tanto:

$$e' \geq e$$

En el caso de este proyecto, se empieza tomando un valor de espesor de la solera igual al de las paredes. En el caso de que no se obtenga un resultado favorable este se mayorará. Por tanto:

$$e' = 0,45 \text{ m}$$

Con todos estos datos es posible comenzar a comprobar si el espesor seleccionado es suficiente para los esfuerzos que van a generar tanto el empuje de tierras como el del agua.

2.5. Materiales constructivos a utilizar.

Tanto para las paredes del depósito como para la solera se utilizará un tipo de hormigón con las siguientes características técnicas:

Tabla 2: Características técnicas del hormigón a utilizar para la arqueta.

Parámetro	Valor
Nombre	HA-30/B/20/I
f_{ck}	30 N/mm ²
γ_c	1,5
f_{cd}	20 N/mm ²
E	120.000 kg/cm ²

Para la armadura del hormigón se utilizarán distintos diámetros de barras de acero del tipo:

Tabla 3: Características del acero a utilizar para el armado.

Parámetro	Valor
Nombre	Acero B-400-S
f_{ck}	400 N/mm ²
γ_c	1,15
f_{cd}	347,8 N/mm ²

A la hora del armado del hormigón se dejará un recubrimiento libre (d) de **0,05 m**, siendo este la distancia entre la primera barra de acero y el lado de la pared. El recubrimiento mecánico (d') se tomará el correspondiente en cada caso ya que es función del diámetro de cada barra de acero que se coloque, siendo este la distancia entre el centro de cada barra de acero al extremo de la pared.

Para la cubierta se van a utilizar placas alveolares prefabricadas con las siguientes características técnicas:

Hormigón	Valor	Acero	Valor
Nombre	HP-45/P/12/IIa	Nombre	Y-1860-S7-I
f_{ck}	45 N/mm ²	f_{ck}	1654 N/mm ²
γ_c	1,4	γ_c	1,1
f_{cd}	39,1 N/mm ²	f_{cd}	1503 N/mm ²

El hormigón de cubierta y el acero de negativos tiene las siguientes características técnicas:

Parámetro	Valor	Acero	Valor
Nombre	HA-25/B/16/IIa	Nombre	B-500-S
f_{ck}	25 N/mm ²	f_{ck}	500 N/mm ²
γ_c	1,50	γ_c	1,15
f_{cd}	16,7 N/mm ²	f_{cd}	434 N/mm ²

3. Cálculos, consideraciones y comprobaciones.

A continuación, se realizan todos los cálculos pertinentes con el fin de comprobar si el espesor del predimensionado es suficiente, excesivo o correcto y calcular la cantidad de armadura que requiere el depósito en cada una de sus paredes y solera.

3.1. Cargas a soportar por las paredes.

En primer lugar, es necesario considerar que cargas van a ser las que provoquen los esfuerzos a soportar por la infraestructura del depósito. En este caso los elementos que están en contacto con el depósito serán, por un lado, las tierras anexas a él por el exterior y por otro, el agua que albergue en su interior.

A continuación, se muestra el cálculo de estas dos cargas y los valores a tomar en cada caso. Para estar desde el lado de la seguridad, se va a considerar que en algún momento en el que el sistema de desagüe pueda no funcionar correctamente, los 0,5 m correspondientes al resguardo puedan llenarse de agua, por lo que la altura de cálculo para la presión hidrostática será de 4,5 m.

3.1.1. Presión hidrostática.

La presión hidrostática que tendrá lugar en las 4 paredes del depósito vendrá determinada por la máxima altura de agua que pueda albergar el mismo y por el peso específico de la misma. Su cálculo es:

$$q_1 = \delta \cdot h$$

Donde:

- δ es el peso específico del agua: 9810 N/m³
- h es la altura de agua del depósito (m)

Por tanto, el valor que se utilizará para cálculos considerando, desde el lado de la seguridad, que el resguardo en algún momento se podría llenar por algún fallo del sistema de evacuación de aguas, será:

$$q_1 = 9810 \text{ N/m}^3 \cdot 4,5 \text{ m} = 44.145 \text{ N/m}^2$$

3.1.2. Empuje de tierras.

El depósito se encuentra completamente enterrado por lo que las tierras que lo envuelven van a crear una presión similar a la del fluido del interior en las paredes. Se determina el máximo empuje de tierras en las paredes del depósito del siguiente modo:

$$q_2 = 1/3 \cdot h \cdot \delta_t$$

Donde:

- δ_t es el peso específico de las tierras: 22.760 N/m³
- h es la altura de tierras sobre el muro (m)

Por tanto, el valor que se utilizará para los cálculos posteriores de los esfuerzos a soportar será el correspondiente a considerar el depósito completamente enterrado, es decir, con una altura de tierras a su alrededor de 4,5 m. El cálculo es:

$$q_2 = 1/3 \cdot 4,5 \text{ m} \cdot 22.760 \text{ N/m}^3 = 34.140 \text{ N/m}^2$$

3.2. Determinación de esfuerzos y deformaciones.

Las acciones que se han considerado para este depósito son los empujes de tierras, la presión hidrostática.

**Posteriormente, una vez queden claras las dimensiones exteriores del depósito, éste se cubrirá con un forjado, el cual tendrá un peso característico que habrá que comprobar si resiste el espesor definido de las paredes, hasta entonces no es posible hacer este cálculo debido a que no se puede saber que longitud tendrá dicho forjado.*

En los depósitos enterrados las hipótesis de carga que deben considerarse son: empuje de tierras con el depósito vacío, presión hidrostática del agua sin considerar el empuje de tierras, y otras sobrecargas con el depósito vacío.

A continuación, se exponen las consideraciones particulares para cada hipótesis y la repercusión que tendrán en los cálculos posteriores.

3.2.1. Hipótesis de carga.

Empuje de tierras con depósito vacío: Se determinan los esfuerzos que aparecen en las paredes, debidos al empuje del terreno. Si el depósito tiene cubierta, como es este caso, ésta podrá coartar el movimiento de la coronación del muro y trasladarlo hasta un punto fijo, entonces se considerará que actúa el empuje al reposo, algo mayor que el activo.

Según se construya el conjunto pared-losa de fondo, la respuesta del terreno del fondo debe tenerse en cuenta. En este caso, al tratarse de un depósito monolítico (de una sola pieza), el terreno debe introducirse como si fuese un muelle, es decir, como si se tratase de una placa apoyada en un medio elástico, por tanto, hay que modelizar el terreno mediante un coeficiente de balasto.

Presión hidrostática sin empuje de tierras: Se determinarán los esfuerzos de las paredes exteriores del depósito bajo la acción de la carga hidrostática, sin considerar los empujes del terreno. Para las acciones sobre la solera son aplicables las observaciones hechas en el punto anterior. En el caso de que el nivel freático se encuentre por encima de la solera, a las presiones de terreno habrá que sumarles la subpresión añadida por ésta.

Para este proyecto, no se considera que la capa freática se encuentre por encima de la solera ya que se desconoce la altura a la que se encuentra.

Otras sobrecargas: en un caso como este donde el depósito está enterrado e consideran también las acciones de otras sobrecargas que de forma eventual puedan existir. Se efectuará un estudio posteriormente sobre las acciones que puedan tener relevancia en el dimensionado.

3.2.2. Cálculo de momentos, cortantes y flechas.

El cálculo riguroso de los esfuerzos correspondientes a los depósitos de planta rectangular es un tema difícil de abordar. En la práctica se emplean métodos simplificados de cálculo, tal y como se va a hacer en este proyecto.

Las paredes de los depósitos se calculan como placas rectangulares sometida a cargas triangulares, con la sustentación que corresponda al diseño. Será necesario determinar las leyes de momentos flectores y las reacciones en los apoyos.

Los esfuerzos de la solera son más complejos de determinar, por influir de manera notoria la naturaleza de suelo. Es necesario efectuar las hipótesis de carga con depósito lleno y vacío.

Una vez determinados los esfuerzos de las distintas placas, se procede a la obtención de las armaduras. Para simplificar los cálculos van a determinarse, independientemente, las armaduras de flexión y de tracción, sumándose las secciones correspondientes a cada una. En el caso de este proyecto la armadura se va a determinar por criterios de fisuración. Ésta resulta, con frecuencia, mayor que la obtenida por consideraciones resistentes.

Con los datos obtenidos de las cargas provocadas por las tierras y el agua del interior, se determinan los esfuerzos y flechas que provocarán estas en las paredes y solera del depósito.

Los esfuerzos más relevantes que van a determinar el espesor final de las paredes y la solera con los distintos tipos de momento que aparezcan (M) y los cortantes (V). Por otro lado, se calcularán también las flechas (f) que se dan en cada caso.

En este caso, el depósito se dimensiona considerando que las paredes y la solera son placas completamente empotradas con el borde superior de las paredes libre. Debido a las dificultades que plantea el cálculo de placas, se toman de bibliografía los correspondientes valores que corrigen el cálculo (α) de cada esfuerzo tal y como se indica a continuación.

Tabla 4: Valores de α para la relación altura/base. (Jiménez – Montoya, 2010).

Esfuerzos y flechas	Valores de α para h/a (o h/b)							
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
M (ve)	0.137	0.115	0.092	0.073	0.057	0.046	0.039	0.035
M (vm)	-0.009	0.003	0.008	0.012	0.013	0.013	0.011	0.01
M (he)	0.06	0.054	0.05	0.046	0.042	0.038	0.034	0.03
M (hm)	0.027	0.03	0.028	0.023	0.019	0.017	0.015	0.013
V máx	0.47	0.45	0.43	0.415	0.375	0.34	0.32	0.295
f máx	0.246	0.137	0.083	0.052	0.03	0.02	0.014	0.01

En este caso, la relación h/a es igual para una pared que para otra ya que tiene las mismas dimensiones, se trata de un depósito cuadrado. El valor de h/a que se tomará es:

$$h/a = 0,48 \approx 0,5$$

Los distintos momentos que aparecerán se calculan del siguiente modo:

$$M_i = \alpha \cdot q_i \cdot h^2$$

Donde:

- α : factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)

Existen distintos tipos de momentos debido a que las flexiones que se produzcan las resistirá la armadura de acero de cada pared. Por ello, se colocarán armaduras en distintos lugares del muro en función de los momentos que se obtengan. Los momentos que se van a calcular para el dimensionado de las paredes son los siguientes.

- M (ve): Momento para la armadura vertical en el empotramiento.
- M (vm): Momento para la armadura vertical máximo en el vano.
- M (he): Momento para la armadura horizontal en el empotramiento.

- M (hm): Momento para la armadura horizontal en el empotramiento.

Todos ellos se calculan de igual manera que se ha explicado anteriormente.

Para los cortantes, se calculará el cortante máximo que se produce en toda la pared del depósito. El cálculo es:

$$V = \alpha \cdot q \cdot h$$

Donde:

- α : factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)

En el caso de las deformaciones (f), éstas se calculan a partir de la siguiente ecuación:

$$Flecha \rightarrow f = \frac{\alpha \cdot q \cdot h^4}{E \cdot e^3}$$

Donde:

- α : Factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : Carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : Altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)
- E: Modulo de elasticidad del hormigón (kg/m²)
- e: Espesor del muro (m)

3.2.3. Resultados de esfuerzos y flechas para cada carga.

En este punto se exponen los resultados de los cálculos anteriores resumidos en tablas para cada una de las cargas que se han tenido en cuenta.

En primer lugar, los esfuerzos que se obtienen provocados por la **presión hidrostática** del agua en el interior son:

Tabla 5: Resultados de Momentos, cortantes y flechas para los lados a y b debidas al empuje hidrostático. (Elaboración propia).

	h/a	M(ve) (N·m/ml)	M(vm) (N·m/ml)	M(he) (N·m/ml)	M(hm) (N·m/ml)	V max (N)	f max (m)
Pared (a x h)	0,5	82.242	7.152	44.697	25.031	85.421	0,014

Se procede del mismo modo para obtener los esfuerzos provocados por el **empuje de tierras**:

Tabla 6: Resultados de Momentos, cortantes y flechas para los lados a y b debidas al empuje de tierras. (Elaboración propia).

	h/a o ha/b	M(ve) (N·m/ml)	M(vm) (N·m/ml)	M(he) (N·m/ml)	M(hm) (N·m/ml)	V max (N)	f max (m)
Pared (a x h)	05	63.603	5.531	34.567	19.358	66.061	0.011

3.2.4. Cálculo de axiles.

La armadura también debe estar dimensionada para provocar las tracciones que se originan en las paredes y la solera del depósito debido a la **presión hidrostática** que se produce en las paredes perpendiculares.

La presión hidrostática se distribuye entre las dos paredes enfrentadas (N_{ap}) y el fondo (N_{af}) según los porcentajes obtenidos de bibliografía que se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Valores de β_p y β_f para el armado de los lados a y b. (Jiménez - Montoya, 2010).

Armadura paralela a lado "a"								
h/a	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Fondo β_f	0.8	0.8	0.6	0.54	0.48	0.45	0.42	0.4
Pared β_p	0.1	0.15	0.2	0.23	0.26	0.275	0.29	0.3

En este apartado se determinan para las 4 paredes (a) y el fondo (f) el esfuerzo total (N_a), el esfuerzo de pared (N_{ap}) y el esfuerzo en el fondo (N_{af}). El cálculo para cada uno de ellos se lleva a cabo del siguiente modo:

$$N_a = \frac{a \cdot h^2 \cdot \delta}{2} \quad N_{ap} = \frac{\beta_p \cdot a \cdot h^2 \cdot \delta}{2} \quad N_{af} = \frac{\beta_f \cdot a \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$$

Los resultados que se obtienen para as paredes y la solera en cada caso son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 8: Resultado de los axiles en paredes y fondo.

	h/a	N_a (N·m/ml)	N_{ap} (N·m/ml)	N_{af} (N·m/ml)
Armadura Pared	0,5	933.667	186.734	560.201

3.2.5. Comprobación del esfuerzo cortante ($V_{m\acute{a}x}$).

En este punto se va a comprobar si el esfuerzo cortante obtenido anteriormente se puede dar con el espesor de hormigón y las características del acero que se han tomado en este proyecto.

De forma general, las paredes de los depósitos se dimensionan sin armadura horizontal. La comprobación se efectúa, de acuerdo con la Instrucción Española, mediante la condición para elementos superficiales sin armadura transversal donde el valor mínimo de cortante debe ser:

$$V_{cu} = \frac{0.075}{\gamma_c} \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d'}} \right)^{1.5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot d' \quad (N/m)$$

Donde:

- d' : es el recubrimiento mecánico en mm.
- f_{ck} : resistencia característica del hormigón (N/mm²)
- γ_c es el coeficiente de ponderación (1,5)

Para el recubrimiento mecánico, d' , se toman barras de acero de 25 Φ (más desfavorable que se espera dadas las dimensiones del depósito) para el primer cálculo y un recubrimiento. Por tanto, el recubrimiento queda:

$$d' = a - d - \Phi/2 = 450 - 50 - 25/2 = 387,5 \text{ mm}$$

$$V_{cu} = \frac{0,075}{1.5} \left(1 + \sqrt{\frac{200}{387,5}} \right)^{1.5} \cdot \sqrt{30} \cdot 387,5 = 239.054 \text{ (N/ml)}$$

Ahora, se compara este valor con el del cortante máximo obtenido anteriormente, que tiene un valor de:

$$V_{max} = 85.421 \text{ (N/ml)}$$

Por lo que la relación entre estos dos valores queda:

$$\gamma_f = \frac{239.054}{85.421} = 2,79 > 1 \quad \text{Correcto}$$

3.3. Determinación de la armadura necesaria y condiciones.

En este apartado se determina la cantidad de armadura necesaria y su colocación en las paredes. Como ya se comprobó que la relación de espesor para el hormigón es correcta,

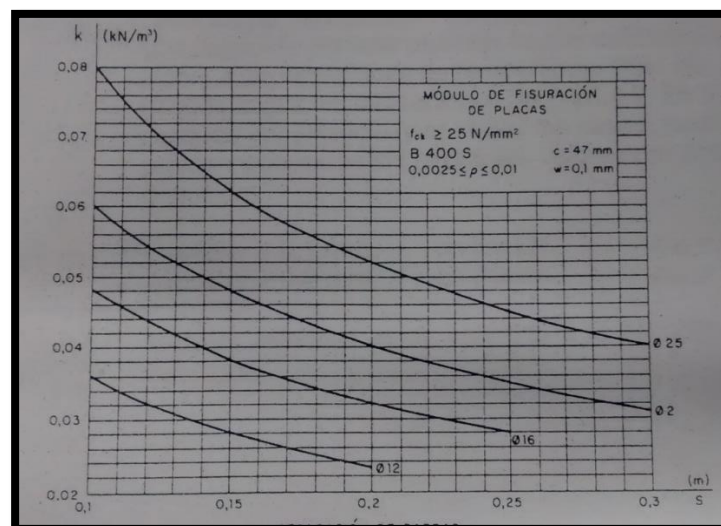
en este apartado, la armadura servirá para evitar que el hormigón se agriete y existan fugas de agua por las grietas. Por ello, en primer lugar, se debe plantear una hipótesis de fisuración previa al dimensionado de la armadura.

3.3.1. Hipótesis de fisuración.

Al ser un recinto donde se van a almacenar fluidos, una de las condiciones que se han de poner para su dimensionado es que las fisuras que se produzcan sean de un tamaño menor a uno supuesto.

Para obtener un valor supuesto de ancho de fisura se va a poner como condición garantizar un flujo nulo de agua. Relaciones de origen experimental que figuran en la siguiente gráfica sirven para esta obtener resultados sobre esta hipótesis.

Tabla 9: Separación entre armaduras para distintos valores de K y distintos diámetros de armadura para B-400-S. (Jiménez - Montoya, 2010).



En este caso, de la relación h/e resulta un valor de 10, por lo que se toma como condición un **ancho de fisura máximo de 0.1 mm**.

Para el cálculo de la armadura que permita obtener esta condición de flujo nulo con fisuras menores a 0,1 mm, se tendrán que colocar los siguientes tipos de armaduras:

- Armadura de flexión. Se determina en función de la anchura máxima admitida para la fisura.
- Armadura de tracción simple. Adoptando un valor muy bajo para la tensión admisible del acero.

3.3.2. Determinación de la armadura vertical necesaria en el empotramiento para paredes.

- **Para la pared de dimensiones a x h**

Se va a realizar estos cálculos a partir de los momentos obtenidos de la carga correspondiente a la presión hidrostática.

Se comienza por determinar el módulo de fisuración (k) a partir de la siguiente ecuación

$$k = \frac{0.75 \cdot m(ve)}{(1.39 - e) \cdot e^2 \cdot 10^4}$$

Donde:

- m(ve): Momento unitario de servicio en kN·m/ml
- e: espesor de la pared en m.

$$k = \frac{0.75 \cdot 82,3}{(1.39 - 0.45) \cdot 0.45^2 \cdot 10^4} = 0,032$$

Entrando en la *ilustración 1* con el valor de k anterior y la curva correspondiente a la armadura 12 Φ de B-400-S, resulta una **separación entre barras de 0,12 m**.

- En este caso $d' = 450 - 50 - 12/2 = 394$ mm

Por tanto, el área de armadura necesaria en esta pared será:

$$A = \frac{100 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0.6^2 = 9,42 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

La sección se ha de comprobar a rotura del siguiente modo:

$$\omega = \frac{A \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{942 \cdot 400 / 1.15}{9400 \cdot 394 \cdot 30 / 1.5} = 0.0044$$

$$\mu = \omega(1 - 0.52 \cdot \omega) = 0.0044$$

$$m_u = \mu \cdot a \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.0044 \cdot 9400 \cdot 394^2 \cdot 30 / 1.5 = 128.411 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{ml}$$

$$\gamma_f = \frac{m_u}{m} = \frac{128.411}{82.242} = 1.56 \text{ Correcto}$$

Por tanto, el área necesaria para cada pared de dimensiones a x h es **9,42 cm²/ml**.

- **Para la solera de dimensiones a x a**

En la solera se colocan armaduras para vencer los axiles perpendiculares a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Para un valor de $h/a = 0,5$ resulta $\beta_f = 0,6$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,6 \cdot 4,5^2 (m^2) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3} \right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2} \right)} = 0,000596 m^2$$

$$A_{af} = 5,96 \text{ cm}^2$$

3.3.3. Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en el empotramiento.

Para este cálculo se debe utilizar el momento correspondiente a esta sección, que en este caso es M_{he} provocado por la presión hidrostática. Se calcula la constante de fisuración para la armadura horizontal:

$$m_{he} = 44.967 \text{ N/m}^2$$

$$k = \frac{0.75 \cdot 44,967}{(1.39 - 0.45) \cdot 0.45^2 \cdot 10^4} = 0,018$$

En la *ilustración 1* no se obtiene valores de separación para 12Φ , por lo que cualquier valor de separación de los mismos será suficiente. Por tanto, se decide colocar 12Φ de B-400-S de **0,1 m**. Por tanto, el área mínima de armadura:

$$A_{min} = \frac{100 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0,6^2 = 11,31 \text{ cm}^2/ml$$

3.3.4. Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en la pared.

Estas armaduras se calculan con una tensión del acero baja, $\sigma_{s, adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, y pueden disponerse distribuidas, la mitad en cada cara de la placa.

Para las paredes de dimensiones $a \times h$ que tienen una relación $h/a = 0,5$ con el valor mencionado del acero, se obtiene un área necesaria:

$$A_{ap} = \frac{\beta_p \cdot a \cdot h \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,2 \cdot 9,4 (m) \cdot 4,5 (m) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3} \right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2} \right)} = 4,15 \cdot 10^{-4} m^2/ml$$

$$A_{ap} = 4,15 \text{ cm}^2/ml$$

3.3.5. Armadura horizontal resultante para las paredes.

La armadura horizontal necesaria es la suma de la que se coloca en el empotramiento más la que se coloca debida al empuje hidrostático en la pared, por ello, queda del siguiente modo:

Pared a x h

$$A_{ah} = 9,42 + \frac{4,15}{2} = 11,5 \text{ cm}^2/ml$$

3.3.6. Armadura inferior de la solera.

En este punto se determina la armadura requerida en la solera. Se dimensiona por separado la armadura superior y la inferior ya que en cada una se plantea una hipótesis distinta. Los cálculos aparecen en los siguientes apartados.

Las armaduras inferiores de la solera se determinan suponiendo el depósito vacío en función del peso unitario de la pared.

Se toma como peso “p” para el hormigón HA-30 un valor de 77 kN/ml. El cálculo de la armadura se determina del siguiente modo:

- Armadura paralela a las paredes “a x h” por flexión.

Las armaduras inferiores de la solera se determinan suponiendo el **depósito vacío** en función del peso unitario de la pared. En primer lugar, se determina el momento máximo que se producirá en la solera a partir de la siguiente expresión:

$$m_{ae} = 0.1 \cdot p \cdot (a + b) = 0.1 \cdot 77 \cdot (9,4 + 9,4) = 144,8 \text{ kN} \cdot \text{m}/ml$$

Se determina el coeficiente de fisuración *k* a partir del momento anterior:

$$k = \frac{0.75 \cdot 144,8}{(1.39 - 0,45) \cdot 0,45^2 \cdot 10^4} = 0,057$$

Entrando en la *ilustración 1* con este valor de *k* para B-400-S se obtiene un resultado, tal que se colocarán barras de acero 25 Φ de B-400-S con una separación de 0,17 m.

Por lo que el área mínima queda para la armadura paralela a “a”:

$$A_{min} = \frac{100 \text{ cm}}{17 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 1,25^2 = 28,88 \text{ cm}^2/ml$$

- Armadura paralela a las paredes “a x h” por tracción.

En la solera se colocan armaduras para vencer los axiles perpendiculares a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Entrando en tablas con $h/a = 0,5$ resulta $\beta_f = 0,6$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100$ N/mm², se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,6 \cdot 4,5^2 (m^2) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3} \right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2} \right)} = 5,96 \cdot 10^4 m^2$$

$$A_{af} = 5,96 cm^2$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" resultante.

La armadura total que se colocará en la parte inferior de la solera de manera paralela a las paredes "a x h" será la siguiente:

$$A_a = 28,88 + \frac{5,96}{2} = 31,86 cm^2/ml$$

3.3.7. Armadura superior de la solera.

Las armaduras superiores de la solera se determinan a partir de los momentos de empotramiento de los arranques de las paredes (m_{ve}) correspondientes, considerando el **depósito lleno**.

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por flexión.

Las armaduras superiores de la solera se determinan suponiendo el **depósito lleno** en función del peso unitario de la pared, por tanto, el valor del momento a utilizar para el cálculo es $M(ve)$

$$m_{ve} = 82.242 N/m^2$$

Se determina el coeficiente de fisuración k a partir del momento anterior:

$$k = \frac{0,75 \cdot 82,242}{(1,39 - 0,45) \cdot 0,45^2 \cdot 10^4} = 0,032$$

Entrando en la *ilustración 1* con este valor de k para B-400-S se obtiene que utilizando acero de 12 Φ de B-400-S con una separación de 0,12 m.

Por lo que el área mínima queda para la armadura paralela a "a":

$$A_{min} = \frac{100 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0,6^2 = 9,42 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por tracción.

En la solera se colocan armaduras en la parte superior para vencer los axiles perpendiculares a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Entrando en la tabla 4 con $h/b = 0.5$ resulta $\beta_f = 0.6$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,6 \cdot 4,5^2 (m^2) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3}\right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2}\right)} = 5,96 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{af} = 5,96 \text{ cm}^2$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" resultante.

La armadura total que se colocará en la parte superior de la solera de forma paralela a las paredes "a x h" será la siguiente:

$$A_a = 9,42 + \frac{5,96}{2} = 12,4 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

3.4. Resumen de resultados para las armaduras.

Los resultados que se han obtenidos de los cálculos anteriores sobre el área mínima necesaria de armadura en cada caso, tomando como criterio un ancho de fisura máximo del hormigón de 0.1 mm, son los que vienen dados en la siguiente tabla.

Placa	Orientación	Área _{min} (cm ² /ml)	Tipo (B-400-S)	Separación (m)	Barras/ml
Paredes a x h	Horizontal	11,5	Φ12	0,1	10
	Vertical	9,42	Φ12	0,1*	10*
Solera inferior	∥ a "a x h"	31,86	Φ25	0,125*	8
Solera superior	∥ a "a x h"	12,4	Φ12	0,1*	10

*Estos valores han sido mayorados para uniformizar las distancias y número de barras por ml, además de hacer que su colocación sea más sencilla ya que se obtenían decimales de milímetro en su separación.

4. Cubierta del depósito.

El depósito estará enterrado en la parcela y su cubierta será accesible para personas ya que se encuentra dentro del recinto deportivo junto a la caseta del cabezal de riego. Para ello, el depósito se va a cubrir mediante un forjado de placas alveolares, de canto a determinar en los siguientes cálculos, que se trazarán de un lado a otro de éste y su cálculo se realiza como vigas continuas. Es decir, al tratarse de materiales prefabricados, únicamente es necesario obtener el momento máximo que se producirá en el vano y buscar una placa resistente al mismo.

Las placas alveolares son elementos superficiales planos de hormigón pretensado prefabricado en instalación fija exterior a la obra, aligerando mediante alveolos longitudinales y diseñado para soportar cargas producidas en forjados. Sus juntas laterales están especialmente diseñadas para que, una vez rellenas de hormigón, puedan transmitir los esfuerzos cortantes a las losas adyacentes. Este tipo de forjados está recomendado para losas que no excedan de los 50 cm de espesor y luces menores a 20 m

A continuación, se determinará la hipótesis de carga a seguir para su dimensionado y se obtendrán los resultados. Además, se comprobará que los muros dimensionados anteriormente para el depósito son capaces de resistir los axiles que se generarán por el peso propio de la cubierta y la sobrecarga de uso que se le dé.

4.1. Acciones a soportar por el forjado.

Las acciones son las propias recogidas por el CTE-DB-SE-AE. La instrucción hace referencia a ellas en los artículos 11 y 12.

En cuanto a las hipótesis o combinaciones de carga, la tabla siguiente establece los coeficientes de ponderación establecidos en CTE-DB-SE.

Tabla 10: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límites Últimos.

Tipo de acción	Situación persistente		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	1,00	1,35	1,00	1,00
Pretensado	1,00	1,00	1,00	1,00
Permanente no constante	1,00	1,50	1,00	1,00
Variable	0,00	1,50	0,00	1,00
Accidental	-	-	1,00	1,00

4.2. Estados límites últimos.

Como cualquier elemento de hormigón armado, resulta preceptivo realizar las comprobaciones a deformaciones límite. Sin embargo, no es necesario realizar la comprobación a flecha si se verifican una serie de condiciones que se expondrán a continuación. Además, la comprobación permite obtener un canto mínimo de un forjado para que resulte exenta la comprobación a flecha, por lo que resulta útil en los primeros pasos de un predimensionado. Este aspecto viene recogido en el artículo 50.2.2.1 en EHE-08 y dice:

En el caso particular de forjados de losas alveolares pretensadas con luces menores de 2 metros, y sobrecargas no mayores de 4 kN/m², no es necesario realizar las comprobaciones a flecha de acuerdo con el artículo 50.1, si el canto total del forjado h es mayor que el mínimo h_{min} que viene dado por:

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

- δ_1 : factor que depende de la carga total y que toma el valor $\sqrt{q/7}$, siendo q la carga total característica (sin mayorar) en kN/m².
- δ_2 : factor que depende de la longitud y toma el valor $\sqrt[4]{L/6}$, siendo L la luz de cálculo del forjado en metros.
- C : Valor adimensional que depende de la forma del vano, su posición, y de los elementos sustentables por el forjado y del tipo de forjado y se toma de la tabla 50.2.2.1.b (EHE-08). Para el caso de losas alveolares, el coeficiente C adopta un valor de 36.

En los siguientes puntos se va a desarrollar el cálculo del forjado del depósito con losas alveolares.

4.3. Cálculos.

Se trata de la cubierta de un depósito cuadrado de longitud de lado 10,3 m. A continuación, se exponen todos los cálculos pertinentes para la obtención y dimensionado de las placas alveolares requeridas.

Cabe decir que el cálculo de un forjado como elemento constructivo, se plantea como otros muchos elementos constructivos, por ensayo y error e iterando al realizar las distintas comprobaciones. Por ello, se comienza el cálculo considerando una placa alveolar de 40+5 de 1,2 m de ancho y 40 cm de espesor con una capa de compresión de 5 cm con hormigón HA-35, que se definirá más adelante en este mismo anejo.

Las características técnicas de las placas alveolares seleccionadas son las que se presentan en el siguiente cuadro y vienen dadas por UNE-EN 1168:2006+A3:2012 y UNE-EN 10025-1:2006.

Tabla 11: Características de las placas alveolares.

Parámetro	Valor
Tipo de placa	Placa de acero pretensado 40+5
Hormigón	HP-45/P/12/IIa
Canto (h)	0,4 m
Anchura (l)	1,2 m
M. flector último	266 kN·m/ml
Tipo de acero	Y-1860-S7-I
Cuantía de acero	4 kg/m ²
Hormigón insitu	HA-25/B/16/IIa

4.3.1. Acciones.

Las acciones que tendrá que soportar el forjado son las que se plantean en el siguiente cuadro. Las acciones de cálculo consideradas se han determinado a partir de las establecidas por la Norma CTE-DB-SE-AE "Acciones en la edificación". Como hipótesis de carga y coeficientes de ponderación de carga se han considerado los establecidos en la EHE-08.

Tabla 12: Acciones de cálculo consideradas para el forjado.

Acciones	q_i
Peso propio del forjado	431,9 kg/m ²
Peso propio de la capa de compresión	248 kg/m ²
Peso propio del solado	100 kg/m ²
Sobre carga de uso	200 kg/m ²
Nieve	20 kg/m ²
TOTAL	999,9

Por tanto, la carga característica q obtiene un valor de:

$$q = 999,9 \text{ kg/m}^2$$

4.3.2. Canto mínimo del forjado.

A continuación, se calcula cual debería ser el canto mínimo de este forjado a partir de sus características geométricas y la carga q que debe soportar.

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

$$\delta_1 = \sqrt{q/7} = \sqrt{9,999 \text{ kN/m}^2 / 7} = 1,195$$

$$\delta_2 = \sqrt[4]{L/6} = \sqrt[4]{10,3 \text{ m} / 6} = 1,145$$

$$C = 36$$

Por tanto, h_{min} queda:

$$h_{min} = 1,195 \cdot 1,145 \cdot \frac{10,3 \text{ m}}{36}$$

$$h_{min} = 0,39 \text{ m} < 0,40 \text{ m} \text{ Correcto}$$

De momento, el cálculo con esta placa de 40 cm de canto es correcto, queda por comprobar si resistirá el momento máximo que se produzca.

4.3.3. Momento máximo en el vano.

Para poder obtener el momento máximo que se producirá en el vano, es necesario obtener la carga característica lineal q_L en lugar de superficial. Para ello, se multiplica a carga q por el ancho de entrevigado o distancia intereje, que en este caso es de 1,2 m. El cálculo es el siguiente:

$$q_L = 999,9 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,2 \text{ m} = 1200 \text{ kg/ml}$$

Ahora, se obtiene la carga ponderada q_L^* líneas del siguiente modo:

$$q_L = (1,35 \cdot 779,9 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 300 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 20 \text{ kg/m}^2) \cdot 1,2 \text{ m}$$

$$q_L^* = 1839 \text{ kg/ml}$$

Con el valor de esta carga, se puede calcular el momento isostático máximo que se producirá en el vano. Al tratarse una placa apoyada apoyada, el momento máximo se puede obtener con la siguiente expresión:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q_L^* \cdot L^2}{8} = \frac{1839 \text{ kg/ml} \cdot 10,3 \text{ m}^2}{8}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 24.387 \text{ kg} \cdot \text{m} = 243,9 \text{ kN} \cdot \text{m/ml}$$

Comparando con el momento máximo que se podría dar en el perfil, que es de 266 kN·m/ml, esta placa sería apta para formar parte del forjado.

$$243,9 \text{ kN} \cdot \text{m/ml} < 266 \text{ kN} \cdot \text{m/ml} \text{ (Correcto)}$$

4.3.4. Zunchos de atado.

Alrededor de las placas alveolares y el recubrimiento de hormigón se colocarán unos zunchos de atados de hormigón HA-25 con las mismas características que el utilizado para cubrir las placas, con el fin de formar una estructura sólida y rígida.

En estos se dejará un recubrimiento de 5 cm colocando 4 barras longitudinales de Ø16 colocando estribos de Ø6 cada 15 cm. Se puede consultar en el Plano N° 8 “Depósito de almacenamiento” la disposición de los mismos.

4.3.5. Resultado del forjado.

Después de realizar los cálculos pertinentes, se obtiene que, el forjado necesario para soportar las cargas establecidas anteriormente es el planteado en la hipótesis anterior. Sus características se pueden consultar al comienzo de estos mismos cálculos.

Al tener una anchura de 10,3 m el depósito, el número de placas alveolares que se requieren finalmente es de:

$$N \text{ placas} = \frac{10,3 \text{ m}}{1,2 \text{ m/placa}} = 8,6 = \mathbf{9 \text{ placas}}$$

En el Plano N° 8 “Depósito de almacenamiento” se puede ver la disposición de estas sobre el depósito.

5. Comprobación a de los muros del depósito con la cubierta.

Ahora, una vez dimensionada la cubierta y sabiendo el peso que esto va a aportar al total que deben soportar los muros en forma de axil, se procede a comprobar si el espesor dado anteriormente de 0,45 m es suficiente para resistirlo.

En primer lugar, se debe obtener el peso por m² que se añade a cada muro por tener que soportar el forjado. Este valor es el mismo utilizado anteriormente para los cálculos y dimensionado de las placas alveolares.

Si se supone la hipótesis de que las placas apoyan únicamente sobre dos de los muros, se obtiene que se tiene un área total de apoyo de:

$$A_T = (10,3 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m}) \cdot 2 = 9,27 \text{ m}^2$$

Por otro lado, el área total que ocupa el forjado del depósito coincide con sus dimensiones exteriores, ya que está cubierto completamente. Por tanto, el área de forjado:

$$A_T = (10,3 \text{ m} \cdot 10,3 \text{ m}) = 106,09 \text{ m}^2$$

Se conoce el peso total o carga característica que tiene el forjado, ya que se utilizó para los cálculos del dimensionado del mismo. Por tanto:

$$q_L^* = 1532,5 \text{ kg/m}^2$$

Se puede obtener el peso total del forjado del siguiente modo:

$$Q_t = 1532,5 \text{ kg/m}^2 \cdot 106,09 \text{ m}^2 = 162.583 \text{ kg}$$

Ahora, calculamos cuanto debe de soportar cada m^2 de muro disponible que se tiene para su sujeción.

$$\frac{162.583 \text{ kg}}{9,27 \text{ m}^2} = 17.540 \text{ kg/m}^2 = 175.400 \text{ N/m}^2$$

Utilizando un hormigón HA-30 donde su resistencia a compresión minorada es de 20 N/mm^2 , se obtiene un índice de resistencia al axil de:

$$i_{axil} = \frac{175.400 \text{ N/m}^2}{20.000.000 \text{ N/m}^2} = 0,009 < 1 \text{ (Correcto)}$$

6. Paso de hombre para acceso al depósito.

Para poder acceder al interior del depósito y poder realizar tareas de limpieza y reparaciones en el caso de que fuera necesario, en la cubierta se va a dejar un hueco, conocido como *Paso de hombre* de forma cuadrada en una de las esquinas. Para ello, se va a recortar una de las placas alveolares una distancia de 1,20 m de longitud.

Ésta ahora se sujetará en las placas anexas que tenga, mediante un perfil omega conformado en frío de 2,5 mm de espesor, con solamente 10 kg/m^2 de repercusión en las placas anexas. Por tanto, no es preceptivo someterla a nuevos cálculos y comprobaciones.

La disposición de la misma en obra queda reflejada en el Plano N° 8 "Depósito de almacenamiento". Además, para acceder al fondo del depósito a través de ella, también se

ancla en la pared de hormigón, una escalera metálica de tubos de acero con una separación de 0,5 m.

El paso de hombre que se coloca es una pieza prefabricada de acero inoxidable con una tapa del mismo material de sección rectangular con unas dimensiones de 1,20 x 1,10 m. En la instalación del mismo se coloca, insertada en la pared de hormigón armado, una escalera de acero inoxidable con peldaños separados 0,5 m de profundidad y un ancho de agarre de 0,45 m con el fin de poder llegar al fondo del depósito con seguridad para realizar las tareas pertinentes.

7. Recepción de aguas pluviales.

Las aguas procedentes de la superficie de la parcela y del terreno de juego llegarán hasta el depósito a partir de la red de evacuación de aguas pluviales a partir de colectores que se diseñe posteriormente. La entrada de éstos en el depósito se debe prever con anterioridad a su construcción para preparar los orificios de entrada en la colocación de los muros de hormigón armado. En el Anejo Nº 14 “Red de evacuación de aguas pluviales” donde se diseña dicha red se nombrará su disposición.

8. Cálculo del aliviadero.

Esta tubería tiene como misión evacuar el agua del depósito, que pudiera ocasionar el sobrellenado, como en el caso de una lluvia torrencial inesperada. La conducción será de PVC y se debe dimensionar para un caudal igual al caudal de diseño del colector de aguas pluviales, con el mismo criterio de velocidad, por lo que tendrá el mismo diámetro. Se nombrará éste posteriormente en el Anejo Nº 14 “Red de evacuación de aguas pluviales”

En el caso de ocurrir lo nombrado anteriormente, esta tubería desembocará en un colector de la red de saneamiento pública del municipio.

9. Movimiento de tierras.

El movimiento de tierras necesario en este caso corresponde al volumen que ocupa el depósito en sus dimensiones exteriores, es decir:

$$V_{mov. tierras} = 10,3 m \cdot 10,3 m \cdot 4,95 m = 526 m^3$$

Al tratarse de un depósito cuadrado, totalmente enterrado y de paredes planas, el movimiento de tierras a realizar dará un orificio cuadrado, con las dimensiones descritas y con las paredes formando un ángulo de 90° con la superficie exterior y la solera del mismo.

10. Resultado Final.

Finalmente, se concluye con que todos los resultados obtenidos anteriormente han sido satisfactorios para las hipótesis que se han planteado. Por tanto, el resultado final que se obtiene para el depósito es:

- Muros y solera.

Tabla 13: Características técnicas de muros y solera.

Parámetro	Valor
Anchura interior (m)	9,4
Profundidad interior (m)	9,4
Altura interior (m)	4,5
Anchura exterior (m)	10,3
Profundidad exterior (m)	10,3
Altura exterior (m)	4,95
Hormigón	HA-30/B/20/I
Armadura	B-400-S
Resguardo (m)	0,05

- Forjado de placas alveolares

En el siguiente cuadro se muestran las características técnicas de las placas alveolares y de la capa de compresión que lleva consigo para formar una losa firme y rígida.

Tabla 14: Características de las placas alveolares.

Parámetro	Valor
Tipo de placa alveolar	40 + 5
Prefabricado	Si
M. Máx (kN·m)	266
Anchura (m)	1,2
Longitud (m)	10,3
Canto (m)	0,4
Armado placa	Y 1860 S7
N placas requeridas	9
Cubierta de hormigón	HA-25/B/16/IIa
Espesor cubierta (m)	0,05
Malla cubierta reparto	ME-B-500-T 20 x 20 Ø5

-

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 11

Cálculo del sistema de impulsión

Índice Anejo 11

1.	Introducción.	5
2.	Criterios de funcionamiento de la instalación.	5
2.1.	Horas anuales de funcionamiento.	5
2.2.	Tarifa eléctrica.	7
3.	Cálculo del diámetro de la impulsión. Criterios de optimización técnico económica.	8
3.1.	Costes de instalación.	8
3.2.	Costes de explotación.	9
3.3.	Función objetivo. Datos de partida.	9
3.4.	Formulación de la función de costes.	11
3.5.	Diámetro óptimo económico de la impulsión.	13
3.6.	Diámetro normalizado para la impulsión.	13
3.7.	Pérdidas de carga en la impulsión.	14
3.8.	Diámetro nominal aspiración.	14

Índice de tablas

Tabla 1: Horas diarias de riego totales para todos los sectores.....	6
Tabla 2: Tarifa eléctrica 3.0.A del RD 1164/2001.....	7
Tabla 3: Precios medios del coste de la energía eléctrica para la tarifa 3.0.A para más de 15 kW.	8
Tabla 4: Datos de partida para el dimensionado óptimo económico.....	11
Tabla 5: Características tubos PVC-O PN 16.	13

1. Introducción.

En el presente documento se adjuntan los cálculos y resultados del dimensionado de la tubería de impulsión que abastece las subunidades de riego. Con el fin de obtener unos resultados más precisos que se acerquen lo máximo posible al óptimo de rentabilidad del proyecto, el método que se va a adoptar para abordar su dimensionado es del diámetro óptimo económico.

Con este método lo que se busca es aquel diámetro que hace que la función que contempla los costes variables y fijos sea mínima obteniéndose así unos costes de instalación mínimos que no ponen en entredicho la viabilidad del proyecto ingenieril y hacen mínimos los costes variables y fijos durante la vida útil de la impulsión.

2. Criterios de funcionamiento de la instalación.

Para satisfacer las necesidades hídricas de las especies que conforman el terreno de juego, se plantea la siguiente solución. Ésta consiste en conocer el funcionamiento mensual de la instalación con el fin de obtener un dimensionado de la impulsión optimizado y unos costes energéticos mínimos siempre que sea posible.

Haciendo un estudio de la tarifa eléctrica actual (abril 2017) se conoce que ésta se divide en 3 franjas horarias con distintos precios de kW·h en cada una de ellas. Por ello, se baraja la posibilidad de aprovechar el máximo de horas posibles al mínimo precio, seguidas de las de precio medio e intentando no tocar nunca en la medida de lo posible la tarifa más cara.

2.1. Horas anuales de funcionamiento.

Continuando con lo anterior, el primer paso es obtener las horas mensuales de funcionamiento de la instalación. Recordar que existen 3 tipos de sectores que, aunque al final abastecen con el mismo volumen de agua, no lo hacen en el mismo tiempo debido a que hay 2 tipos de aspersores distintos y 3 ángulos distintos de riego que dan diferentes pluviometrías.

En cada caso, el tiempo mensual de riego de todos los sectores se va a calcular del siguiente modo:

$$T_i = N_i \cdot (n_{90} \cdot t_{90} + n_{180} \cdot t_{180} + n_{360} \cdot t_{360})$$

Donde:

- T_i : Tiempo de riego mensual (horas/mes)
- N_i : Número de riegos del mes "i".

- n: número de sectores con el mismo ángulo de giro.
- t: tiempo de cada riego para ese tipo de aspersor (horas/riego).

El cálculo para todos los meses sería el siguiente:

$$T_{Enero} = 13 \cdot (1 \cdot 0,08/4 + 4 \cdot 0,19/2 + 5 \cdot 0,19) = \mathbf{17,55 \text{ horas}}$$

$$T_{Febrero} = 13 \cdot (1 \cdot 0,1/4 + 4 \cdot 0,27/2 + 5 \cdot 0,27) = \mathbf{24,89 \text{ horas}}$$

$$T_{Marzo} = 31 \cdot (1 \cdot 0,06/4 + 4 \cdot 0,19/2 + 5 \cdot 0,19) = \mathbf{41,70 \text{ horas}}$$

$$T_{Abril} = 30 \cdot (1 \cdot 0,08/4 + 4 \cdot 0,22/2 + 5 \cdot 0,22) = \mathbf{46,80 \text{ horas}}$$

$$T_{Mayo} = 31 \cdot (1 \cdot 0,11/4 + 4 \cdot 0,28/2 + 5 \cdot 0,28) = \mathbf{61,61 \text{ horas}}$$

$$T_{Junio} = 30 \cdot (1 \cdot 0,14/4 + 4 \cdot 0,37/2 + 5 \cdot 0,37) = \mathbf{78,75 \text{ horas}}$$

$$T_{Julio} = 31 \cdot (1 \cdot 0,15/4 + 4 \cdot 0,40/2 + 5 \cdot 0,40) = \mathbf{87,96 \text{ horas}}$$

$$T_{Agosto} = 31 \cdot (1 \cdot 0,12/4 + 4 \cdot 0,33/2 + 5 \cdot 0,33) = \mathbf{72,54 \text{ horas}}$$

$$T_{Septiembre} = 30 \cdot (1 \cdot 0,07/4 + 4 \cdot 0,19/2 + 5 \cdot 0,19) = \mathbf{40,43 \text{ horas}}$$

$$T_{Octubre} = 31 \cdot (1 \cdot 0,05/4 + 4 \cdot 0,12/2 + 5 \cdot 0,12) = \mathbf{26,43 \text{ horas}}$$

$$T_{Noviembre} = 13 \cdot (1 \cdot 0,06/4 + 4 \cdot 0,15/2 + 5 \cdot 0,15) = \mathbf{13,85 \text{ horas}}$$

$$T_{Diciembre} = 13 \cdot (1 \cdot 0,04/4 + 4 \cdot 0,11/2 + 5 \cdot 0,11) = \mathbf{10,15 \text{ horas}}$$

Por tanto, el número total de horas anuales que funcionará la instalación para cubrir las necesidades hídricas es de:

$$T_{Anual} = \mathbf{522,06 \text{ horas/año}}$$

También es interesante conocer cuánto tiempo se requiere de funcionamiento en cada momento que sea necesario regar para saber en qué punto del día se puede encajar el riego para que sea lo más económico posible. Para ello, con los valores anteriores se obtiene la siguiente tabla donde se dan las horas por día de riego en cada momento.

Tabla 1: Horas diarias de riego totales para todos los sectores.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h/día	1,35	1,91	1,35	1,56	1,99	2,63	2,84	2,42	1,35	0,85	1,07	0,78

Ahora con estos valores se comparará con la tarifa eléctrica correspondiente para ver en qué puntos del día es más económico establecer el riego.

Cabe destacar que estos cálculos y consideraciones se hacen para el diseño y dimensionado en la fase de proyección. Posteriormente, en el manejo del riego quizás no sea posible establecer los riegos de esta manera y tenga ciertas modificaciones inevitables que hagan que la instalación se use en periodos Llano e incluso punta.

En un campo de fútbol, en numerosas ocasiones los riegos vienen establecidos por los periodos de competición que nada tiene que ver con las necesidades hídricas o las consideraciones que se hagan en proyecto. Pero como esos periodos son imposibles de establecer y predecir en estos momentos, se hace la simplificación anterior para los cálculos.

Posteriormente, se establecerán unas condiciones más aproximadas de manejo del riego en la instalación que seguramente hagan aumentar el número de horas. Para tener en consideración lo anterior, se van a mayorar las horas totales anuales un 10 % donde se tendrán en cuenta los riegos cortos que se puedan hacer antes de los partidos y en los descansos de éstos, que se salen del cálculo de las necesidades hídricas.

Por tanto, las horas totales que se consideran que funcionaría la instalación añadiendo un 10 % extra por riegos fuera de las necesidades hídricas sería:

$$T_{Anual} = 522,06 \cdot 1,1 = 574 \text{ h/año}$$

2.2. Tarifa eléctrica.

Para ver las posibilidades que se tiene de encajar las horas de riego necesarias en los periodos del día donde es más económico se va a consultar la tarifa eléctrica 3.0.A para baja tensión del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. En el artículo 8 se establecen las horas que comprende cada uno de los 3 periodos. Se distinguen 4 zonas distintas, de las cuales el municipio de Massamagrell se encuentra en la Zona 1.

Tabla 2: Tarifa eléctrica 3.0.A del RD 1164/2001.

Zona	Invierno			Verano		
	Punta	Llano	Valle	Punta	Llano	Valle
1	18-22	8-18	0-8	9-13	8-9	0-8
		22-24			13-24	

Si se observa la tabla 1 y 2, se ve como no existe ningún inconveniente en encajar durante todo el año los riegos en periodos Valle ya que éste siempre cuenta con 8 horas diarias y el mes de máximas necesidades tiene un riego diario de 2,64 h.

Es importante también conocer los precios en cada uno de los periodos de cara al dimensionado óptimo económico. Debido a que el precio de la energía eléctrica varía constantemente se van a tomar unos precios medios del año 2016 tanto para el coste de la energía como para el término de potencia.

Tabla 3: Precios medios del coste de la energía eléctrica para la tarifa 3.0.A para más de 15 kW.

	Valle	Llano	Punta
Coste E (€/kWh)	0,066	0,093	0,109
Término P. (€/kWh·día)	0,045	0,067	0,112

3. Cálculo del diámetro de la impulsión. Criterios de optimización técnico económica.

Se procede a plantear la metodología que permite abordar el dimensionado de la tubería de impulsión que parte de la bomba hasta el hidrante que divide los sectores siguiendo criterios de optimización técnico económica.

Debido a que toda solución de un problema de ingeniería debe llevar asociado un coste, es razonable abordar el dimensionado considerando todos los parámetros y factores que inciden en la función global de costes, y en base a ellos adoptar, aquella solución que se considera como óptima.

En el cálculo de la impulsión las dos variables que se pretende obtener su resultado son por un lado la altura manométrica (H_m) y por otro el diámetro interior de la tubería de impulsión.

El método en si se basa en componer una función objetivo, suma de todos los tipos de costes que influyen tanto en la ejecución de la obra como en su posterior explotación. Una vez compuesta la función, el problema se reduce a determinar el diámetro que hace mínima la función.

3.1. Costes de instalación.

En estos se incluye todos aquellos que afectan al proyecto de la impulsión, considerando la obra terminada y en condiciones de explotación. Se desglosan en:

- Costes de instalación de tubería: incluye el coste de la tubería, incluyendo juntas, accesorios, uniones y piezas especiales. Su valor es función directa del diámetro de la conducción, incrementándose al aumentar éste.
- Costes de la obra civil: Son objeto de este apartado los costes relativos a la apertura de zanjas, adecuación de la solera, lecho de material granular... Si bien, estos

aumentan al aumentar el diámetro de la tubería, para diámetros contiguos en la serie comercial, puede considerarse que el coste es independiente del diámetro.

- Coste de la estación de bombeo: Incluye el coste del grupo de bombeo, protecciones eléctricas, equipos electromecánicos... Su coste es función de la potencia nominal del grupo. Finalmente, para un caudal dado es función del diámetro de la conducción y de otras variables relacionadas entre si, circunstancia que conduce a la composición de una función objetivo compleja de tratar. Es habitual, en el proceso de cálculo, no considerar a priori este factor, valorando a posteriori su influencia sobre el resultado final.
- Coste de valvulería manual y automática: En este grupo se incluye toda la valvulería de maniobra, control, protección y automatización. El coste de este capítulo es función del caudal circulante, por lo que en el proceso de optimización se considera independiente del diámetro, no afectando a la función objetivo.

3.2. Costes de explotación.

En este grupo se incluyen aquellos relacionados con el funcionamiento normal de la instalación en su fase de explotación, una vez ejecutada la obra. Estos costes suelen venir referidos a un determinado periodo temporal, normalmente en un año. Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- Costes energéticos: Se refieren al coste anual de la energía eléctrica consumida para el accionamiento de los motores eléctricos. Este será función del caudal, altura manométrica, tiempo de funcionamiento anual, así como del precio específico de la energía y de las condiciones de funcionamiento (rendimiento de grupos de bombeo, activación en franjas horarias de menor coste, etc). Dentro de los costes de explotación son estos los que más influencia tienen sobre la función objetivo.
- Costes de mantenimiento: Se refieren a las labores de mantenimiento, reparaciones previstas, revisiones, y demás acciones que permitan garantizar el normal funcionamiento de la estación. Su coste puede considerarse independiente del diámetro, y por tanto, no influir en la función objetivo.
- Costes de personal: Se refieren a los salarios que percibirá el personal necesario para controlar el funcionamiento de la estación. Análogamente a los anteriores, su montante puede considerarse independiente, y por tanto no incluirse en la función objetivo.

3.3. Función objetivo. Datos de partida.

Como se ha expuesto con anterioridad, la función objetivo va a depender fundamentalmente de dos parámetros: los costes de instalación de tuberías y por otra parte los costes energéticos. Tal y como se ha planteado, ambos deben referirse a un mismo periodo de tiempo. En el caso de los energéticos es algo implícito, mientras que los costes

de instalación de tuberías son un valor que no se refiere a ningún periodo. Por tanto, para componer la función de costes, se consideran los costes anuales de amortización de la instalación de tuberías quedando la función objetivo del siguiente modo:

$$\text{Coste total } (C_T) = \text{Coste amortización } (C_A) + \text{Costes energéticos } (C_E)$$

A diferencia de otros métodos, el cálculo del diámetro óptimo económico de una impulsión exige la recopilación de una cantidad importante de datos de partida como los siguientes:

- **Caudal a impulsar (Q).** En este caso el Q a impulsar se tomará el mayor de todos los posibles que se pueden dar en la instalación. Como cada sector funciona de manera independiente y no es necesario que en ningún momento funcione más de uno a la vez porque el tiempo de riego total en máx. necesidades no supera las 3 h, el caudal a tomar será el de la subunidad 9 que es de 24 m³/h.
- **Altura geométrica de la impulsión (H_g).** La diferencia de cotas a tener en cuenta para el dimensionado es la correspondiente a la diferencia de cotas geométrica entre la salida del aspersor más alto y la lámina libre del pozo de captación. En este caso, considerando el depósito lleno hasta el resguardo será de 2 m.
- **Longitud de la impulsión (L).** En este caso la tubería correspondiente a la impulsión partirá de la bomba, que estará situada en una arqueta anexa al pozo, por tanto, estará en cámara seca, hasta la estación de filtrado que se encuentra en el cabezal.
- **Material adoptado para la tubería de impulsión.** El material que se selecciona para la tubería de impulsión es el PVC-O. Se selecciona este tipo de material para la conducción de impulsión por su gran resistencia química a los ácidos, bases minerales y cuerpos orgánicos, siendo de los más usados para regadío. El Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O) sigue la norma de calidad UNE-ISO 16.422:2.015 para Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión.
- **Programa estimado anual de funcionamiento de la instalación.** Contemplando:
 - o **Tiempo anual estimado (T).** Se ha calculado anteriormente estimando el tiempo requerido para cubrir las necesidades hídricas más un 10 % por los riegos que se den previos a los partidos.
 - o **Tiempo estimado de funcionamiento en distintas franjas horarias (T_p, T_L, T_v).** Como se vio anteriormente existe la posibilidad de hacer uso únicamente de las horas valle.
- **Coste estimado de la energía (P).** Como seguramente en la realidad se realicen riegos en distintas franjas horarias, se va a tomar un precio medio de la energía correspondiente a la media aritmética del precio de horas valle, llano y punta.
- **Rendimiento estimado del grupo de bombeo (η).** Se va a estimar un rendimiento medio del grupo de bombeo del 70 %.

- **Coefficiente mayorante de pérdidas de carga** (K_m). Debido a que será un tramo de la conducción con elementos de regulación y protección, aunque es un tramo corto las pérdidas localizadas tendrán cierta repercusión, por ello, se toma un valor de K_m de 1,1.
- **Vida útil de la inversión (t)**. Se tomará para este cálculo un valor de 15 años.
- **Interés del capital ajeno (r)**. Este valor es complejo de estimar, por lo que se va a tomar un valor medio para este cálculo del 5 %.

Para el caso de este proyecto, los valores anteriores a tomar serán:

Tabla 4: Datos de partida para el dimensionado óptimo económico.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Q (m ³ /h)	24	P (€/kWh)	0,089
H _g (m)	2	η (%)	70
L (m)	7	K _m	1,1
Material	PVC-O	t (años)	15
T (horas)	574	r (%)	5,0

3.4. Formulación de la función de costes.

Analíticamente, la función de costes viene dada por la siguiente ecuación:

$$C_T = C_A + C_E$$

Los costes de amortización de la instalación de tuberías, son una función del diámetro interior de la tubería y del factor de amortización técnico financiera, dado este último por la expresión:

$$\alpha = \frac{(1+r)^t \cdot r}{(1+r)^t - 1} = \frac{(1+0,05)^{15} \cdot 0,05}{(1+0,05)^{15} - 1} = 0,09634$$

Los costes de instalación de tuberías, vienen dados por la expresión:

$$C_I = f(D_i)$$

Por tanto, los costes de amortización anual de la instalación de tubería vendrán dados por:

$$C_A = \alpha \cdot C_I$$

Si bien, la función de costes de instalación es una función discreta del diámetro interior, a efectos de cálculo, puede considerarse como una función continua. De hecho, la función de costes se ajusta muy bien a una del tipo:

$$C_I = L \cdot A \cdot D^a$$

Siendo A y a, el coeficiente y el exponente de la ecuación de ajuste, respectivamente, que dependerán de material y serie de presiones nominales de la tubería. A continuación, se adjunta una ecuación de ajuste para tuberías de PVC de serie 1,0 MPa donde se enfrentan el diámetro interior y el precio medio por ml.

$$C_I (\text{€/ml}) = 360,58 \cdot D_i^{1,7667}$$

Finalmente, los costes de amortización anual quedan:

$$C_A = \alpha \cdot L \cdot A \cdot D^a = A' \cdot L \cdot D^a$$

$$C_A = 34,74 \cdot 7 \cdot D^{1,7667} = 243,18 \cdot D^{1,7667}$$

Por otro lado, los costes energéticos son función de la energía consumida en el periodo considerado por el precio medio de la misma, es decir:

$$C_E = E \cdot P = N \cdot T \cdot P$$

La energía consumida será, a su vez, función de la potencia absorbida por el grupo de bombeo y su funcionamiento anual. Sustituyendo en la ecuación anterior, la potencia por la expresión que permite su cálculo, queda:

$$C_E = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 \cdot T \cdot P = K_1 \cdot H_m$$

Donde K1 es:

$$K_1 = \frac{1 \left(\frac{kg}{L} \right) \cdot 6,67 \left(\frac{L}{s} \right)}{75 \cdot 0,7} \cdot 0,736 \cdot 574(h) \cdot 0,089 \left(\frac{\text{€}}{kWh} \right) = 4,78 (\text{€/año} \cdot m)$$

El coste de la energía será función lineal de la altura manométrica suministrada por la bomba, incógnita a resolver, que a su vez es función del diámetro, considerando constantes el resto de factores que indican en la pérdida de carga. En este caso, la impulsión es un tramo único, por tanto:

$$H_m = H_g + h_r = H_g + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7 \cdot \frac{\left(\frac{24}{3600} \right)^{1,85}}{D^{4,87}}$$

$$H_m = H_g + h_r = 2 + K_3 \cdot D^{-4,87} = 2 + 7,3 \cdot 10^{-7} \cdot D^{-4,87}$$

La función objetivo, finalmente queda como:

$$C_T = A' \cdot L \cdot D^a + K_1 \cdot H_m$$

3.5. Diámetro óptimo económico de la impulsión.

Dado que se considera la función de costes como una función continua, la obtención del diámetro que la minimiza se hace mediante métodos de optimización matemática obteniéndose finalmente la siguiente expresión para el cálculo, haciendo uso de la ecuación de pérdidas de carga de Hazen-Williams:

$$D_{opt} = \left(\frac{b \cdot M \cdot K_1 \cdot K_m \cdot Q^m}{a \cdot A'} \right)^{\frac{1}{a+b}}$$

$$D_{opt} = \left(\frac{4,87 \cdot 0,001 \cdot 4,78 \cdot 1,1 \cdot (24/3600)^{1,85}}{1,7667 \cdot 34,74} \right)^{\frac{1}{1,7667+4,87}}$$

En este caso, el diámetro óptimo que se obtiene para esta impulsión es de:

$$D_{opt} = 0,0756 \text{ m}$$

3.6. Diámetro normalizado para la impulsión.

La norma de aplicación básica para tubos de PVC-O de pared compacta en este tipo de instalaciones es la UNE-ISO-16422:2015 "tubos y uniones de policloruro de vinilo orientado para conducciones de agua a presión. Especificaciones".

Para estar desde el lado de la seguridad y hacer una instalación resistente a transitorios hidráulicos se va a establecer la presión nominal de esta conducción en 16 bar. Debido a que es un tramo corto de tubería no va a cambiar mucho el coste final de coger un PN más bajo.

Por tanto, para PN 16 con un coeficiente de seguridad $C = 1,4$ y un MRS de 450 MPa se obtienen las siguientes características para las conducciones:

Tabla 5: Características tubos PVC-O PN 16.

DN (mm)	e (mm)	Di (mm)
63	1,6	59,8
75	1,9	71,2
90	2,3	85,4
110	2,7	104,6
125	3,1	118,8
140	3,5	133,0
160	4,0	152,0

Buscando el diámetro inmediato superior al obtenido en el cálculo al diámetro óptimo económico se obtiene que la tubería de impulsión tendrá un diámetro de:

$$\text{Impulsión} = \text{DN 90 PVC} - \text{O} - \text{PN 16} (D_i = 85,4 \text{ mm})$$

3.7. Pérdidas de carga en la impulsión.

Obtenido el diámetro interior, se procede a conocer las pérdidas de carga totales que se producen en este tramo de la conducción. Este valor servirá posteriormente para poder obtener la altura manométrica que tendrá que suministrar el grupo de bombeo al sistema para que funcione tal y como se espera.

Las pérdidas de carga en este tramo (Δh_l) calculan nuevamente con la ecuación de Hazen-Williams. La rugosidad hidráulica C sigue siendo 150 al tratarse nuevamente de un material plástico. Por tanto:

$$\Delta h_l = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7 \cdot \frac{\left(\frac{24}{3600}\right)^{1,85}}{0,0854^{4,87}}$$

$$\Delta h_l = 0,12 \text{ m}$$

3.8. Diámetro nominal aspiración.

Se trata de un tramo muy corto de conducción, que se traza desde el depósito de almacenamiento, a una altura de 0,5 m sobre la solera del misma, llegando hasta la arqueta que se sitúa a su lado, donde están ubicadas las bombas.

Por tanto, para simplificar los cálculos se va a tomar el mismo DN que se utiliza para la impulsión y las pérdidas de carga se consideran despreciables.

$$\text{Aspiración} = \text{DN 90 PVC} - \text{O} - \text{PN 16} (D_i = 85,4 \text{ mm})$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 12

Cálculo la arqueta de bombeo

Índice Anejo 12

1.	Introducción.	7
2.	Datos de partida.....	7
2.1.	Dimensiones de la arqueta.....	7
2.2.	Cargas a soportar.....	8
2.3.	Predimensionado.....	8
2.4.	Materiales constructivos a utilizar.	9
3.	Cálculos, consideraciones y comprobaciones.....	9
3.1.	Cargas a soportar por las paredes.....	10
3.2.	Determinación de esfuerzos y deformaciones.	11
3.2.1.	Hipótesis de carga.....	11
3.2.2.	Cálculo de momento, cortantes y flechas.	12
3.2.3.	Resultados de esfuerzos y flechas para el empuje de tierras.....	14
3.2.4.	Resultado de esfuerzos y flechas para la presión hidrostática.....	14
3.2.5.	Cálculo de axiles.....	15
3.2.6.	Comprobación del esfuerzo cortante.	15
3.3.	Determinación de la armadura necesaria y condiciones.	16
3.3.1.	Hipótesis de fisuración.....	17
3.3.2.	Determinación de la armadura vertical necesaria en el empotramiento para la pared.	17
3.3.3.	Determinación de la armadura a tracción simple necesaria en el empotramiento.	19
3.3.4.	Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en la pared.	19

3.3.5.	Armadura horizontal resultante para las paredes.	20
3.3.6.	Armadura inferior para la solera.	20
3.3.7.	Armadura superior de la solera.	21
3.4.	Resumen de resultados para las armaduras.	22
4.	Cubierta de la arqueta.	23
4.1.	Acciones a soportar por el forjado.	23
4.2.	Estados límites últimos.	24
4.3.	Cálculos para la cubierta.	25
4.3.1.	Acciones.	25
4.3.2.	Canto mínimo del forjado.	26
4.3.3.	Momento máximo en el vano.	26
4.3.4.	Resultado del forjado.	27
5.	Comprobación a de los muros del depósito con la cubierta.	27
6.	Paso de hombre para acceso a la arqueta.	28
7.	Calculo bomba de achique.	29
8.	Movimiento de tierras.	29
9.	Solución adoptada.	30

Índice de tablas

Tabla 1: Dimensiones interiores de la arqueta.....	7
Tabla 2: Características técnicas del hormigón a utilizar para la arqueta.	9
Tabla 3: Características del acero a utilizar para el armado.	9
Tabla 4: Valores de α para la relación altura/base. (Jiménez – Montoya, 2010).	13
Tabla 5: Esfuerzos y deformaciones provocados por el empuje de tierras.	14
Tabla 6: Esfuerzos y deformaciones provocados por la presión hidrostática.....	15
Tabla 7: Valores de β_p y β_f para el armado de los lados a y b. (Jiménez - Montoya, 2010).	15
Tabla 8: Resultado de los axiles en paredes y fondo.	15
Tabla 9: Armadura necesaria en cada una de las placas.	22
Tabla 10: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límites Últimos.	24
Tabla 11: Características de las placas alveolares.	25
Tabla 12: Acciones de cálculo consideradas para el forjado.....	25
Tabla 13: Características técnicas de muros y solera.	30
Tabla 14: Características de las placas alveolares.	30

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Separación entre armaduras para distintos valores de K y distintos diámetros de armadura para B-400-S. (Jiménez - Montoya, 2010).....	17
--	----

1. Introducción.

En este anejo, se pretende dimensionar una arqueta enterrada con cubierta en cámara seca, donde se albergará únicamente el equipo de bombeo necesario para hacer funcionar el sistema de riego por aspersión del campo de fútbol además de tener el espacio suficiente para poder acceder a ella en tareas de trabajo y mantenimiento.

Esta arqueta estará junto al depósito de agua que se ha dimensionado anteriormente. A ella, llegará una tubería desde el depósito desde la cual se bombeará el agua hasta el cabezal y posteriormente al terreno de juego. El grupo de bombeo estará en cámara seca, por tanto, no habrá que considerar, a priori, la presión hidrostática sobre las paredes como se hizo en el caso del depósito.

Pero, con el fin de estar desde el lado de la seguridad, se planteará un dimensionado de los muros de las paredes tal que, en el caso de que tuviera lugar la rotura de alguna de las bombas o tuberías y se anegará completamente de agua el espacio, los muros sean capaces de resistir esta presión hidrostática momentáneamente hasta que se extraiga el agua de ella.

En los siguientes apartados se establecen los datos de partida, condiciones y cálculos para obtener el resultado y poder dimensionar las paredes de la arqueta y su solera además de definir los materiales a utilizar para su construcción.

2. Datos de partida.

Se adjuntan a continuación, separados en distintos puntos, los datos de partida requeridos para comenzar el dimensionado de la arqueta.

2.1. Dimensiones de la arqueta.

La arqueta que se va a diseñar es de planta cuadrada y consta de las dimensiones que se adjuntan en la tabla 1. Éstas corresponden a las magnitudes interiores de la arqueta de planta rectangular. Las exteriores se determinarán a posteriori ya que, son función del espesor que se obtenga de las paredes y solera.

Tabla 1: Dimensiones interiores de la arqueta.

Dimensión	Valor (m)
Lado (a)	4,5
Lado (b)	4,5
Altura (h)	4,5

La profundidad que se ha planteado que tenga la arqueta es la misma que tiene el depósito de regulación. De este modo, la bomba se podrá situar a una cota similar a la de la solera del depósito para aprovechar así la altura de agua en el interior del depósito en forma de presión.

2.2. Cargas a soportar.

Aunque solamente en caso de fallo de las bombas o rotura de alguna conducción el espacio de la arqueta estará anegado por agua, se va a considerar en los cálculos para estar desde el lado de la seguridad. Por tanto, sabiendo que se trata del mismo fluido que en el depósito, la densidad a considerar es:

$$\rho_w = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Respecto al exterior, el empuje de tierras sí que va a ejercer una presión sobre las paredes del depósito que habrá que considerar. En este caso, las tierras que lo envuelven son las mismas que las que lo hacían con el depósito. Por tanto, la densidad que habrá que tener en cuenta en los cálculos será de:

$$\rho_r = 2.320 \text{ kg/m}^3$$

2.3. Predimensionado.

Para poder comenzar con el dimensionado es necesario hacer un predimensionado de los espesores de las paredes y la solera. Consultado el libro "Hormigón Armado de Jiménez Montoya" se obtiene una aproximación para depósitos o arquetas rectangulares de menos de 6 m de profundidad. Habla de que existe una relación entre el espesor (e) y la profundidad (h) que se puede establecer en 0,1, siendo siempre el resultado del espesor mayor a 0,2 m, por ello:

$$e \text{ (m)} / h \text{ (m)} = 0,1 = e \text{ (m)} / 4,5 \text{ (m)}$$

Debido a que esta arqueta no va a albergar ningún tipo de fluido en su interior, se procede a seleccionar un espesor algo menor al que se obtiene de la relación anterior. El seleccionado es:

$$e = 0,30 \text{ m}$$

El espesor de la solera (e') se dimensiona del mismo modo, pero siempre conociendo que el este debe ser mayor o igual que el de las paredes. Por tanto:

$$e' \geq e$$

En el caso de este proyecto, se empieza tomando un valor de espesor de la solera igual al de las paredes. En el caso de que no se obtenga un resultado favorable este se mayorará. Por tanto:

$$e' = 0,30 \text{ m}$$

Con todos estos datos es posible comenzar a comprobar si el espesor seleccionado es suficiente para los esfuerzos que van a generar tanto el empuje de tierras como el del agua.

2.4. Materiales constructivos a utilizar.

Tanto para las paredes de la arqueta como para la solera se utilizará un tipo de hormigón con las siguientes características técnicas:

Tabla 2: Características técnicas del hormigón a utilizar para la arqueta.

Parámetro	Valor
Nombre	HA-30/B/20/I
f_{ck}	30 N/mm ²
γ_c	1,5
f_{cd}	20 N/mm ²
E	120.000 kg/cm ²

Para la armadura del hormigón se utilizarán distintos diámetros de barras de acero del tipo:

Tabla 3: Características del acero a utilizar para el armado.

Parámetro	Valor
Nombre	Acero B-400-S
f_{ck}	400 N/mm ²
γ_c	1,15
f_{cd}	347,8 N/mm ²

A la hora del armado del hormigón se dejará un recubrimiento libre (d) de **0,05 m**, siendo este la distancia entre la primera barra de acero y el lado de la pared. El recubrimiento mecánico (d') se tomará el correspondiente en cada caso ya que es función del diámetro de cada barra de acero que se coloque, siendo este la distancia entre el centro de cada barra de acero al extremo de la pared.

3. Cálculos, consideraciones y comprobaciones.

En este punto se realizan todos los cálculos pertinentes con el fin de comprobar si el espesor del predimensionado es suficiente, excesivo o correcto y calcular la cantidad de armadura que requiere el depósito en cada una de sus paredes y solera.

3.1. Cargas a soportar por las paredes.

El primer cálculo a realizar es obtener las cargas que van a actuar sobre las paredes del depósito. Estas provocarán una serie de esfuerzos que tendrá que soportar la estructura de la arqueta, tanto los muros como la solera. En este caso, el único elemento que produce esfuerzos sobre las paredes son las tierras que lo envuelven.

La arqueta se encuentra completamente enterrada por lo que las tierras que la envuelven van a crear una presión similar a la hidrostática. Se determina el máximo empuje de tierras en las paredes del depósito del siguiente modo:

$$q_1 = 1/3 \cdot h \cdot \delta_t$$

Donde:

- δ_t es el peso específico de las tierras: 22.760 N/m³
- h es la altura de tierras sobre el muro (m)

Por tanto, el valor que se utilizará para los cálculos posteriores de los esfuerzos a soportar será el correspondiente a considerar el depósito completamente enterrado, es decir, con una altura de tierras a su alrededor de 4,5 m. El cálculo es:

$$q_1 = 1/3 \cdot 4,5 \text{ m} \cdot 22.760 \text{ N/m}^3 = 34.140 \text{ N/m}^2$$

Por otro lado, y como caso extraordinario y remoto, podría ocurrir que la arqueta quedara anegada de agua por un fallo del sistema de bombeo. Por ello, se va a considerar la presión hidrostática que podría llegar a producir este evento.

$$q_2 = h \cdot \delta_w$$

Donde:

- δ_t es el peso específico de las tierras: 9.810 N/m³
- h es la altura de agua sobre el muro (m)

Por tanto, el cálculo de la presión hidrostática para este caso quedaría del siguiente modo:

$$q_2 = 4,5 \text{ m} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3 = 44.145 \text{ N/m}^2$$

3.2. Determinación de esfuerzos y deformaciones.

Las únicas acciones consideradas para el dimensionado han sido el empuje de tierras y, en un caso remoto, la presión hidrostática.

**Posteriormente, una vez queden claras las dimensiones exteriores de la arqueta, ésta se cubrirá con un forjado, el cual tendrá un peso característico que habrá que comprobar si resiste el espesor definido de las paredes, hasta entonces no es posible hacer este cálculo debido a que no se puede saber que longitud tendrá dicho forjado.*

En los depósitos enterrados las hipótesis de carga que deben considerarse son: empuje de tierras con el depósito vacío, presión hidrostática del agua sin considerar el empuje de tierras, y otras sobrecargas con el depósito vacío.

A continuación, se exponen las consideraciones particulares para cada hipótesis y la repercusión que tendrán en los cálculos posteriores.

3.2.1. Hipótesis de carga.

Empuje de tierras con depósito vacío: Se determinan los esfuerzos que aparecen en las paredes, debidos al empuje del terreno. Si el depósito tiene cubierta, como es este caso, ésta podrá coartar el movimiento de la coronación del muro y trasladarlo hasta un punto fijo, entonces se considerará que actúa el empuje al reposo, algo mayor que el activo.

Según se construya el conjunto pared-losa de fondo, la respuesta del terreno del fondo debe tenerse en cuenta. En este caso, al tratarse de un depósito monolítico (de una sola pieza), el terreno debe introducirse como si fuese un muelle, es decir, como si se tratase de una placa apoyada en un medio elástico, por tanto, hay que modelizar el terreno mediante un coeficiente de balasto.

Presión hidrostática sin empuje de tierras: Se determinarán los esfuerzos de las paredes exteriores del depósito bajo la acción de la carga hidrostática, sin considerar los empujes del terreno. Para las acciones sobre la solera son aplicables las observaciones hechas en el punto anterior. En el caso de que el nivel freático se encuentre por encima de la solera, a las presiones de terreno habrá que sumarles la subpresión añadida por ésta.

Este punto no sería preceptivo considerarlo ya que va a ser una zona normalmente seca, pero, desde el lado de la seguridad, se considera que en algún momento de la vida útil de la construcción puede existir una fuga grande de agua y quedar anegada completamente, por lo que no está de más considerar este esfuerzo en los cálculos.

Para este proyecto, no se considera que la capa freática se encuentre por encima de la solera ya que se desconoce la altura a la que se encuentra.

Otras sobrecargas: en un caso como este donde el depósito está enterrado e consideran también las acciones de otras sobrecargas que de forma eventual puedan existir. Se efectuará un estudio posteriormente sobre las acciones que puedan tener relevancia en el dimensionado.

3.2.2. Cálculo de momento, cortantes y flechas.

El cálculo riguroso de los esfuerzos correspondientes a los depósitos de planta rectangular es un tema difícil de abordar. En la práctica se emplean métodos simplificados de cálculo, tal y como se va a hacer en este proyecto.

Las paredes de los depósitos se calculan como placas rectangulares sometida a cargas triangulares, con la sustentación que corresponda al diseño. Será necesario determinar las leyes de momentos flectores y las reacciones en los apoyos.

Los esfuerzos de la solera son más complejos de determinar, por influir de manera notoria la naturaleza de suelo. Es necesario efectuar las hipótesis de carga con depósito lleno y vacío.

Una vez determinados los esfuerzos de las distintas placas, se procede a la obtención de las armaduras. Para simplificar los cálculos van a determinarse, independientemente, las armaduras de flexión y de tracción, sumándose las secciones correspondientes a cada una. En el caso de este proyecto la armadura se va a determinar por criterios de fisuración. Ésta resulta, con frecuencia, mayor que la obtenida por consideraciones resistentes.

Con los datos obtenidos de la carga provocada por las tierras adyacentes a la arqueta, se determinan los esfuerzos y flechas que provocarán éstas en las paredes y solera del depósito.

Los esfuerzos más relevantes que van a determinar el espesor final de las paredes y la solera con los distintos tipos de momento que aparezcan (M) y los cortantes (V). Por otro lado, se calcularán también las flechas (f) que se dan en cada caso.

En este caso, el depósito se dimensiona considerando que las paredes y la solera son placas completamente empotradas con el borde superior de las paredes libre (pese a que está cubierta). Debido a las dificultades que plantea el cálculo de placas, se toman de

bibliografía los correspondientes valores que corrigen el cálculo (α) de cada esfuerzo tal y como se indica a continuación.

Tabla 4: Valores de α para la relación altura/base. (Jiménez – Montoya, 2010).

Esfuerzos y flechas	Valores de α para h/a (o h/b)							
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
M (ve)	0.137	0.115	0.092	0.073	0.057	0.046	0.039	0.035
M (vm)	-0.009	0.003	0.008	0.012	0.013	0.013	0.011	0.01
M (he)	0.06	0.054	0.05	0.046	0.042	0.038	0.034	0.03
M (hm)	0.027	0.03	0.028	0.023	0.019	0.017	0.015	0.013
V máx	0.47	0.45	0.43	0.415	0.375	0.34	0.32	0.295
f máx	0.246	0.137	0.083	0.052	0.03	0.02	0.014	0.01

En este caso, la relación h/a es igual para una pared que para otra ya que tiene las mismas dimensiones, se trata de un depósito cuadrado. El valor de h/a que se tomará es:

$$\frac{h}{a} = 1,00$$

Los distintos momentos que aparecerán se calculan del siguiente modo:

$$M_i = \alpha \cdot q_i \cdot h^2$$

Donde:

- α : factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)

Existen distintos tipos de momentos debido a que las flexiones que se produzcan las resistirá la armadura de acero de cada pared. Por ello, se colocarán armaduras en distintos lugares del muro en función de los momentos que se obtengan. Los momentos que se van a calcular para el dimensionado de las paredes son los siguientes.

- M (ve): Momento para la armadura vertical en el empotramiento.
- M (vm): Momento para la armadura vertical máximo en el vano.
- M (he): Momento para la armadura horizontal en el empotramiento.
- M (hm): Momento para la armadura horizontal en el empotramiento.

Todos ellos se calculan de igual manera que se ha explicado anteriormente.

Para los cortantes, se calculará el cortante máximo que se produce en toda la pared del depósito. El cálculo es:

$$V = \alpha \cdot q \cdot h$$

Donde:

- α : factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)

En el caso de las deformaciones (f), éstas se calculan a partir de la siguiente ecuación:

$$Flecha \rightarrow f = \frac{\alpha \cdot q \cdot h^4}{E \cdot e^3}$$

Donde:

- α : Factor de corrección obtenido de tablas para una relación h/a
- q_i : Carga correspondiente en cada caso. (N/m²)
- h : Altura que alcanza en el depósito la carga a considerar (m)
- E: Modulo de elasticidad del hormigón (kg/m²)
- e: Espesor del muro (m)

3.2.3. Resultados de esfuerzos y flechas para el empuje de tierras.

En este punto se exponen los resultados de los cálculos anteriores resumidos en tablas para cada uno de los esfuerzos y deformaciones provocados por el empuje de tierras. Estos son:

Tabla 5: Esfuerzos y deformaciones provocados por el empuje de tierras.

	h/a o ha/b	M(ve) (N·m/ml)	M(vm) (N·m/ml)	M(he) (N·m/ml)	M(hm) (N·m/ml)	V max (N)	f max (m)
Pared (a x h)	1,00	24.197	6.914	20.740	8.988	45.321	0,013

3.2.4. Resultado de esfuerzos y flechas para la presión hidrostática.

Aquí se resumen los resultados de esfuerzos y deformaciones provocados por la presión hidrostática en las paredes del depósito. Estos son:

Tabla 6: Esfuerzos y deformaciones provocados por la presión hidrostática.

	h/a o ha/b	M(ve) (N·m/ml)	M(vm) (N·m/ml)	M(he) (N·m/ml)	M(hm) (N·m/ml)	V max (N)	f max (m)
Pared (a x h)	1,00	31.288	8.940	26.818	11.621	58.603	0,056

3.2.5. Cálculo de axiles.

La armadura también debe estar dimensionada para soportar las tracciones que se originen en las paredes y la solera del depósito debido a la **presión hidrostática** que se produce en las paredes de forma perpendicular a éstas.

La presión hidrostática se distribuye entre las dos paredes enfrentadas (N_{ap}) y el fondo (N_{af}) según los porcentajes obtenidos de bibliografía que se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Valores de β_p y β_f para el armado de los lados a y b. (Jiménez - Montoya, 2010).

Armadura paralela a lado "a"								
h/a	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Fondo β_f	0.8	0.8	0.6	0.54	0.48	0.45	0.42	0.4
Pared β_p	0.1	0.15	0.2	0.23	0.26	0.275	0.29	0.3

En este apartado se determinan para las 4 paredes (a) y el fondo (f) el esfuerzo total (N_a), el esfuerzo de pared (N_{ap}) y el esfuerzo en el fondo (N_{af}). El cálculo para cada uno de ellos se lleva a cabo del siguiente modo:

$$N_a = \frac{a \cdot h^2 \cdot \delta}{2} \quad N_{ap} = \frac{\beta_p \cdot a \cdot h^2 \cdot \delta}{2} \quad N_{af} = \frac{\beta_f \cdot a \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$$

Los resultados que se obtienen para as paredes y la solera en cada caso son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 8: Resultado de los axiles en paredes y fondo.

	h/a	N_a (N·m/ml)	N_{ap} (N·m/ml)	N_{af} (N·m/ml)
Armadura Pared	0,5	933.667	186.734	560.201

3.2.6. Comprobación del esfuerzo cortante.

En este punto se va a comprobar si el esfuerzo cortante obtenido anteriormente se puede dar con el espesor de hormigón y las características del acero que se han tomado en este proyecto.

De forma general, las paredes de las arquetas se dimensionan sin armadura horizontal. La comprobación se efectúa, de acuerdo con la Instrucción Española, mediante la condición para elementos superficiales sin armadura transversal donde el valor mínimo de cortante debe ser:

$$V_{cu} = \frac{0.075}{\gamma_c} \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d'}} \right)^{1.5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot d' \quad (N/m)$$

Donde:

- d' : es el recubrimiento mecánico en mm.
- f_{ck} : resistencia característica del hormigón (N/mm²)
- γ_c es el coeficiente de ponderación (1,5)

Para el recubrimiento mecánico, d' , se toman barras de acero de 16 Φ (más grande que se espera dadas las dimensiones de la arqueta) para el primer cálculo y un recubrimiento. Por tanto, el recubrimiento queda:

$$d' = a - d - \Phi/2 = 300 - 50 - 16/2 = 242 \text{ mm}$$

$$V_{cu} = \frac{0,075}{1.5} \left(1 + \sqrt{\frac{200}{242}} \right)^{1.5} \cdot \sqrt{30} \cdot 242 = 174.818 \text{ (N/ml)}$$

Ahora, se compara este valor con el del cortante máximo obtenido anteriormente entre el provocado por la presión hidrostática y el empuje de tierras, que adopta un valor de:

$$V_{max} = 58.603 \text{ (N/ml)}$$

Por lo que la relación entre estos dos valores queda:

$$\gamma_f = \frac{174.818}{58.603} = 2,98 > 1 \quad \text{Correcto}$$

3.3. Determinación de la armadura necesaria y condiciones.

En este apartado se determina la cantidad de armadura necesaria y la separación entre barras de mismo diámetro en las paredes y solera. Como ya se comprobó que la relación de

espesor para el hormigón es correcta, colocar esta armadura servirá para evitar que el hormigón se agriete y existan fugas de agua por las grietas. Por ello, en primer lugar, se debe plantear una hipótesis de fisuración previa al dimensionado de la armadura.

3.3.1. Hipótesis de fisuración.

En este caso, dentro de la arqueta no se va a albergar ningún tipo de fluido, por tanto, el que existan grietas no va a dejar la instalación fuera de uso. Aun así, y con tal de mantener la estructura en buenas condiciones, se va a plantear la misma hipótesis que para el depósito.

En este caso, el ancho de fisura máximo que se va a tomar como restricción para los cálculos de la armadura va a ser de 0,1 mm, como en el depósito.

De la siguiente tabla se obtienen relaciones entre la separación de las armaduras, su diámetro y el coeficiente de fisuración (k).

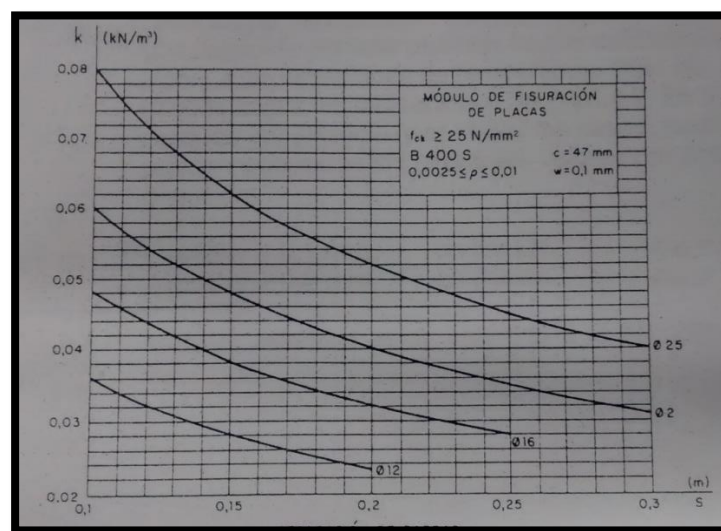


Ilustración 1: Separación entre armaduras para distintos valores de K y distintos diámetros de armadura para B-400-S. (Jiménez - Montoya, 2010).

Para el cálculo de la armadura que permita obtener esta condición de fisuras menores a 0,1 mm, se tendrán que colocar los siguientes tipos de armaduras:

- Armadura de flexión. Se determina en función de la anchura máxima admitida para la fisura.
- Armadura de tracción simple. Adoptando un valor muy bajo para la tensión admisible del acero.

3.3.2. Determinación de la armadura vertical necesaria en el empotramiento para la pared.

- Para la pared de dimensiones $a \times h$

Se va a realizar estos cálculos a partir de los momentos obtenidos de la carga correspondiente al empuje de tierras.

Se comienza por determinar el módulo de fisuración (k) a partir de la siguiente ecuación

$$k = \frac{0.75 \cdot m(ve)}{(1.39 - e) \cdot e^2 \cdot 10^4}$$

Donde:

- $m(ve)$: Momento unitario de servicio en $\text{kN}\cdot\text{m/ml}$
- e : espesor de la pared en m.

$$k = \frac{0.75 \cdot 24,197}{(1.39 - 0.3) \cdot 0.3^2 \cdot 10^4} = 0,018$$

Entrando en la *ilustración 1* con el valor de k anterior y la curva correspondiente a la armadura 12 Φ de B-400-S, resulta una **separación entre barras de 0,2 m**. Se toma la más cercana por encima ya que no existe en la gráfica una tan baja.

- En este caso $d' = 300 - 50 - 12/2 = 244 \text{ mm}$

Por tanto, el área de armadura necesaria en esta pared será:

$$A = \frac{100 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0.6^2 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

La sección se ha de comprobar a rotura del siguiente modo:

$$\omega = \frac{A \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{565 \cdot 400 / 1.15}{4500 \cdot 244 \cdot 30 / 1.5} = 0.0089$$

$$\mu = \omega(1 - 0.52 \cdot \omega) = 0.0044$$

$$m_u = \mu \cdot a \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.0089 \cdot 4500 \cdot 244^2 \cdot 30 / 1.5 = 47.688 \text{ N} \cdot \text{m/ml}$$

$$\gamma_f = \frac{m_u}{m} = \frac{47.688}{24.197} = 1,97 \text{ Correcto}$$

Por tanto, el área necesaria para cada pared de dimensiones $a \times h$ es **5,65 cm^2/ml** .

- **Para la solera de dimensiones $a \times a$**

En la solera se colocan armaduras para vencer los axiles perpendiculares a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Para un valor de $h/a = 1,0$ resulta $\beta_f = 0,4$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,4 \cdot 4,5^2 (m^2) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3} \right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2} \right)} = 0,000397 m^2$$

$$A_{af} = 3,97 cm^2$$

3.3.3. Determinación de la armadura a tracción simple necesaria en el empotramiento.

Aunque en este caso, el recinto no va a albergar ningún líquido y, por tanto, no se van a producir tracciones en las paredes debidas a la presión hidrostática, la arqueta se dimensiona de tal modo de que si hubiera alguna rotura o fuga en las bombas o tuberías y se anegara la arqueta por completo, no existirían peligros de grietas ni fugas. Por tanto, aunque no es preceptivo, se añade armadura a tracción simple para tener en cuenta lo anterior en el hipotético caso de que pueda ocurrir.

Para este cálculo se debe utilizar el momento correspondiente a esta sección, que en este caso es M_{he} provocado por la presión hidrostática supuesta que habría en el caso de anegarse la arqueta. Se calcula la constante de fisuración para la armadura horizontal:

$$m_{he} = 26.818 N \cdot m/ml$$

$$k = \frac{0.75 \cdot 26,818}{(1.39 - 0,3) \cdot 0,3^2 \cdot 10^4} = 0,021$$

En la *ilustración 1* se obtiene un valor de separación para 12 Φ de 0,2 m. Por tanto, se decide colocar acero 12 Φ de B-400-S **de 0,2 m**. El área mínima de armadura queda:

$$A_{min} = \frac{100 cm}{20 cm} \cdot \pi \cdot 0,6^2 = 5,66 cm^2/ml$$

3.3.4. Determinación de la armadura de tracción simple necesaria en la pared.

Estas armaduras se calculan con una tensión del acero baja, $\sigma_{s, adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, y pueden disponerse distribuidas, la mitad en cada cara de la placa.

Para las paredes de dimensiones $a \times h$ que tienen una relación $h/a = 1,0$ con el valor mencionado del acero, se obtiene un área necesaria:

$$A_{ap} = \frac{\beta_p \cdot a \cdot h \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,3 \cdot 4,5 \text{ (m)} \cdot 4,5 \text{ (m)} \cdot 9810 \text{ (N/m}^3\text{)}}{2 \cdot 100000000 \text{ (N/m}^2\text{)}} = 2,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{ml}$$

$$A_{ap} = 2,98 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

3.3.5. Armadura horizontal resultante para las paredes.

La armadura horizontal necesaria es la suma de la que se coloca en el empotramiento más la que se coloca debida al empuje hidrostático en la pared, por ello, queda del siguiente modo:

Pared a x h

$$A_{ah} = 5,66 + \frac{2,98}{2} = 7,15 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

3.3.6. Armadura inferior para la solera.

En este punto se determina la armadura requerida en la solera. Se dimensiona por separado la armadura superior y la inferior ya que en cada una se plantea una hipótesis distinta. Los cálculos aparecen en los siguientes apartados.

Las armaduras inferiores de la solera se determinan suponiendo la arqueta vacía, que es como estará normalmente, en función del peso unitario de la pared.

Se toma como peso "p" para el hormigón HA-30 un valor de 51,3 kN/ml. El cálculo de la armadura se determina del siguiente modo:

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por flexión.

Las armaduras inferiores de la solera se determinan suponiendo el **depósito vacío** en función del peso unitario de la pared. En primer lugar, se determina el momento máximo que se producirá en la solera a partir de la siguiente expresión:

$$m_{ae} = 0.1 \cdot p \cdot (a + b) = 0.1 \cdot 51,3 \cdot (4,5 + 4,5) = 46,17 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{ml}$$

Se determina el coeficiente de fisuración k a partir del momento anterior:

$$k = \frac{0.75 \cdot 46,17}{(1.39 - 0,3) \cdot 0,3^2 \cdot 10^4} = 0,035$$

Entrando en la *ilustración 1* con este valor de k para B-400-S se obtiene un resultado, tal que se colocarán barras de acero 16 Φ de B-400-S con una separación de 0,15 m.

Por lo que el área mínima queda para la armadura paralela a "a":

$$A_{min} = \frac{100 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0,8^2 = 13,40 \text{ cm}^2/ml$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por tracción.

En la solera se colocan armaduras para vencer los axiles perpendiculares, provocados por el empuje de tierras que empujan las paredes hacia dentro de la arqueta, a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Entrando en tablas con $h/a = 1,0$ resulta $\beta_f = 0,4$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,4 \cdot 4,5^2 (m^2) \cdot 9810 \left(\frac{N}{m^3} \right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{N}{m^2} \right)} = 3,97 \cdot 10^4 m^2$$

$$A_{af} = 3,97 \text{ cm}^2$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" resultante.

La armadura total que se colocará en la parte inferior de la solera de manera paralela a las paredes "a x h" será la siguiente:

$$A_a = 13,40 + \frac{3,97}{2} = 15,39 \text{ cm}^2/ml$$

3.3.7. Armadura superior de la solera.

Las armaduras superiores de la solera se determinan a partir de los momentos de empotramiento de los arranques de las paredes (m_{ve}) correspondientes, considerando el **depósito lleno**.

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por flexión.

Las armaduras superiores de la solera se determinan suponiendo la arqueta anegada de agua, en función del peso unitario de la pared, por tanto, el valor del momento a utilizar para el cálculo es $M(ve)$

$$m_{ve} = \alpha \cdot q_i \cdot h^2 = 0,035 \cdot 44.145 \frac{N}{m^2} \cdot 4,5^2 = 31.288 \text{ N} \cdot m/ml$$

Se determina el coeficiente de fisuración k a partir del momento anterior:

$$k = \frac{0.75 \cdot 31,288}{(1.39 - 0.3) \cdot 0,3^2 \cdot 10^4} = 0,024$$

Entrando en la *ilustración 1* con este valor de k para B-400-S se obtiene que utilizando acero de 12 Φ de B-400-S con una separación de 0,19 m.

Por lo que el área mínima queda para la armadura paralela a "a":

$$A_{min} = \frac{100 \text{ cm}}{19 \text{ cm}} \cdot \pi \cdot 0,6^2 = 5,95 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" por tracción.

En la solera se colocan armaduras en la parte superior para vencer los axiles perpendiculares a las dos paredes, el resultado para este caso es:

Entrando en la tabla 4 con h/b = 1,0 resulta $\beta_f = 0,4$, por tanto con un valor de $\sigma_{s,adm} = 100 \text{ N/mm}^2$, se obtiene:

$$A_{af} = \frac{\beta_f \cdot h^2 \cdot \delta}{2 \cdot \sigma_{s,adm}} = \frac{0,4 \cdot 4,5^2 (\text{m}^2) \cdot 9810 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^3}\right)}{2 \cdot 100000000 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)} = 3,97 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{af} = 3,97 \text{ cm}^2$$

- Armadura paralela a las paredes "a x h" resultante.

La armadura total que se colocará en la parte superior de la solera de forma paralela a las paredes "a x h" será la siguiente:

$$A_a = 5,95 + \frac{3,97}{2} = 7,94 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

3.4. Resumen de resultados para las armaduras.

Los resultados que se han obtenido de los cálculos anteriores sobre el área mínima necesaria de armadura en cada caso, tomando como criterio un ancho de fisura máximo del hormigón de 0.1 mm, son los que vienen dados en la siguiente tabla.

Tabla 9: Armadura necesaria en cada una de las placas.

Placa	Orientación	Área _{min} (cm ² /ml)	Tipo (B-400-S)	Separación (m)	Barras/ml
	Horizontal	7,15	Φ 12	0,2	5

Paredes a x h	Vertical	5,66	Φ12	0,2	5
Solera inferior	∥ a "a x h"	15,39	Φ20	0,2	5
Solera superior	∥ a "a x h"	7,94	Φ16*	0,25*	4

* Estos valores han sido mayorados para uniformizar las distancias y número de barras por ml, además de hacer que su colocación sea más sencilla ya que se obtenían decimales de milímetro en su separación. Algunos de ellos han sido subidos de diámetro de barra para poder obtener unas distancias de colocación sencillas en obra.

4. Cubierta de la arqueta.

La arqueta estará enterrada en la parcela y su cubierta será, al igual que la del depósito anexo, accesible para personas ya que se encuentra dentro del recinto deportivo junto a la caseta del cabezal de riego. Para ello, ésta se va a cubrir mediante un forjado de placas alveolares, de canto a determinar en los siguientes cálculos, que se trazarán de un lado a otro de éste y su cálculo se realiza como vigas continuas apoyadas-apoyadas. Es decir, al tratarse de materiales prefabricados, únicamente es necesario obtener el momento máximo que se producirá en el vano y buscar una placa resistente al mismo.

Las placas o losas alveolares son elementos superficiales planos de hormigón pretensado prefabricado en instalación fija exterior a la obra, aligerando mediante alveolos longitudinales y diseñado para soportar cargas producidas en forjados. Sus juntas laterales están especialmente diseñadas para que, una vez rellenas de hormigón, puedan transmitir los esfuerzos cortantes a las losas adyacentes. Este tipo de forjados está recomendado para losas que no excedan de los 50 cm de espesor y luces menores a 20 m

A continuación, se determinará la hipótesis de carga a seguir para su dimensionado y se obtendrán los resultados. Además, se comprobará que los muros dimensionados anteriormente para el depósito son capaces de resistir los axiles que se generarán por el peso propio de la cubierta y la sobrecarga de uso que se le dé.

4.1. Acciones a soportar por el forjado.

Las acciones son las propias recogidas por el CTE-DB-SE-AE. La instrucción hace referencia a ellas en los artículos 11 y 12.

En cuanto a las hipótesis o combinaciones de carga, la tabla siguiente establece los coeficientes de ponderación establecidos en CTE-DB-SE.

Tabla 10: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límites Últimos.

Tipo de acción	Situación persistente		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	1,00	1,35	1,00	1,00
Pretensado	1,00	1,00	1,00	1,00
Permanente no constante	1,00	1,50	1,00	1,00
Variable	0,00	1,50	0,00	1,00
Accidental	-	-	1,00	1,00

4.2. Estados límites últimos.

Como cualquier elemento de hormigón armado, resulta preceptivo realizar las comprobaciones a deformaciones límite. Sin embargo, no es necesario realizar la comprobación a flecha si se verifican una serie de condiciones que se expondrán a continuación. Además, la comprobación permite obtener un canto mínimo de un forjado para que resulte exenta la comprobación a flecha, por lo que resulta útil en los primeros pasos de un predimensionado. Este aspecto viene recogido en el artículo 50.2.2.1 en EHE-08 y dice:

En el caso particular de forjados de losas alveolares pretensadas con luces menores de 2 metros, y sobrecargas no mayores de 4 kN/m², no es necesario realizar las comprobaciones a flecha de acuerdo con el artículo 50.1, si el canto total del forjado h es mayor que el mínimo h_{min} que viene dado por:

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

- δ_1 : factor que depende de la carga total y que toma el valor $\sqrt{q/7}$, siendo q la carga total característica (sin mayorar) en kN/m².
- δ_2 : factor que depende de la longitud y toma el valor $\sqrt[4]{L/6}$, siendo L la luz de cálculo del forjado en metros.
- C : Valor adimensional que depende de la forma del vano, su posición, y de los elementos sustentables por el forjado y del tipo de forjado y se toma de la tabla 50.2.2.1.b (EHE-08). Para el caso de losas alveolares, el coeficiente C adopta un valor de 36.

En los siguientes puntos se va a desarrollar el cálculo del forjado del depósito con losas alveolares.

4.3. Cálculos para la cubierta.

Se trata de la cubierta de una arqueta cuadrada de longitud de lado 5,1 m. A continuación, se exponen todos los cálculos pertinentes para la obtención y dimensionado de las placas alveolares requeridas.

Cabe decir que el cálculo de un forjado como elemento constructivo, se plantea como otros muchos elementos constructivos, por ensayo y error e iterando al realizar las distintas comprobaciones. Por ello, se comienza el cálculo considerando una placa alveolar de 20+5 de 1,2 m de ancho y 20 cm de espesor con una capa de compresión de 5 cm con hormigón HA-35, que se definirá más adelante en este mismo anejo.

Las características técnicas de las placas alveolares seleccionadas son las que se presentan en el siguiente cuadro y vienen dadas por UNE-EN 1168:2006+A3:2012 y UNE-EN 10025-1:2006.

Tabla 11: Características de las placas alveolares.

Parámetro	Valor
Tipo de placa	Placa de acero pretensado 20+5
Hormigón	HA-25/B/12/IIa
Canto (h)	0,2 m
Anchura (l)	1,2 m
M. flector último	kN·m/ml
Tipo de acero	B-500-S
Cuantía de acero	kg/m ²

4.3.1. Acciones.

Las acciones que tendrá que soportar el forjado son las que se plantean en el siguiente cuadro. Las acciones de cálculo consideradas se han determinado a partir de las establecidas por la Norma CTE-DB-SE-AE "Acciones en la edificación". Como hipótesis de carga y coeficientes de ponderación de carga se han considerado los establecidos en la EHE-08.

Tabla 12: Acciones de cálculo consideradas para el forjado.

Acciones	q_i
Peso propio del forjado	296,2 kg/m ²
Peso propio de la capa de compresión	165 kg/m ²
Peso propio del solado	100 kg/m ²

Sobre carga de uso	200 kg/m ²
Nieve	20 kg/m ²
TOTAL	781,2 kg/m²

Por tanto, la carga característica q obtiene un valor de:

$$q = 781,2 \text{ kg/m}^2$$

4.3.2. Canto mínimo del forjado.

A continuación, se calcula cual debería ser el canto mínimo de este forjado a partir de sus características geométricas y la carga q que debe soportar.

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

$$\delta_1 = \sqrt{q/7} = \sqrt{7,812 \text{ kN/m}^2 / 7} = 1,056$$

$$\delta_2 = \sqrt[4]{L/6} = \sqrt[4]{5,1 \text{ m} / 6} = 0,960$$

$$C = 36$$

Por tanto, h_{min} queda:

$$h_{min} = 1,056 \cdot 0,960 \cdot \frac{5,1 \text{ m}}{36}$$

$$h_{min} = 0,14 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \text{ Correcto}$$

De momento, el cálculo con esta placa de 20 cm de canto es correcto, queda por comprobar si resistirá el momento máximo que se produzca.

4.3.3. Momento máximo en el vano.

Para poder obtener el momento máximo que se producirá en el vano, es necesario obtener la carga característica lineal q_L en lugar de superficial. Para ello, se multiplica a carga q por el ancho de entrevigado o distancia intereje, que en este caso es de 1,2 m. El cálculo es el siguiente:

$$q_L = 781,2 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,2 \text{ m} = 937,4 \text{ kg/ml}$$

Ahora, se obtiene la carga ponderada q_L^* líneas del siguiente modo:

$$q_L = \left(1,35 \cdot 461,2 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 300 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 20 \text{ kg/m}^2\right) \cdot 1,2 \text{ m}$$

$$q_L^* = 1323 \text{ kg/ml}$$

Con el valor de esta carga, se puede calcular el momento isostático máximo que se producirá en el vano. Al tratarse una placa apoyada - apoyada, el momento máximo se puede obtener con la siguiente expresión:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q_L^* \cdot L^2}{8} = \frac{1323 \text{ kg/ml} \cdot 5,1 \text{ m}^2}{8}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 4.301 \text{ kg} \cdot \text{m} = 43,01 \text{ kN} \cdot \text{m/ml}$$

Comparando con el momento máximo que se podría dar en el perfil, que es de 60 kN·m/ml, esta placa sería apta para formar parte del forjado.

$$43,01 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{ml}} < 60 \text{ kN} \cdot \text{m/ml} \text{ (Correcto)}$$

4.3.4. Resultado del forjado.

Después de realizar los cálculos pertinentes, se obtiene que, el forjado necesario para soportar las cargas establecidas anteriormente es el planteado en la hipótesis anterior. Sus características se pueden consultar al comienzo de estos mismos cálculos.

Al tener una anchura de 10,3 m el depósito, el número de placas alveolares que se requieren finalmente es de:

$$N \text{ placas} = \frac{5,1 \text{ m}}{1,2 \text{ m/placa}} = 4,25 = 5 \text{ placas}$$

En el Plano N° 9 "Arqueta de bombeo" se puede ver la disposición de estas sobre la arqueta.

5. Comprobación a de los muros del depósito con la cubierta.

Ahora, una vez dimensionada la cubierta y sabiendo el peso que esto va a aportar al total que deben soportar los muros en forma de axil, se procede a comprobar si el espesor dado anteriormente de 0, m es suficiente para resistirlo.

En primer lugar, se debe obtener el peso por m^2 que se añade a cada muro por tener que soportar el forjado. Este valor es el mismo utilizado anteriormente para los cálculos y dimensionado de las placas alveolares.

Si se supone la hipótesis de que las placas apoyan únicamente sobre dos de los muros, se obtiene que se tiene un área total de apoyo de:

$$A_T = (10,3 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m}) \cdot 2 = 3,06 \text{ m}^2$$

Por otro lado, el área total que ocupa el forjado del depósito coincide con sus dimensiones exteriores, ya que está cubierto completamente. Por tanto, el área de forjado:

$$A_T = (5,1 \text{ m} \cdot 5,1 \text{ m}) = 26,01 \text{ m}^2$$

Se conoce el peso total o carga característica que tiene el forjado, ya que se utilizó para los cálculos del dimensionado del mismo. Por tanto:

$$q_L^* = 1103 \text{ kg}/\text{m}^2$$

Se puede obtener el peso total del forjado del siguiente modo:

$$Q_t = 1103 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot 26,01 \text{ m}^2 = 28.689 \text{ kg}$$

Ahora, calculamos cuanto debe de soportar cada m^2 de muro disponible que se tiene para su sujeción.

$$\frac{28.689 \text{ kg}}{3,06 \text{ m}^2} = 9.376 \text{ kg}/\text{m}^2 = 93.760 \text{ N}/\text{m}^2$$

Utilizando un hormigón HA-30 donde su resistencia a compresión minorada es de 20 N/mm^2 , se obtiene un índice de resistencia al axil de:

$$i_{axil} = \frac{93.760 \text{ N}/\text{m}^2}{20.000.000 \text{ N}/\text{m}^2} = 0,005 < 1 \text{ (Correcto)}$$

6. Paso de hombre para acceso a la arqueta.

Para poder acceder al interior de la arqueta y poder realizar tareas de limpieza y reparaciones en el grupo de bombeo o tuberías en el caso de que fuera necesario, en la cubierta se va a dejar un hueco, conocido como *Paso de hombre* de forma cuadrada en una de las esquinas. Para ello, se va a recortar una de las placas alveolares una distancia de 1,20 m de longitud.

Ésta ahora se sujetará en las placas anexas que tenga, mediante una estructura de acero de forma omega, con solamente 1 kg/m² de repercusión en las placas anexas. Por tanto, no es preceptivo someterla a nuevos cálculos y comprobaciones.

La disposición de la misma en obra queda reflejada en el Plano N^o 9 “Arqueta de bombeo”. Además, para acceder al fondo del depósito a través de ella, también se ancla en la pared de hormigón, una escalera metálica de tubos de acero con una separación de 0,5 m.

El paso de hombre que se coloca es una pieza prefabricada de acero inoxidable con una tapa del mismo material de sección rectangular con unas dimensiones de 1,20 x 1,20 m. En la instalación del mismo se coloca, insertada en la pared de hormigón armado, una escalera de acero inoxidable con peldaños separados 0,5 m de profundidad y un ancho de agarre de 0,45 m con el fin de poder llegar al fondo del depósito con seguridad para realizar las tareas pertinentes.

7. Cálculo bomba de achique.

La arqueta de bombeo tiene como uso principal albergar las bombas del sistema de riego y la posibilidad de acceso a ella para tareas de mantenimiento, por lo que debe estar seca. Al ser una zona por la que pasa agua por conducciones, es probable que existan pérdidas en las mismas que se vayan acumulando sobre la solera. Como ésta está a 4,5 m de profundidad, no es posible conducir por gravedad las aguas hasta el sistema de evacuación público. Por ello, se instala una bomba de achique de aguas que se pondrá en funcionamiento en el momento en el que se acumule cierta cantidad de agua sobre la solera para evitar que no se pueda acceder a la misma para las tareas pertinentes.

La bomba seleccionada es una bomba de achique de 1.050 W sumergible con un caudal máximo de 20 m³/h y una H_m de 11 m.c.a. capaz de extraer aguas con impurezas de hasta 38 mm de diámetro.

La conexión a la red eléctrica de la misma es monofásica (230 V – 50 Hz).

8. Movimiento de tierras.

El movimiento de tierras necesario en este caso corresponde al volumen que ocupa el depósito en sus dimensiones exteriores, es decir:

$$V_{mov. tierras} = 5,1 m \cdot 5,1 m \cdot 4,8 m = 125 m^3$$

Al tratarse de una arqueta de sección cuadrada, totalmente enterrada y de paredes planas, el movimiento de tierras a realizar dará un orificio cuadrado, con las dimensiones descritas y con las paredes formando un ángulo de 90^o con la superficie exterior y la solera del mismo.

9. Solución adoptada.

Finalmente, se concluye con que todos los resultados obtenidos anteriormente han sido satisfactorios para las hipótesis que se planteó en inicio. Por tanto, el resultado final que se obtiene para la arqueta es:

- Muros y solera.

Tabla 13: Características técnicas de muros y solera.

Parámetro	Valor
Anchura interior (m)	4,5
Profundidad interior (m)	4,5
Altura interior (m)	4,5
Anchura exterior (m)	5,1
Profundidad exterior (m)	5,1
Altura exterior (m)	4,8
Hormigón	HA-30/B/20/I
Armadura	B-400-S
Recubrimiento (m)	0,05

- Forjado de placas alveolares

En el siguiente cuadro se muestran las características técnicas de las placas alveolares y de la capa de compresión que lleva consigo para formar una losa firme y rígida.

Tabla 14: Características de las placas alveolares.

Parámetro	Valor
Tipo de placa alveolar	20 + 5
Prefabricado	Si
M. Máx (kN·m)	60
Anchura (m)	1,2
Longitud (m)	5,1
Canto (m)	0,2
Armado placa	B-500-S
N placas requeridas	5
Cubierta de hormigón	HA-35/AC/10/IIIa
Espesor cubierta (m)	0,05
Malla cubierta	ME-B-500-T 20 x 20 Ø5

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 13

Cabecal de riego. Elementos

Índice Anejo 13

1.	Introducción.	9
2.	Dimensionado del equipo de bombeo.	9
2.1.	Hipótesis a estudiar para los caudales.	10
2.2.	Cálculos para determinar a potencia requerida teórica.	11
2.3.	Resultados para cada sector.	12
2.3.1.	Sector 1.	13
2.3.2.	Sector 2.	13
2.3.3.	Sector 3.	14
2.3.4.	Sector 4.	14
2.3.5.	Sector 5.	15
2.3.6.	Sector 6.	15
2.3.7.	Sector 7.	16
2.3.8.	Sector 8.	16
2.3.9.	Sector 9.	17
2.3.10.	Sector 10.	18
2.3.11.	Resumen de resultados.	18
3.	Selección de las bombas.	19
3.1.	Bomba 1.	19
3.2.	Bomba 2 y 3.	19
4.	Funcionamiento de cada sector.	20
4.1.	Curvas resistentes en cada sector.	20

4.1.1.	Sector 1.....	20
4.1.2.	Sector 2.....	21
4.1.3.	Sector 3.....	21
4.1.4.	Sector 4.....	21
4.1.5.	Sector 5.....	21
4.1.6.	Sector 6.....	22
4.1.7.	Sector 7.....	22
4.1.8.	Sector 8.....	22
4.1.9.	Sector 9.....	22
4.1.10.	Sector 10.....	23
4.2.	Velocidad de giro en cada sector.....	23
4.2.1.	PF para Sector 1.....	23
4.2.2.	PF para Sector 2.....	24
4.2.3.	PF para Sector 3.....	25
4.2.4.	PF para Sector 4.....	25
4.2.5.	PF para Sector 5.....	26
4.2.6.	PF para Sector 6.....	27
4.2.7.	PF para Sector 7.....	28
4.2.8.	PF para Sector 8.....	29
4.2.9.	PF para Sector 9.....	29
4.2.10.	PF para Sector 10.....	30
4.2.11.	Resumen de resultados.....	32
5.	Sistema de filtrado.....	33

5.1.	Hidrociclones.	33
5.2.	Filtro de arena.	35
5.3.	Filtros de malla.	37
6.	Sistema de inyección de fertilizantes.	39
6.1.	Necesidades de fertilización.	40
6.1.1.	Nitrógeno (N).	41
6.1.2.	Fósforo (P).	42
6.1.3.	Potasio (K).	43
6.2.	Tipos de abonos a utilizar para fertirrigación.	43
6.3.	Particularidades de fertilización en un campo de fútbol.	43
6.4.	Dosis y calendario.	44
6.5.	Dimensionado del sistema de fertirrigación. Condicionantes.	46
6.5.1.	Determinación del número de tanques.	47
6.5.2.	Determinación del volumen de los tanques.	48
	Tanque plástico fabricado en Polietileno 100% virgen, con protección UV.	48
6.6.	Bomba inyectora.	49
6.6.1.	Caudal máximo a aportar.	49
7.	Elementos de regulación, seguridad y maniobra.	51
7.1.	Valvulería.	51
7.1.1.	Válvulas de maniobra.	51
7.1.2.	Válvulas de control y regulación.	52
7.2.	Ventosas.	52
7.2.1.	Ventosa monofuncional.	52

7.3.	Automatización.	53
7.4.	Dispositivos.	53

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de caudales y presiones requeridas por cada subunidad.....	9
Tabla 2: Hipótesis planteada para el bombeo.....	10
Tabla 3: Resumen de resultados para la potencia requerida.....	18
Tabla 4: Resumen de resultados para las condiciones de funcionamiento.	32
Tabla 5: Granulometría de la arena utilizada.	36
Tabla 6: Propiedades del árido.	36
Tabla 7: Necesidades de abono nitrogenado en campos de deportes.....	41
Tabla 8: Necesidades anuales (kg/ha) de abonado de campos de futbol.	42
Tabla 9: Necesidades anuales (kg/ha) de abonado de campos de futbol.	43
Tabla 10: Necesidades de N para el césped.	45
Tabla 11: Componentes del fertilizante de microelementos.....	46
Tabla 12: Compatibilidad entre fertilizantes solubles.	47

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Pérdidas de carga en función del caudal para el hidrociclón.	34
Ilustración 2: Pérdidas de carga para el filtro de mallas.	39

1. Introducción.

El cabezal de riego es el elemento principal de la instalación de riego, ya que permite el control y automatización de la instalación en su conjunto al incluir los mecanismos y elementos necesarios para ello. Además, en él se incorpora el equipo de filtrado e inyección de fertilizantes.

El cabezal de riego estará situado en la parcela en una edificación que se construirá para ello anexa al terreno de juego y encima de la arqueta donde se aloja el grupo de bombeo.

El agua empleada para el riego se extrae del depósito subterráneo, que se diseñó anteriormente, situado junto a la arqueta. En el momento en que el depósito alcance un valor inferior a 0,5 m de altura de agua, se abrirá la válvula que permite su llenado procedente de la acometida general. La capacidad de suministro de la acometida es suficiente para poder llenar el depósito diariamente y abastecer el riego en la época de máximas necesidades.

Todos los elementos que a continuación se dimensionan se pueden ver gráficamente en su colocación en el cabezal en el Plano N° 10.1 "Alzado cabezal" y Plano N° 10.2 "Planta cabezal".

Las bombas, al estar situadas en la arqueta de bombeo, se pueden ver en el Plano N° 9 "Arqueta de bombeo".

2. Dimensionado del equipo de bombeo.

Para poder proceder el dimensionado del equipo de bombeo que suministra energía al sistema, es necesario conocer el caudal requerido en cada sector y la presión necesaria para su correcto funcionamiento. En la tabla siguiente se resumen los caudales y presiones de cada uno de los sectores del sistema de riego.

Tabla 1: Resumen de caudales y presiones requeridas por cada subunidad.

Subunidad	Q (m ³ /h)	P ₀ /γ
1.1	8	39,7
1.2		39,8
2	18	53,3
3	18	53,3
4	12	53,9
5	12	55,2
6	12	55,1
7	12	55,1
8	12	54,9

9	12	55,4
10	24	58,3

**Recordar que las subunidades 1.1 y 1.2 funcionan simultáneamente, pero se han calculado por separado por estar alimentadas por laterales de distintas longitudes a pesar de tener el mismo caudal.*

Para obtener el número de bombas que optimice la instalación, se va a recurrir al uso de variadores de frecuencia que permitirán variar la velocidad nominal de giro de la bomba, pudiendo así suministrar diferentes caudales en una misma bomba. Esto permite agrupar diferentes sectores, que tienen una demanda de caudales similares, con la misma bomba. Hay que tener en cuenta que la variación de la velocidad nominal de giro acarrea una disminución del rendimiento de la bomba, por ello, se establece como límite para este proyecto una disminución máxima de un 15 % de su velocidad nominal y un aumento máximo de su velocidad nominal del 20 %.

Al realizarse agrupaciones entre sectores, la bomba o bombas seleccionadas deberán soportar las demandas de altura manométrica del sector más desfavorable, así como las pérdidas de energía que puedan surgir en la aspiración y en el cabezal. Para el resto de sectores agrupados, de necesidades de presión menores, se procederá a la instalación de reguladores de presión o variadores de frecuencia para justar los caudales y las presiones.

2.1. Hipótesis a estudiar para los caudales.

Para obtener un resultado que satisfaga las necesidades todos los sectores, se plantea la opción de instalar 3 bombas. Como se tienen 4 tipos de caudales distintos; 8, 12, 18 y 24 m³/h, la hipótesis tratará de conseguir todas las combinaciones posibles con estas tres bombas.

Por ello, el planteamiento sería instalar 2 bombas que sean capaces de aportar 12 m³/h y una bomba que sea capaz de aportar 8 m³/h, pues con ello, y combinándolas entre ellas haciendo uso de variadores de frecuencia se podrían obtener todos los caudales planteados funcionando a velocidad fija (VF) y velocidad variable (VV) en el momento que se requiera.

Para la hipótesis, las bombas a utilizar se van a nombrar del siguiente modo:

- Bomba 1 (B1): aporta 8 m³/h
- Bomba 2 (B2): aporta 12 m³/h
- Bomba 3 (B3): aporta 12 m³/h

Tabla 2: Hipótesis planteada para el bombeo.

Subunidad	Q (m ³ /h)	P ₀ /γ	Funcionamiento
1.1	8	39,7	B1VV

1.2		39,8	
2	18	53,3	B2VV
3	18	53,3	B2VV
4.1	12	53,9	B2VV
4.2	12	55,2	
5	12	55,1	B2VV
6	12	55,1	B3VV
7	12	54,9	B3VV
8	12	55,4	B3VV
9	24	58,3	B1VV+ B3VF

2.2. Cálculos para determinar a potencia requerida teórica.

A continuación, se van a realizar los cálculos necesarios para obtener el dimensionado de las diferentes bombas.

En primer lugar, se calcula la altura manométrica (H_m) que debe aportar cada una de las bombas en cada sector. Para ello, se aplica el teorema de Bernoulli entre el inicio de la red y la lámina libre del depósito de captación.

$$H_0 + H_m = H_i + \Delta H_{0-i}$$

Donde:

- H_0 : Cota de la lámina libre del depósito (m.c.a)
- H_i : Presión requerida en el inicio de cada sector (m.c.a)
- ΔH_{0-i} : Pérdidas de carga en el tramo (m.c.a)
- H_m : Altura manométrica de la bomba (m.c.a)

Las pérdidas de carga ΔH_{0-i} corresponden a las perdidas en la tubería de aspiración más las **pérdidas producidas en el cabezal**. Debido a que estas últimas son difíciles de estimar, para ser operativos en el cálculo se va a tomar un dato de **8 m.c.a**.

$$H_c = 8 \text{ m. c. a.}$$

Las pérdidas de carga en **la tubería de aspiración** se calculan de la forma siguiente:

$$\Delta H = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7 \text{ (m)} \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,0854^{4,87}} = 0,0077 \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

- Q: Caudal a bombear en cada momento (m³/s).

A continuación, se calcula la potencia de la bomba para cada combinación posible establecidas en el cuadro anterior de caudal-presión.

$$N_e = \frac{Q_i \cdot H_m \cdot \gamma}{75 \cdot \eta}$$

Donde:

- N_e : Potencia en el eje de la bomba (CV)
- Q : Caudal a bombear en cada caso (m^3/s)
- H_m : Altura manométrica de la bomba (m.c.a)
- γ : Peso específico del agua dulce ($9.810 N/m^3$)
- η : Rendimiento de la bomba. Estimado en 0,7 para obtener la aproximación.

También es importante asegurarse de que las bombas instaladas no presentan problemas de cavitación en su funcionamiento. Por ello se debe comprobar que el NPSH disponible es mayor que el requerido por el tipo de instalación. Las siglas NPSH significan, en inglés, Net Positive Suction Head, es decir, altura de aspiración positiva neta y donde el requerido es aportado por el fabricante de la bomba y el disponible se calcula del siguiente modo:

$$NPSH_d = 10,33 - \Delta Z - P_v - \Delta H_{asp}$$

Donde:

- ΔZ : diferencia de cotas entre la lámina libre del depósito y la entrada de la bomba (m). Será positiva si la bomba está por debajo de la lámina libre y negativa en el caso contrario.
- P_v : Presión de vapor del fluido para las condiciones atmosféricas dadas. (m.c.a)
- ΔH_{asp} : Pérdidas de carga en la tubería de aspiración (m.c.a.)

2.3. Resultados para cada sector.

En este apartado, se van a realizar los cálculos anteriormente explicados para cada una de los sectores obteniéndose la presión manométrica que debe aportar la bomba en cada una de las situaciones para el caudal deseado.

La cota de referencia será la del terreno de juego ($z = 0 m$), por tanto, la lámina libre del depósito en el caso de estar al límite de la cota donde aspira la bomba quedará 4,5 m por debajo, por lo que se tomará este valor como diferencia de cotas geométricas. Esto ocurriría en el caso más desfavorable.

$$\Delta Z = 4,5 m$$

Debido a que los caudales se van a ajustar a los obtenidos anteriormente para cada sector, en la altura manométrica de cada uno que se obtenga a continuación y estarán intrínsecas las pérdidas por rozamiento producidas por el caudal en cada subunidad. Por tanto, para obtener el punto de funcionamiento

2.3.1. Sector 1.

En el caso del sector 1 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 8 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 39,8 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (8/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m1} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 \text{ m} + 39,8 \text{ m}$$

$$H_{m1} = 52,3 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.1} = \frac{(8/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 52,3 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 1.629 \text{ W}$$

2.3.2. Sector 2.

En el caso del sector 2 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 18 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 53,3 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (18/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m2} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 53,3$$

$$H_{m2} = 65,8 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.2} = \frac{(18/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 65,8 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 4.611 \text{ W}$$

2.3.3. Sector 3.

En el caso del sector 3 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 18 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 53,3 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (18/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m3} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 53,3$$

$$H_{m3} = 65,8 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.3} = \frac{(18/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 65,8 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 4.611 \text{ W}$$

2.3.4. Sector 4.

En el caso del sector 4 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 53,9 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m4.1} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 53,9$$

$$H_{m4.1} = 66,4 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.4.1} = \frac{(12/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 66,4 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 3.102 \text{ W}$$

2.3.5. Sector 5

En el caso del sector 5 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 55,2 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{oi}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m4.2} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 55,2$$

$$H_{m4.2} = 67,7 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_e = \frac{(12/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 67,7 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 3.163 \text{ W}$$

2.3.6. Sector 6.

En el caso del sector 6 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 55,1 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m5} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 55,1$$

$$H_{m5} = 67,6 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.5} = \frac{(12/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 67,6 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N}/\text{m}^3}{0,7} = 3.158 \text{ W}$$

2.3.7. Sector 7.

En el caso del sector 7 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 55,1 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m7} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 55,1$$

$$H_{m7} = 67,6 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.7} = \frac{(12/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 67,6 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N}/\text{m}^3}{0,7} = 3.158 \text{ W}$$

2.3.8. Sector 8.

En el caso del sector 8 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 54,9 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m8} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 54,9$$

$$H_{m8} = 67,4 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.8} = \frac{(12/3600) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 67,4 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,7} = 3.149 \text{ W}$$

2.3.9. Sector 9.

En el caso del sector 9 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 12 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 55,4 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m :

$$H_{m9} = 8 \text{ m} + 0 + 4,5 + 55,4$$

$$H_{m9} = 67,9 \text{ m. c. a.}$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.9} = \frac{(12/3600) m^3/s \cdot 67,9 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,7} = 3.172 W$$

2.3.10. Sector 10.

En el caso del sector 10 la bomba tendrá que ser capaz de hacer llegar a los aspersores un total de 24 m³/h con una presión requerida a la salida del cabezal de 58,3 m.c.a. Por tanto, la H_m que deberá suministrar la bomba/s en este caso es de:

$$H_m = H_c + \Delta H_{0-i} + \Delta Z + P_{0i}/\gamma$$

Las pérdidas de carga en este caso son de:

$$\Delta H = 0,0077 \cdot (12/3600)^{1,85} \approx 0$$

Por tanto, para el sector uno, H_m:

$$H_{m10} = 8 m + 0 + 4,5 + 58,3$$

$$H_{m10} = 70,8 m.c.a.$$

Obtenido este valor, se puede abordar el cálculo de la potencia requerida para este sector del siguiente modo:

$$N_{e.10} = \frac{(24/3600) m^3/s \cdot 70,8 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,7} = 6.615 W$$

2.3.11. Resumen de resultados.

A continuación, se adjunta una tabla con la potencia requerida teórica en cada uno de los sectores y las bombas que actuarán en ellos. A partir de ellos se seleccionarán las 3 bombas propuestas.

Tabla 3: Resumen de resultados para la potencia requerida.

Subunidad	Q (m ³ /h)	H _m	Funcionamiento	N _e (W)
1	8	52,3	B1VV	1.629
2	18	65,8	B2VV	4.611
3	18	65,8		4.611
4	12	66,4		3.102
5	12	67,7	B3VV	3.163
6	12	67,6		3.158
7	12	67,6		3.158

8	12	67,4		3.149
9	12	67,9		3.172
10	24	70,8	B1VV + B3VF	6.615

3. Selección de las bombas.

Después de obtener una aproximación de las necesidades de potencia de las bombas y plantear una posible solución con 3 bombas, se va a proceder a buscar unas que puedan dar los valores de altura manométrica, caudal y potencia para combinarlas como se describe anteriormente y ver, teniendo en cuenta sus rendimientos y velocidades de giro, si es una solución correcta.

Las características de las bombas seleccionadas para realizar el estudio se exponen a continuación.

3.1. Bomba 1.

Esta bomba, actuará siempre con velocidad variable. Abastecerá ella sola al sector 1, funcionando por debajo de su velocidad nominal, y al sector 10 junto con la bomba 3, funcionando por encima de su velocidad nominal.

Las curvas que definen su relación $H-Q$ y μ son las que se presentan a continuación:

$$H_{B1} = \alpha^2 \cdot 88,5 - \alpha \cdot 0,52 \cdot Q - 0,42 \cdot Q^2 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$\mu_{B1} = 18,33 \cdot \frac{Q}{\alpha} - 1,34 \cdot \frac{Q^2}{\alpha^2} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Los demás parámetros de interés de la bomba para poder abordar el dimensionado son los siguientes:

- Velocidad nominal: 3.600 r.p.m.
- Diámetro conexiones: Rp 1 ¼
- Frecuencia alimentación: 50 Hz
- Tensión nominal: 3 X 380 – 500 V
- Cos φ : 0,93 – 0,87

3.2. Bomba 2 y 3.

Estas dos bombas tendrán características idénticas. Abastecerán a los sectores 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Se selección se ha basado en las necesidades máximas que deben ser capaces de aportar.

Todo el dimensionado se podría plantear con una única bomba de estas características, pero en el caso de que esta fallará en algún momento, las características que adopta la bomba 1 no permitirían el riego de la mayoría de sectores, por ello, se colocan estas dos bombas. Además, aprovechando que se tienen 2 iguales, se van a repartir las horas de funcionamiento de estos para que no sufra una de ellas más desgaste que la otra.

Las curvas que definen su relación $H-Q$ y μ son las que se presentan a continuación:

$$H_{B2} = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot Q - 0,0609 \cdot Q^2 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$\mu_{B2} = 8,095 \cdot \frac{Q}{\alpha} - 0,247 \cdot \frac{Q^2}{\alpha^2} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Los demás parámetros de interés de la bomba para poder abordar el dimensionado son los siguientes:

- Velocidad nominal: 3.600 r.p.m.
- Diámetro conexiones: G 2
- Frecuencia alimentación: 50 Hz
- Tensión nominal: 3 X 380 – 500Y V
- Cos φ : 0,87 – 0,82

4. Funcionamiento de cada sector.

Este apartado tiene como objetivo principal obtener los puntos de funcionamiento en cada uno de los sectores con las bombas anteriores y el planteamiento de participación de cada bomba en los sectores. Se adjuntan todos los cálculos realizados para su obtención.

4.1. Curvas resistentes en cada sector.

Para poder obtener el punto de funcionamiento en cada sector es necesario tener previamente la curva resistente de la instalación en cada caso. Por ello, en este apartado, se adjuntan las curvas resistentes de cada sector que, posteriormente, se igualarán con las curvas de las bombas para obtener el punto de funcionamiento H-Q en cada caso.

Como los valores del punto de funcionamiento en cada caso no serán los esperados, posteriormente se plantearán las modificaciones pertinentes en cuanto a introducir pérdidas de carga o variar la velocidad de giro de las bombas para ajustar el caudal y la presión en cada caso a los valores deseados.

4.1.1. Sector 1.

La curva resistente que se adjunta para el sector uno pertenece al tramo más largo de los dos que lo forman. Por tanto, la curva queda finalmente del siguiente modo:

$$\Delta H_1 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 185 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,044^{4,87}}$$

$$\Delta H_1 = 0,2178 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.2. Sector 2.

En este caso, este sector solamente cuenta con un lateral de 170 m de longitud. El diámetro interior de la conducción es de 66 mm. Por tanto, la curva resistente queda:

$$\Delta H_2 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 170 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_2 = 0,0276 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.3. Sector 3.

El sector 3 solamente consta de un lateral portaaspersores de 95 m y el diámetro interior de su conducción es de 55,4 mm. Por tanto, su curva resistente queda:

$$\Delta H_3 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 95 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_3 = 0,0363 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.4. Sector 4.

En este caso el lateral portaaspersores tiene una longitud de 65 m y su diámetro interior es de 44 mm, por lo que la curva resistente queda:

$$\Delta H_4 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 65 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,044^{4,87}}$$

$$\Delta H_4 = 0,0762 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.5. Sector 5.

Este sector consta de terciaria y lateral, por tanto, en la curva resistente habrá que tener en cuenta los dos tramos. Queda del siguiente modo:

$$\Delta H_5 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 147,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_5 = 0,2623 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.6. Sector 6.

Igualmente, en este caso, la subunidad consta de terciaria y lateral, por lo que la curva resistente será la suma de los dos tramos quedando del siguiente modo:

$$\Delta H_6 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 132,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_6 = 0,2599 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.7. Sector 7.

Para este caso, la curva resistente queda igualmente como la suma de los tramos correspondientes al lateral y a la terciaria.

$$\Delta H_7 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 57,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_7 = 0,2602 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.8. Sector 8.

Para el sector la curva resistente de la instalación es la siguiente, contando nuevamente, con su lateral y terciaria.

$$\Delta H_8 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_8 = 0,2574 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.9. Sector 9.

La curva resistente del sector 8 corresponde con la siguiente expresión:

$$\Delta H_9 = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 22,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 72,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,0554^{4,87}}$$

$$\Delta H_9 = 0,2660 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.1.10. Sector 10.

Por último, la curva resistente del sector 10, el más grande de todo el sistema de riego en cuanto a caudal, queda del siguiente modo:

$$\Delta H_{10} = 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 7,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,028^{4,87}} + 1,1 \cdot 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 117,5 \cdot \frac{Q^{1,85}}{0,066^{4,87}}$$

$$\Delta H_{10} = 0,0986 \cdot Q^{1,85} \left(m^3/h \right)$$

4.2. Velocidad de giro en cada sector.

Como la presión manométrica obtenida anteriormente está calculada para el caudal que se desea que circule por el sector, en este punto, se va a obtener el % de la velocidad de giro nominal a la que debe funcionar cada una de las bombas en cada sector para ajustar el caudal y la presión a los deseados.

4.2.1. PF para Sector 1.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba donde se desea que circule un caudal de 8 m³/h, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$52,3 = \alpha^2 \cdot 87,1 - 0,4589 \cdot 8^2$$

$$\alpha_1 = 0,968$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 6 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,968 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.485 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B1} = 18,33 \cdot \frac{8}{0,968} - 1,34 \cdot \frac{8^2}{0,968^2} \left(m^3/h \right)$$

$$\mu_{S1} = 59,96 \%$$

El rendimiento obtenido es bastante bueno para este tipo de bomba y un caudal tan pequeño, por tanto, la solución es correcta para el sector 1.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S1} = \frac{(8/3600) m^3/s \cdot 52,3 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,5996} = \mathbf{1.902 W}$$

4.2.2. PF para Sector 2.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 2 donde se desea que circule un caudal de 18 m³/h, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$65,8 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 18 - 0,0609 \cdot 18^2$$

$$\alpha_2 = 0,997$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 18 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,997 = \frac{n'}{3.600 rpm}$$

$$n' = \mathbf{3.589 rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B2} = 8,095 \cdot \frac{18}{0,997} - 0,247 \cdot \frac{18^2}{0,997^2} (m^3/h)$$

$$\mu_{B2} = \mathbf{65,88 \%}$$

El rendimiento obtenido para la bomba 2 es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S2} = \frac{(18/3600) m^3/s \cdot 65,8 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,6588} = \mathbf{4.900 W}$$

4.2.3. PF para Sector 3.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 2 donde se desea que circule un caudal de $18 \text{ m}^3/\text{h}$, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$65,8 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 18 - 0,0609 \cdot 18^2$$

$$\alpha_3 = 0,997$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a $18 \text{ m}^3/\text{h}$ con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,997 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.589 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B2} = 8,095 \cdot \frac{18}{0,997} - 0,247 \cdot \frac{18^2}{0,997^2} \left(\text{m}^3/\text{h} \right)$$

$$\mu_{B2} = 65,88 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba 2 es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S3} = \frac{\left(\frac{18}{3600} \right) \text{m}^3/\text{s} \cdot 65,8 \text{ (m.c.a.)} \cdot 9.810 \text{ N}/\text{m}^3}{0,6588} = 4.900 \text{ W}$$

4.2.4. PF para Sector 4.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 2 donde se desea que circule un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{h}$, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$66,4 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_4 = 0,936$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 12 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,936 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.370 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B2} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,936} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,936^2} \left(\text{m}^3/\text{h} \right)$$

$$\mu_{B2} = 58,79 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S4} = \frac{\left(\frac{12}{3600} \right) \text{m}^3/\text{s} \cdot 66,4 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N/m}^3}{0,5879} = 3.693 \text{ W}$$

4.2.5. PF para Sector 5.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 2 donde se desea que circule un caudal de 12 m³/h, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$67,7 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_5 = 0,945$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 12 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,945 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.402 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B2} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,945} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,945^2} \left(m^3/h \right)$$

$$\mu_{B2} = 62,96 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S5} = \frac{\left(\frac{12}{3600} \right) m^3/s \cdot 66,4 \text{ (m.c.a.)} \cdot 9.810 N/m^3}{0,6296} = 3.450 W$$

4.2.6. PF para Sector 6.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 3 donde se desea que circule un caudal de 12 m³/h, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$67,6 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_6 = 0,944$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 12 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha_5 = 0,944 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.398 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B3} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,944} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,944^2} \left(m^3/h \right)$$

$$\mu_{B3} = 62,99 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S6} = \frac{(12/3600) m^3/s \cdot 67,6 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,6299} = \mathbf{3.510 W}$$

4.2.7. PF para Sector 7.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 3 donde se desea que circule un caudal de 12 m³/h, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$67,6 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_7 = 0,944$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 12 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha_6 = 0,944 = \frac{n'}{3.600 rpm}$$

$$n' = \mathbf{3.398 rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B3} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,944} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,944^2} (m^3/h)$$

$$\mu_{B3} = \mathbf{62,99 \%}$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S7} = \frac{(12/3600) m^3/s \cdot 67,6 (m.c.a.) \cdot 9.810 N/m^3}{0,6299} = \mathbf{3.510 W}$$

4.2.8. PF para Sector 8.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 3 donde se desea que circule un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{h}$, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$67,4 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_8 = 0,943$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a $6 \text{ m}^3/\text{h}$ con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,943 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.395 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B3} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,943} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,943^2} \left(\text{m}^3/\text{h} \right)$$

$$\mu_{B3} = 63,01 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{S8} = \frac{\left(\frac{12}{3600} \right) \text{m}^3/\text{s} \cdot 67,4 \text{ (m.c.a.)} \cdot 9.810 \text{ N}/\text{m}^3}{0,6301} = 3.500 \text{ W}$$

4.2.9. PF para Sector 9.

Igualando la H_m requerida para este sector a la curva de la bomba 3 donde se desea que circule un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{h}$, se obtiene el valor que relaciona la velocidad nominal de giro con la velocidad que debe adoptar para dicho caudal y presión manométrica. Por tanto, para este sector α tiene un valor de:

$$67,9 = \alpha^2 \cdot 84,638 + \alpha \cdot 0,0818 \cdot 12 - 0,0609 \cdot 12^2$$

$$\alpha_9 = 0,946$$

Es decir, la velocidad de giro que deberá adoptar para ajustar el caudal a 6 m³/h con la presión deseada a la salida es de:

$$\alpha = 0,946 = \frac{n'}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n' = 3.406 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento que tendría la bomba + motor eléctrico en este caso sería de:

$$\mu_{B3} = 8,095 \cdot \frac{12}{0,946} - 0,247 \cdot \frac{12^2}{0,946^2} \left(\text{m}^3/\text{h} \right)$$

$$\mu_{B3} = 62,94 \%$$

El rendimiento obtenido para la bomba es bastante bueno, por tanto, la solución parece aceptable y se deja de tal modo.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por la bomba trabajando en las condiciones anteriores. El cálculo se realiza del siguiente modo:

$$N_{s9} = \frac{\left(\frac{12}{3600} \right) \text{m}^3/\text{s} \cdot 67,9 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 \text{ N}/\text{m}^3}{0,6294} = 3.528 \text{ W}$$

4.2.10. PF para Sector 10.

En el caso del sector 10, al ser el de mayor caudal y presión, será necesario que funcionen las 2 bombas en paralelo para poder abastecer las necesidades. En este caso, la **bomba 3** funcionará al **100 %** de su capacidad dando el caudal del punto de funcionamiento, el resto lo dará la **bomba 1** funcionando a **velocidad variable** (α). Los cálculos a realizar son los siguientes:

- En primer lugar, se determina el PF para la presión manométrica requerida en la bomba 3:

$$4,5 + 8 + 49,1 + 0,0986 \cdot Q^{1,85} = 84,638 + 0,0818 \cdot Q - 0,0609 \cdot Q^2$$

$$Q_{b3} = 13,77 \left(\text{m}^3/\text{h} \right)$$

La H_m que se obtiene de este punto de funcionamiento es la siguiente:

$$H_m = 84,638 + 0,0818 \cdot 13,77 - 0,0609 \cdot 13,77^2$$

$$H_m = 74,2 \text{ m}$$

Por lo que la bomba 1 tendrá que dar el resto de caudal (10,23 m³/h) con esta altura manométrica. Utilizando ahora la curva de la bomba 1, se obtiene la velocidad de giro a la que deberá funcionar para obtener el resultado deseado.

$$74,2 = \alpha^2 \cdot 87,1 - 0,4589 \cdot 10,23^2$$

$$\alpha_{10} = 1,185 = \frac{n^{\wedge}}{3.600 \text{ rpm}}$$

$$n^{\wedge} = 4.266 \text{ rpm}$$

Por otro lado, el rendimiento de cada una de las bombas por separado será el siguiente:

$$\mu_{B1} = 18,33 \cdot \frac{10,23}{1,185} - 1,34 \cdot \frac{10,23^2}{1,185^2} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$\mu_{B1} = 58,37\%$$

$$\mu_{B3} = 8,095 \cdot \frac{13,77}{1,000} - 0,247 \cdot \frac{13,77^2}{1,000^2} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$\mu_{B3} = 64,63\%$$

Los rendimientos obtenidos en los dos casos son bastante buenos, por tanto, parece una solución razonable.

Por último, se calcula la potencia consumida (N_e) por cada una de las bombas:

En el caso de la **bomba 1** es:

$$N_{S10(B1)} = \frac{\left(\frac{10,23}{3600} \right) m^3/s \cdot 74,2 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 N/m^3}{0,5837} = 3.544 \text{ W}$$

En el caso de la **bomba 2** es:

$$N_{S10(B3)} = \frac{\left(\frac{13,77}{3600} \right) m^3/s \cdot 74,2 \text{ (m. c. a.)} \cdot 9.810 N/m^3}{0,6463} = 4.308 \text{ W}$$

Por tanto, la potencia total del sector 9 es:

$$N_{S10} = 7.852 \text{ W}$$

4.2.11. Resumen de resultados.

En el cuadro siguiente se muestran todos los resultados de los cálculos anteriores. En ellos se exponen las condiciones de funcionamiento del grupo de bombeo para cada sector indicando que bomba actúa en cada caso y que velocidad de giro se debe adoptar para el riego de cada uno.

Tabla 4: Resumen de resultados para las condiciones de funcionamiento.

Sector	Bomba	Q PF (m ³ /h)	α	n` (r.p.m.)	μ (%)	P (W)
1	B1VV	8	0,968	3.485	59,96	1.902
2	B2VV	18	0,997	3.589	65,88	4.900
3	B2VV	18	0,997	3.589	65,88	4.900
4	B2VV	12	0,936	3.370	58,79	3.693
5	B2VV	12	0,945	3.402	62,96	3.450
6	B3VV	12	0,944	3.398	62,99	3.510
7	B3VV	12	0,944	3.398	62,99	3.510
8	B3VV	12	0,943	3.395	63,01	3.500
9	B3VV	12	0,946	3.406	62,94	3.528
10	B1VV+B3VF	10,23/13,77	1,185/VF	4.266/3.600	58,37/64,63	7.852

Estos resultados son los que harán funcionar el sistema de riego como se desea, obteniendo así todos los planteamientos expuestos hasta ahora en cuanto a presiones, caudales y uniformidades de riego.

5. Sistema de filtrado.

El riego se va a realizar a partir de dos tipos de aguas; en principio la fuente hídrica principal será la red de agua no potable cercana al recinto quedando en segundo lugar la recogida de aguas de lluvia dentro de la instalación que también se acumularán en el depósito de almacenamiento.

Con el fin de garantizar un funcionamiento correcto de todos los elementos que componen la red de riego, será necesario disponer de un sistema de filtrado compuesto por hidrociclones a la entrada del cabezal, posteriormente filtros de arena y finalmente de malla.

5.1. Hidrociclones.

El hidrociclón es un dispositivo que, sin elementos móviles, elimina hasta un 98 % de las partículas minerales y de diámetro superior a 0,1 mm. Tiene a ventaja de producir unas pérdidas constantes e independientes de la concentración de impurezas en el agua de riego.

Para la selección del hidrociclón se emplea el mayor caudal de todos los sectores. Por tanto, éste deberá ser capaz de tratar un caudal de 24 m³/h que es el caudal del sector 9. Como no se conocen las características del agua de riego, como criterio de dimensionado se va a tomar una concentración de arenas en suspensión de 40 mg/L con un diámetro de 0,03 mm y un peso específico de 2,65 g/cm³, limitando las pérdidas en este elemento a 3 m.c.a.

Dadas las partículas a separar, el diámetro nominal se propone seleccionar un hidrociclón con las siguientes características técnicas:

- Caudales recomendados: 7 – 17 m³/h
- Diámetro entrada/salida: 2" (5,08 cm)
- Peso: 20 kg
- Volumen depósito: 10 L
- Presión máxima de trabajo: 80 m.c.a.
- Conexiones: 2" RM
- Conexiones purga depósito: 1" RH

Las pérdidas de carga en el filtro se obtienen a partir del siguiente gráfico en función del tipo de hidrociclón y el caudal circulante:

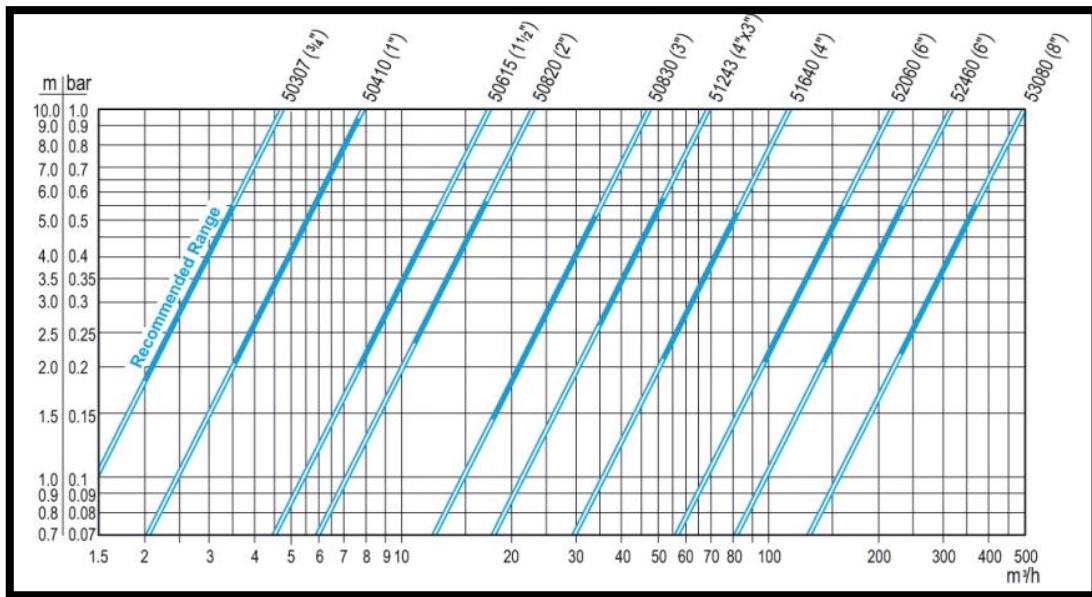


Ilustración 1: Pérdidas de carga en función del caudal para el hidrociclón.

Por tanto, viendo el rango de caudales que se puede tomar para éste, sería válido para todos los sectores de la instalación. Ahora, se determina a partir de un valor de ese intervalo, el número de hidrociclones necesario. Suponiendo que se tomarara el valor máximo, el número necesario sería de:

$$n = \frac{\text{Caudal máximo a tratar}}{\text{Caudal máximo tratable}} = \frac{24 \text{ m}^3/\text{h}}{17 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,41 = \mathbf{2 \text{ hidrociclones}}$$

Si se colocan los dos en paralelo en el cabezal, cada uno de ellos tratará 12 m³/h en el caso de funcionar con el sector de máximo caudal adoptando unas pérdidas de carga de:

$$\Delta H_{\text{hidrociclón}} = \mathbf{2,1 \text{ m.c.a.} < 3,0 \text{ m.c.a.} \text{ Correcto}}$$

Para quedar desde el lado de la seguridad, se consideran estas pérdidas de carga, las máximas en toda la instalación de riego, como las existentes en cada uno de los sectores.

Por otro lado, se debe determinar el volumen mínimo que ha de adoptar el colector para comprobar si el hidrociclón seleccionado lo cumple. El volumen mínimo del colector para la limpieza por riego será:

$$V_c = \frac{Q \cdot t \cdot C_o \cdot FL \cdot FS}{1000 \cdot \rho}$$

Donde:

- Q: Caudal circulante (m³/h). En este caso el máximo de la red.

- t: tiempo de riego entre dos limpiezas consecutivas (h). El tiempo máximo de riego diario en máximas necesidades es de 2,64 h, en el caso de querer limpiarlo todos los días se adoptaría este valor.
- C_0 : Concentración de sólidos en el agua tratada (mg/L)
- FL: Factor de limpieza: 0,95
- Coeficiente de mayoración: 1,5
- ρ : Peso específico de las partículas a separar (2,65 mg/L)

Por tanto, para el caso de este hidrociclón:

$$V_c = \frac{12 \cdot 2,84 \cdot 40 \cdot 0,95 \cdot 1,5}{1000 \cdot 2,65} = \mathbf{0,73 L < 10 L \text{ Correcto}}$$

Todos los cálculos para el hidrociclón seleccionado en la hipótesis han sido satisfactorios por lo que se deja como solución:

2 hidrociclones en paralelo de $12 \text{ m}^3/\text{h}$ con un depósito de acumulación de 10 L

5.2. Filtro de arena.

El filtro de arena es un depósito metálico o de plástico reforzado, parcialmente lleno de un medio poroso, en el que se fija por adherencia la materia orgánica y quedan retenidas en sus poros las partículas sólidas que previamente estaban disueltas en el agua de riego.

Para su selección y dimensionado se plantea la restricción de que las pérdidas de carga a filtro limpio no superen, para el caudal máximo, los 2 m.c.a.

En este caso, se plantea una hipótesis de cálculo con un filtro de arena con las siguientes características técnicas:

- Caudales recomendados: 8 – 35 m^3/h
- Diámetro entrada/salida: 2" (5,08 cm)
- Peso: 70 kg
- Diámetro cuerpo: 20" (51,2 cm)
- Superficie filtrado: 0,206 m^2
- Conexiones: 2" RH

Las pérdidas de carga en los filtros de arena considerando el filtro limpio se obtienen a partir de la siguiente expresión que es función de la granulometría de la arena utilizada:

$$\Delta H = \frac{1}{2} \cdot V \cdot \left(\varphi \cdot \frac{6}{d} \right)^2 \cdot \frac{(1-p)^2}{p^3} \cdot L$$

Donde:

- ΔH : pérdidas de carga (m.c.a.)
- φ : coeficiente de superficie específica ponderado
- p : porosidad del medio ponderada
- V : Velocidad aparente de filtrado (m/s)
- d : diámetro ponderado de partículas (mm)
- L : Longitud del lecho de filtrado (m)

Si se supone una distancia entre crepinas y la entrada superior de 0,6 m, la altura máxima de arena en el filtro debe ser:

$$L + 0,2 \cdot L = 0,6 \text{ m} \rightarrow L = 0,42 \text{ m}$$

La granulometría de la arena seleccionada que actuara como lecho filtrante es la que se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 5: Granulometría de la arena utilizada.

Tamiz (mm)	Peso retenido (%)	Tamiz (mm)	Peso retenido (%)	Tamiz (mm)	Peso retenido (%)
2,5	0	1	27,20	0,35	0,95
2	5,50	0,8	9,10	0,25	0,75
1,5	26,50	0,63	4,05	0,20	0,20
1,25	24,40	0,5	1,35	0,125	0,10

Con estos datos de granulometría se puede obtener el diámetro ponderado del grano queda del siguiente modo:

$$d = \frac{2 \cdot 5,5 + 1,5 \cdot 26,5 + 1,25 \cdot 24,4 + 1 \cdot 27,2 + 0,8 \cdot 9,1 + 0,63 \cdot 4,05 + 0,5 \cdot 1,35 + 0,35 \cdot 0,95 + 0,25 \cdot 0,95 + 0,25 \cdot 0,75 + 0,16 \cdot 0,2 + 0,125 \cdot 0,1}{100}$$

$$d = 1,19 \text{ mm}$$

Por otro lado, en cuanto a la superficie relativa y porosidad, como se trata de un árido triturado los valores que adoptan son los siguientes:

Tabla 6: Propiedades del árido.

Grano	φ	p
Árido triturado	1,43	0,48

Por tanto, retomando la ecuación del principio de este punto, se pueden calcular las pérdidas de carga que se provocarán a filtro limpio:

$$\Delta H = \frac{1}{2} \cdot \frac{55}{3600} \cdot \left(1,43 \cdot \frac{6}{1,19}\right)^2 \cdot \frac{(1 - 0,48)^2}{p^3} \cdot 0,5$$

$$\Delta H = 0,49 \text{ m. c. a. } < 2 \text{ m. c. a. } \textit{correcto}$$

Se situarán filtros de arena a continuación de cada uno de los hidrociclones. El diámetro efectivo del poro de la arena, para un valor de $d_{10} = 0,91$, es aproximadamente de 0,13 mm. Como caudal máximo para este filtro de arena es de 35 m³/h la capacidad de filtrado del mismo por unidad de superficie sería de:

$$Q = \frac{35 \text{ m}^3/\text{h}}{0,206 \text{ m}^2} = 170 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$$

Por tanto, la superficie filtrante requerida es de:

$$\textit{Superficie filtrante} = \frac{\textit{Caudal máximo por filtro}}{\textit{Caudal máximo por unidad de superficie}} = \frac{12 \text{ m}^3/\text{h}}{170 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2}$$

$$\textit{Superficie filtrante} = 0,71 \text{ m}^2 < 0,206 \text{ m}^2 \textit{ Correcto}$$

Por tanto, se selecciona un filtro de arena después de cada hidrociclón de las características anteriores, es decir, un total de 2 filtros de arena para la instalación colocados cada uno de ellos a continuación de los hidrociclones.

Todos los cálculos para el filtro de arena seleccionado en la hipótesis han sido satisfactorios por lo que se deja como solución:

$$\textit{2 filtro de arena en paralelo de } 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.3. Filtros de malla.

La función del filtro de malla es la de retener todo tipo de partículas de carácter inorgánico u orgánico no filamentosas o elásticas. Su eficiencia suele ser alta, aunque varía en función del tipo de contaminantes. Se situarán filtros de malla a continuación de cada uno de los filtros de arena.

Las pérdidas de carga a filtro limpio no deben superar los 2 m.c.a. El filtro que se selecciona en primer lugar para plantear los cálculos es de limpieza automática, activándose esta mediante un presostato diferencial cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida alcanza los 4 m.c.a. La limpieza se realiza mediante un pistón y la apertura de una

válvula hidráulica provocando una succión responsable de la depuración del filtro. Se dispondrán válvulas de cierre tanto a la entrada como a la salida del filtro.

Se dimensiona tomando como criterio de velocidad media de 0,5 m/s. El área neta de filtrado será 2,5 veces superior al área correspondiente al diámetro nominal del filtro.

Para un diámetro de paso del emisor de 0,9 mm, la malla retiene partículas de tamaño mayor a $0,9/8 = 0,1125$ mm. Se elige (para un diámetro mínimo de paso de 0,1 mm o 100 micras) una apertura de malla con un número de Mesh de 140.

Por tanto, para el sistema de aspersión, admitiendo una velocidad de filtrado de 0,5 m/s, para un filtro de malla con un caudal de 12 m³/h (el mismo que viene del filtro de arena), se necesita un área neta de filtrado de:

$$A_f = \frac{12 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h} \cdot 0,6 \text{ m/s}} = 0,0055 \text{ m}^2$$

Siendo la sección del diámetro nominal:

$$S_n = \frac{55 \text{ cm}^2}{2,5} = 22 \text{ cm}^2$$

Al que corresponde un diámetro de:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 22 \text{ m}^2}{\pi}} = 5,84 \text{ cm}^2 = 2,28''$$

Por tanto, el Dn del filtro seleccionado será de 3'' y se colocará uno después de cada filtro de arena, dando un total de 2 filtros de mallas.

Por último, una vez seleccionado el Dn, se calculan sus las pérdidas de carga que produce a filtro limpio para el caudal dado a partir de la gráfica siguiente.

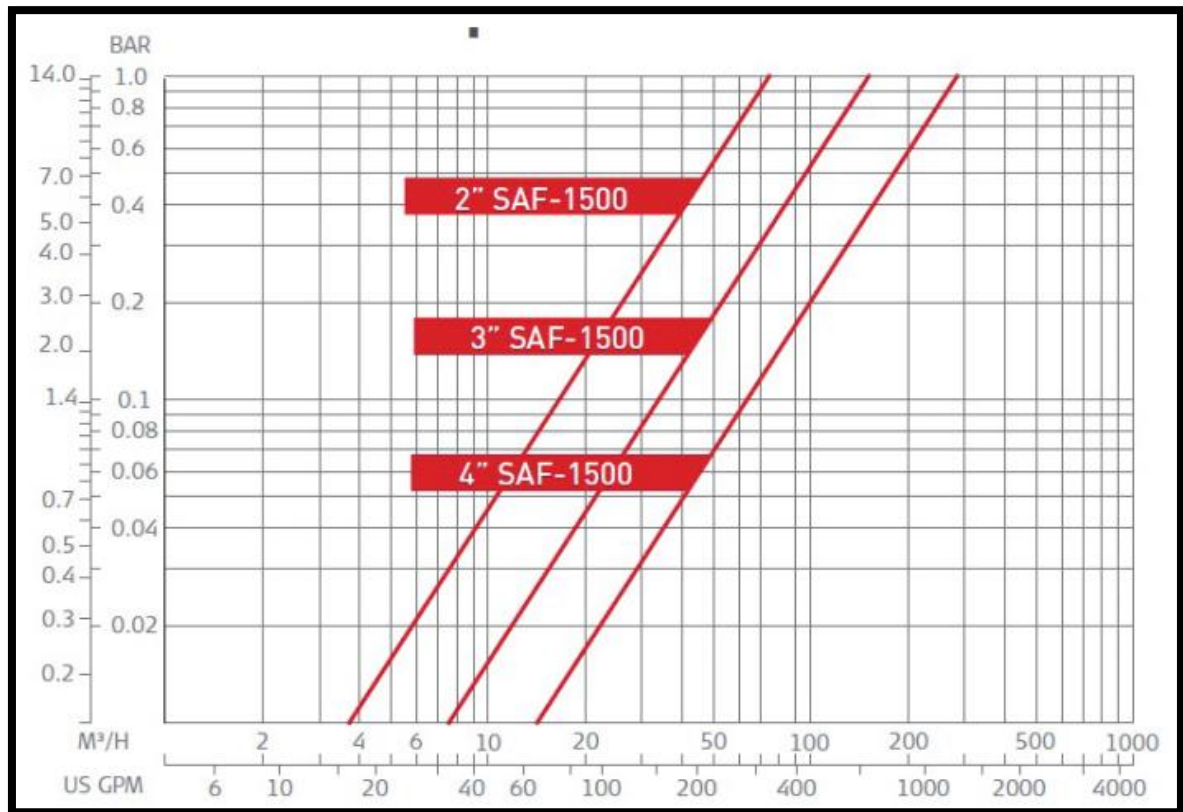


Ilustración 2: Pérdidas de carga para el filtro de mallas.

Por tanto, para un caudal de 12 m³/h y un Dn de 3" se obtienen unas pérdidas de carga a filtro limpio de:

$$\Delta H_{\text{malla}} = 0,2 \text{ m. c. a.} < 2 \text{ m. c. a.} \text{ Correcto}$$

Las características técnicas del filtro de mallas seleccionado son las que se adjuntan a continuación:

- Caudales recomendados: 6 – 150 m³/h
- Diámetro entrada/salida: 3" (5,08 cm)
- Peso: 86 kg
- Presión máxima de trabajo: 100 m.c.a.
- Presión de trabajo mínima: 20 m.c.a.
- Área de filtrado: 1.500 cm²
- Duración del ciclo de lavado: 15 seg.

6. Sistema de inyección de fertilizantes.

Se trata del sistema que permite la incorporación de fertilizantes al agua de riego con el fin de que se distribuyan en toda la superficie regada. Para poder dimensionar esta parte del cabezal en primer lugar se deben conocer que tipos de abonos se van a incorporar en el

riego, para obtener el número de tanques a colocar en el cabezal además de conocer cuál será el caudal máximo de estos para poder dimensionar la bomba inyectora que los llevará a mezclarse con el agua de riego.

En el caso de este proyecto, la justificación de utilizar fertirrigación en lugar de un abonado manual es por las altas exigencias que tienen las especies vegetales del terreno de juego. En el caso de que fuera manual, las horas de trabajo que llevaría a la larga no saldrían rentables respecto a hacerlo mediante fertirrigación.

Con la fertirrigación se pone el abono al alcance inmediato de las raíces, y con su fraccionamiento, se evitan problemas de fitotoxicidad, pérdidas por lixiviación, retrogradación y volatilización.

Además, es un cultivo que debe estar lo más uniforme posible en cuanto a densidad, altura y color principalmente, y mediante la fertirrigación es mucho más sencillo ajustar las dosis para obtener unos buenos resultados.

6.1. Necesidades de fertilización.

Recordando las especies vegetales que son objeto de este proyecto descritas en el Anejo Nº 6 "Especies vegetales y suelo artificial", a continuación, se van a exponer las necesidades de fertilización que harán que las superficies se mantengan en perfecto estado. Debido a que se tienen 5 variedades distintas correspondientes a 2 especies, se va a determinar un grado de fertilización promedio con el fin de simplificar esta tarea ya que adaptar 5 necesidades de fertilización distintas en un campo de estas características sería económicamente inviable.

Cabe destacar que la fertilización de los campos deportivos es muy distinta a la fertilización de otro tipo de plantas o especies ornamentales. Para establecer un programa de fertilización, se han de tener en cuenta las variables independientes que lo forman. En el caso del césped deportivo son:

- Especies y variedades que lo forman.
- Recogida o retirada de cortes de siega.
- Tipo de suelo y su capacidad de reserva.
- Aplicaciones anteriores de fertilizantes y enmiendas.
- Nivel de utilización deportiva.
- Clima, iluminación y pluviometría.
- Época del año, que condiciona el crecimiento.
- Calidad y cantidad del agua de riego.

Por todo ello, se comprende la dificultad de establecer unas normas de fertilización válidas para diferentes situaciones ambientales, de utilización y de mantenimiento.

Para el caso de este proyecto, se van a establecer un programa de fertilización anual que se llevara a cabo mediante fertirrigación en el cual se incorporarán los abonos que se adjuntan a continuación en función de la carga de utilización del terreno esperada y la protección de suelos y aguas recomendadas por el Instituto Estatal de Ciencias del Deporte de Colonia.

Se van a establecer los parámetros de fertilización por separado diferenciando entre cada una de las materias a aplicar.

6.1.1. Nitrógeno (N).

En el caso de la fertilización nitrogenada, el Instituto de Colonia establece una dosis inicial en función de la carga de utilización y el tipo de suelo como se muestra en la tabla.

Tabla 7: Necesidades de abono nitrogenado en campos de deportes.

g de N/m ² ·año ⁻¹		
Carga	Arena/grava	Arcilla/limo
Baja	15	12
Normal	20	16
Alta	25	20

Considerando que en el caso de este proyecto la carga no va a ser excesivamente alta, ya que existen más campos de fútbol en el municipio, se va a considerar una carga **NORMAL**. Considerando que la capa superficial del terreno va a ser principalmente arena, la dosis inicial sería de:

$$Dosis N = 20 \text{ g de N} / m^2 \cdot \text{año}$$

Después, existen distintos factores que adjunta este estudio que hacen variar este valor. Son los que se muestran en la siguiente tabla:

Factores correctores		
Factor	Arena/grava	Arcilla/limo
Utilización en invierno	+	+
Sobre suelo artificial	-	-
Capa de enraizamiento sin suelo natural	+	0
Capa de enraizamiento mayor de 8 cm	+	+
Ubicación en zona seca	+	0
Abonos líquidos	-	-

Se retiran los cortes	+	+
------------------------------	---	---

De la tabla, para el caso de este césped, se obtienen 4 positivos y 3 negativos, por lo que la dosis se deberá incrementar algo más. Por ello, se decide probar los cálculos con una dosis final de N con un valor de:

$$Dosis N = 22 \text{ g de N} / \text{m}^2 \cdot \text{año}$$

Por tanto, para la superficie del terreno de juego completo que consta de 7.875 m², se requiere una cantidad de N:

$$N \text{ total} = 0,022 \text{ kg de N} / \text{m}^2 \cdot \text{año} \cdot 7.875 \text{ m}^2 = 173 \text{ kg de N} / \text{año}$$

Lo cual supone una dosis por hectárea de:

$$Dosis N = 0,022 \text{ kg de N} / \text{m}^2 \cdot \text{año} \cdot 10.000 \frac{\text{m}^2}{\text{ha}} = 220 \text{ kg de N} / \text{ha} \cdot \text{año}$$

Esta cantidad total se va a repartir en 10 dosis que se darán durante la época de crecimiento que se definirán en el calendario de fertilización.

6.1.2. Fósforo (P).

La dosis de fósforo que se debe dar al césped es función de un análisis de suelo previo que se debe hacer. En este caso, como se parte de un suelo nuevo artificial se van a seguir recomendaciones de bibliografía para definir la dosis.

Al ser un suelo nuevo, las dosis iniciales de fósforo deben ser algo más grande y más cuando se trata de suelos arenosos como en este caso. La tabla que se adjunta a continuación son intervalos de recomendaciones de fertilización en función del tipo de suelo y el mantenimiento de cortes que sufra el campo.

Tabla 8: Necesidades anuales (kg/ha) de abonado de campos de futbol.

	kg/ha
Tipo de construcción	P ₂ O ₅
Capa de enraizamiento de tierra (incorporación de los recortes)	20-50
Capa de enraizamiento de tierra (recortes eliminados)	80-100
Capa de enraizamiento de arena (recortes eliminados)	80-100

Para este proyecto, la capa de enraizamiento va a ser de arena prácticamente, por lo que se toma un valor intermedio de dosis de fósforo tal que:

$$Dosis P_2O_5 = 90 \text{ kg/ha}$$

6.1.3. Potasio (K).

Se procede del mismo modo para la determinación de las necesidades de potasio. A partir de tablas de bibliografía que vienen en función del tipo de suelo y del manejo de los cortes de la hierba, se determinan las necesidades de este elemento. Para el caso de este campo quedan del siguiente modo:

Tabla 9: Necesidades anuales (kg/ha) de abonado de campos de fútbol.

	kg/ha
Tipo de construcción	K ₂ O
Capa de enraizamiento de tierra (incorporación de los recortes)	20-50
Capa de enraizamiento de tierra (recortes eliminados)	80-100
Capa de enraizamiento de arena (recortes eliminados)	80-100

Para este proyecto, como se indicó anteriormente, la capa de enraizamiento va a ser de arena prácticamente, por lo que se toma un valor intermedio de dosis de fósforo tal que:

$$Dosis K_2O = 90 \text{ kg/ha}$$

6.2. Tipos de abonos a utilizar para fertirrigación.

En este caso, al ser la fertirrigación la vía de abonado del campo, se van a usar fertilizantes inorgánicos solubles. Se trata de sustancias de origen mineral, producidas por la industria química o por la explotación de yacimientos naturales.

En este caso, al utilizar fertirrigación y requerir de tanques para su almacenamiento, se van a utilizar abonos compuestos para optimizar el espacio en el cabezal. Éstos incluyen dos o más macronutrientes principales, obtenidos mediante la mezcla de abonos simples en distintas proporciones.

Con el fin de evitar pérdidas por volatilización y lavado, se van a utilizar abonos de liberación lenta, los cuales liberan sus nutrientes durante un periodo de tiempo relativamente largo, y pueden ser de origen natural o de síntesis. Éstos últimos están fabricados especialmente para que vayan liberando sus nutrientes a lo largo de la época de crecimiento activo del césped, contribuyendo a la disminución de las pérdidas por lavado.

6.3. Particularidades de fertilización en un campo de fútbol.

La fertilización de un campo deportivo es un tanto particular. En la mayoría de ocasiones, de igual manera que el riego, no se establece un calendario de fertilización, sino que es más práctico observar día a día como se encuentra el campo.

Un campo de fútbol tiene unas exigencias de calidad distintas a otros tipos de cultivos y en la mayoría de casos la calidad es un concepto subjetivo. Aquí, se exige mucha calidad visual en cuanto a color y densidad lo que hace que la fertilización nitrogenada sea algo exagerada respecto a otras especies ornamentales.

Debido a que lleva mucho castigo por el pisoteo que recibe en las épocas de competición y entrenamientos, la capacidad de enraizamiento debe ser alta y rápida lo que hace que las exigencias de P y K en los meses de máximas necesidades sea alta. Normalmente las aplicaciones se hacen de forma mensual en la época en la que hay competiciones y entrenamientos, reduciendo la frecuencia en los meses libres.

Por otro lado, con el fin de evitar enfermedades en la época de temperaturas medias y altas, desde la primavera, se aplican, de forma foliar, abonos con cierta cantidad de calcio (Ca) lo que hace que se endurezca la cutícula de las hojas y aumente así su resistencia a contraer enfermedades fúngicas en el periodo estival.

En la época invernal se suelen usar abonos con dosis bajas de nitrógeno pero que a su vez aporten hierro (Fe) y puede dejarse de aplicar el fósforo.

En época de primavera verano se utilizan abonos de liberación más lenta. Se utilizan mayores dosis de nitrógeno con fertilizantes compuestos con una relación aproximada de 1:0,4:1 que además aporten algo de MgO y Fe.

Con estas indicaciones, se procede en el siguiente punto a nombrar los tipos y dosis de fertilizante en cada una de las épocas.

6.4. Dosis y calendario.

Como premisa, se harán abonados mensuales con los fertilizantes y dosis que se adjuntan en la tabla siguiente en función de la época. Al margen de los datos, después el manejo será distinto, ya que en el caso de los campos deportivos muchas veces no es posible realizar las enmiendas cuando se desea ya que se depende del calendario de competiciones y de la carga de partidos o entrenamiento que el césped este soportando.

Como calendario se planteará el siguiente, tomando como base las necesidades de nitrógeno anuales obtenidas anteriormente:

Tabla 10: Necesidades de N para el césped.

Mes	Fertilizante (UF de N)
Enero	10
Febrero	10
Marzo	15
Abril	20
Mayo	25
Junio	25
Julio	20
Agosto	15
Septiembre	20
Octubre	20
Noviembre	20
Diciembre	20
Total	220

Las dosis a emplear, en principio, son las siguientes:

Mes	Fertilizante	Dosis (g/m ²)	Total (kg)
Enero	7-0-14 + 4Fe	14,3	112,6
Febrero	7-0-14 + 4Fe	14,3	112,6
Marzo	7-0-14 + 4Fe	21,4	168,5
Abril	11-5-19 + 9CaO + 2,5 MgO + TE	18,2	143,3
Mayo	11-5-19 + 9CaO + 2,5 MgO + TE	22,7	178,8
Junio	12-4-6 + TE	20,8	163,8
Julio	12-4-6 + TE	16,7	131,5
Agosto	12-4-6 + TE	12,5	98,4
Septiembre	17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0
Octubre	17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0
Noviembre	17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0
Diciembre	7-0-14 + 4Fe	28,6	225,2

Además, se realizará una aplicación de microelementos anualmente que lleve incorporado Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn). Para ello se utilizará un fertilizante 0-0-0 donde la dosis de microelementos es la siguiente:

Tabla 11: Componentes del fertilizante de microelementos.

Elemento	% v/v
Mn	1,50
B	0,20
Cu	1,00
Mo	0,10
Zn	1,00

Se aplicará a una dosis **50 L/ha**.

6.5. Dimensionado del sistema de fertirrigación. Condicionantes.

Una vez obtenidos los fertilizantes que van a formar parte del sistema de abonado y las dosis y cantidad a las que se van a aplicar, es el momento de dimensionar la parte del cabezal de riego correspondiente a los tanques donde se almacenan los elementos nutrientes, la mezcladora donde se van a llevar a obtener los abonos compuestos y la inyectora que llevará los fertilizantes a mezclarse junto con el agua de riego.

En primer lugar, se debe determinar el número y tamaño de tanques necesarios para cubrir las necesidades de la instalación. El tipo de fertilizante utilizado y su compatibilidad determinan el número mínimo de soluciones madre que se requiere.

Por otro lado, el volumen de estos tanques lo determinará la solubilidad de los mismos. La solubilidad es determinada como la cantidad máxima de fertilizante que puede ser totalmente disuelta en un volumen determinado de agua. Superior a esta cantidad máxima se traducirá en una precipitación de los fertilizantes en el sistema de riego lo que puede ocasionar graves problemas de obturaciones.

La solubilidad de cada fertilizante depende de la temperatura del agua en la que se está disolviendo. La solubilidad de la mayoría de éstos aumenta al hacerlo la temperatura. Por lo tanto, a temperaturas más bajas, las soluciones madre deben ser más diluidas. En la siguiente tabla se adjuntan las incompatibilidades entre fertilizantes solubles.

Tabla 12: Compatibilidad entre fertilizantes solubles.

	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Acido fosfórico	Acido nítrico	Acido Sulfúrico	Sulfatos Fe,Zn,Cu,Mn	Quelatos Fe,Zn,Cu,Mn	Sulfato de magnesio
Urea																
Nitrato de amonio																
Sulfato de amonio																
Nitrato de calcio																
Nitrato de magnesio																
Fosfato monoamónico																
Fosfato monopotásico																
Nitrato de potasio																
Sulfato de potasio																
Cloruro de potasio																
Acido fosfórico																
Acido nítrico																
Acido Sulfúrico																
Sulfatos Fe,Zn,Cu,Mn																
Quelatos Fe,Zn,Cu,Mn																
Sulfato de magnesio																

*Donde el color negro indica que es incompatible, el color gris que se reduce la solubilidad y el color blanco que es compatible.

Para llevar el agua hasta el sistema de riego, se requerirá de un equipo de bombeo. Será necesario calcular el tamaño de la bomba inyectora que se debe instalar. El tamaño de ésta dependerá del máximo caudal de fertilización que se deba aplicar. Por ello, los siguientes cálculos que se van a hacer son los correspondientes al máximo caudal de fertilización que se dará.

6.5.1. Determinación del número de tanques.

En el sistema de fertirrigación se van a incorporar los abonos solubles anteriormente mencionados en tablas directamente en un tanque. Con ello, se simplifica la aplicación de estos en el campo y el manejo de los mismos en el cabezal.

En cada una de las temporadas se requiere de un fertilizante distinto, pero al ser solamente uno en cada época, será suficiente con instalar 1 tanque de fertilizantes en el cabezal de riego para los abonos.

Por otro lado, con el fin de limpiar las tuberías y evitar que se produzcan precipitaciones y obturaciones en las mismas, se dispone de un tanque con un ácido, el cual se inyecta en el agua de riego posteriormente a aplicar los fertilizantes para limpiarlas.

En resumen, solamente se requieren **2 tanques de fertilizantes**.

6.5.2. Determinación del volumen de los tanques.

Para determinarlo, se requiere conocer la solubilidad de cada uno de los fertilizantes. En la siguiente tabla se adjuntan las de cada uno de ellos. Con ello se conocerá la cantidad de agua que se debe añadir al tanque para disolver cierta cantidad de fertilizante. Debido a la gran extensión de jardín y los grandes requerimientos de fertilización, el volumen de los tanques será demasiado grande como para cubrir las necesidades en una sola vez, por lo que de ocurrir esto, se deberán rellenar en cada uno de los abonados varias veces.

Fertilizante	Dosis (g/m ²)	Total (kg)	Solubilidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)
7-0-14 + 4Fe	14,3	112,6	700	0,161
7-0-14 + 4Fe	14,3	112,6	700	0,161
7-0-14 + 4Fe	21,4	168,5	700	0,241
11-5-19 + 9CaO + 2,5 MgO + TE	18,2	143,3	350	0,205
11-5-19 + 9CaO + 2,5 MgO + TE	22,7	178,8	350	0,511 (máx)
12-4-6 + TE	20,8	163,8	500	0,328
12-4-6 + TE	16,7	131,5	500	0,263
12-4-6 + TE	12,5	98,4	500	0,197
17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0	300	0,310
17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0	300	0,310
17-7-16 + 2MgO + Fe	11,8	93,0	300	0,310
7-0-14 + 4Fe	28,6	225,2	700	0,322

**Las solubilidades son aproximadas e interpoladas de tablas de bibliografía ya que las riquezas de los fertilizantes seleccionados son las que interesan en cada momento y no tienen por qué existir en la realidad.*

Por tanto, el dimensionado del tanque se hará con la combinación de dosis de fertilizante mayor y solubilidad menor. Esta es: **11 – 5 – 19 + 9CaO + 2,5 MgO + TE donde se han de aplicar 178,8 kg y la solubilidad del mismo es de 350 kg/m³**

Por lo que se requiere un tanque de:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{178,8 \text{ kg}}{350 \text{ kg/m}^3} = 0,511 \text{ m}^3$$

Por tanto, se selecciona un tanque de:

Tanque plástico fabricado en Polietileno 100% virgen, con protección UV.

Características técnicas:

- Volumen interior: 750 L
- Medidas máximas:
 - Ancho: 0,88 m
 - Largo: 1,50 m
 - Altura: 0,95 m
- Peso: 40 Kg
- Tapa superior de 255 mm
- Salida de descarga de 2"

El tanque para el ácido será de idénticas características.

6.6. Bomba inyectora.

En este apartado se dimensiona la bomba inyectora requerida para aportar los fertilizantes a la red de riego por aspersión. El tamaño del grupo inyector vendrá determinado por el máximo caudal de fertilizante necesario en toda la temporada de riego.

6.6.1. Caudal máximo a aportar.

Para conocer el caudal máximo que se debe aportar en cada uno de los riegos, se debe recordar los tiempos de riego de cada mes:

El fertilizante se aplicará mensualmente en su totalidad en el mismo día, por tanto, interesa conocer el tiempo de riego total de una jornada, contando cada sector por separado. Como se calculó en el Anejo XXX "Impulsión y grupo de bombeo", el tiempo de riego total de un día de riego para todo el campo es:

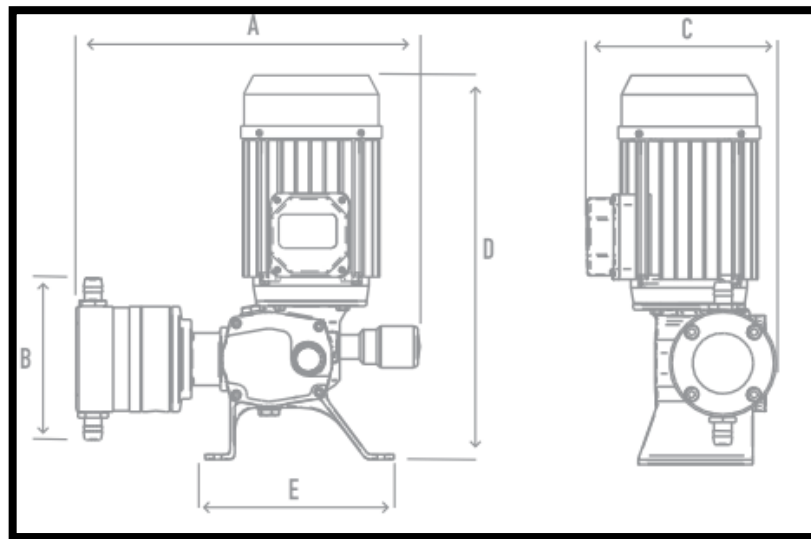
Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h/día	1,35	1,91	1,35	1,56	1,99	2,63	2,84	2,42	1,35	0,85	1,07	0,78

Con estos valores, y conociendo el volumen que se debe de aportar de fertilizante líquido (ya diluido en el tanque) en cada mes, se obtiene el valor del caudal para cada mes:

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h/día	1,35	1,91	1,35	1,56	1,99	2,63	2,84	2,42	1,35	0,85	1,07	0,78
V (m³)	0,161	0,161	0,241	0,205	0,511	0,328	0,263	0,197	0,310	0,310	0,310	0,322
Q_{iny} (m³/h)	0,119	0,084	0,179	0,131	0,256	0,125	0,093	0,081	0,230	0,365	0,230	0,413

Siendo el caudal máximo de inyección en el mes de octubre adoptando un valor de 0,365 m³/h de fertilizante, el caudal que debe ser capaz de aportar la misma deberá ser igual o mayor.

Por tanto, se selecciona una bomba dosificadora de pistón, desplazamiento positivo para la dosificación de productos químicos con alto rendimiento y precisión. Fabricación especial para inyección de productos en red hidráulica en sectores alimentarios y de agricultura.



Donde sus medidas, en mm, son:

Parámetro	A	B	C	D	E
Valor (mm)	320	175	205	370	150

Y sus características técnicas:

- Caudal máx: 500 L/h
- Presión de trabajo: 7,5 bar.
 - o Hidráulica:
 - Conexión: L (3/4" - 6X12) / M (3/4")
 - o Eléctrica:
 - V: 230 / 400 Vac 3ph 50/60Hz, 110/230 Vac 1ph 50/60Hz, 12/24Vdc
 - P: 0,37 kW
 - Protección: IP55 clase F
 - o Materiales:
 - Cilindro: P.P / AISI 316 / PVDF / PTFE
 - Membrana: PTFE en base de elastomero reforzado con fibra
 - Pistón: Cerámica / PEUHMW Estanqueidad: FPM

- Válvula (cuerpo): P.P / AISI 316 / PVDF / PTFE
- Válvula (bola): Vidrio / Vidrio borosilicato / Cerámica
- Bloque: Fundición aluminio
- Peso: 10 kg

Se ha tomado una bomba algo más grande de lo requerido por si en el futuro las exigencias de fertilización se consideraran mayores, no será necesario cambiar el equipo inyector.

La conexión a la red hidráulica se efectuará entre los filtros de arena y mallas, con el fin de que, si precipitara algo, quedará retenido en este último.

Para ajustar los caudales, será necesario colocar un variador de frecuencia que cambie la velocidad de giro del motor eléctrico en función de las necesidades.

7. Elementos de regulación, seguridad y maniobra.

En este apartado se exponen las características de los elementos de la red de riego que no se han definido en los apartados anteriores.

7.1. Valvulería.

7.1.1. Válvulas de maniobra.

Se toman válvulas hidráulicas accionadas eléctricamente o electroválvulas con el fin de automatizar el riego de los distintos sectores mediante el equipamiento de un solenoide que permite la maniobra de apertura y cierre de forma automática. La disposición en el cabezal viene reflejada en el Plano N° 10.1 "Alzado cabezal" y Plano N° 10.2 "Planta cabezal"

Las características de las electroválvulas seleccionadas son las siguientes:

- Funcionamiento: se trata de una válvula compacta de transmisión hidráulica interna de cierre por membrana o diafragma con la función básica de abrir y cerrar un solenoide que direcciona el flujo en la válvula al recibir un impulso eléctrico, con posibilidad de accionamiento manual.
- Rango de presiones de trabajo: de 0,8 a 10 kg/cm²
- Caudales admisibles: de 0 a 50 m³/h
- Pérdidas de carga: para un caudal máximo de 50 m³/h las pérdidas de carga son de 2,8 m.c.a.
- Tipo de solenoide: Tensión de alimentación de 24 V, AC y potencia requerida de 6 W. La sección del cable conductor es de 1 mm².

Además, en el colector de salida, se instalan en la conducción que se dirige a cada sector una vez dividido el flujo una válvula de esfera de accionamiento manual de 2" de PVC.

7.1.2. Válvulas de control y regulación.

A la entrada de cabezal, procedente de la arqueta de regulación donde se encuentran las 3 bombas, se colocan los siguientes elementos siguiendo el orden del flujo de agua.

- 1 válvula de mariposa de PVC 90 mm colocada mediante bridas.
- 1 Electroválvula de solenoide 90 mm con toma roscada.
- 1 Carrete de desmontaje de fundición 90 mm de diámetro colocado mediante bridas.
- 1 Filtro cazapiedras de PVC 90 mm colocado mediante bridas.
- 1 válvula de mariposa de PVC 90 mm colocada mediante bridas.

Insertándose todos en la conducción de impulsión de entrada al cabezal de PVC PN16 DN 90.

7.2. Ventosas.

Dependiendo de su función permiten la eliminación del aire acumulado en el interior de la tubería sobre todo en el momento de la puesta en marcha y funcionamiento de la instalación, admisión de aire cuando la presión en el interior es menor que la atmosférica y la eliminación del aire que circula en suspensión en el fluido bajo presión.

Se coloca una ventosa en el punto más alto de la red de riego que se sitúa al principio del cabeza, ya que toda la instalación posterior se encuentra a menor cota. Por tanto, deberán colocarse una ventosa en este punto para extraer el aire perjudicial para el correcto funcionamiento del sistema que se acumule en ellos.

7.2.1. Ventosa monofuncional.

Se instalarán con el fin de facilitar la salida de aire al vaciar o llenar una tubería. Su misión es la de eliminar las pequeñas cantidades de aire que se acumulan en el normal funcionamiento de la instalación. Se trata de un orificio de pequeña capacidad que se abre o cierra mediante un mecanismo acoplado a un flotador. El aire es expulsado por la presión existente en la tubería, de modo que cuando el aire ha salido el espacio es ocupado por agua que actúa sobre el flotador cerrando la válvula.

El dimensionado de las ventosas a instalar depende fundamentalmente del diámetro de la tubería, caudal trasegado, presión de funcionamiento y de la función a realizar. La que se utilizará en este tramo del cabezal, según a tabla siguiente es:

Diámetro Tubería (mm)	Diámetro ventosa (")
0-100	3/8"
100-150	1"
150-200	1 ¼"
200-250	2"
250-450	3"
450-1.000	4"

Al ser el diámetro de la tubería de 90 mm, la ventosa a utilizar es de 3/8"

7.3. Automatización.

7.4. Dispositivos.

Las necesidades de automatización de la instalación se deben a que el sistema de riego diseñado consta de las siguientes partes:

- Un total de 10 electroválvulas situadas en el colector de salida cabezal accionando cada una de ellas un sector del terreno de juego.
- 1 electroválvula situada en la tubería de impulsión, a la altura del cabezal que se dirige a la estación de filtrado.
- 1 bomba inyectora de fertilizantes que capta de dos tanques, uno de fertilizante y uno de ácidos de limpieza, teniendo cada uno de ellos a la salida 1 electroválvula.

Su programación se lleva a cabo a través de un programador electrónico secuencial, de modo que, una válvula se abre en el momento en que otra se cierra, por lo que la programación se realiza introduciendo los tiempos de riego y la hora de comienzo de cada ciclo de riego.

Éste permite varios ciclos diarios de riego y varios programas de riego distintos, lo que admite una programación a más largo plazo. Las características del programador elegido son las siguientes:

- Programador con transformador interno.
- Ciclo de riego de 14 días o a intervalos de 1 a 28 días.
- Programable de 1 hasta 99 estaciones.
- Tiempo de riego: 1 min a 2 h por estación.
- Posibilidad de interrumpir la programación automática por 24 horas.
- Pantalla de cristal líquido.
- Programa de seguridad (10 min por estación).
- Caja estanca con cerradura.

- Alimentación: 22 V CA/50 Hz.
- Salida: 24 V CA 0,5 A

Las electroválvulas escogidas pueden soportar hasta 50 m³/h. Las electroválvulas están unidas mediante un cable eléctrico con el programador siendo la señal eléctrica la que activa el solenoide de apertura de la válvula. Una vez que la señal eléctrica cesa, el solenoide cierra la válvula.

A la salida del cabezal se instala una válvula de retención con el fin de evitar que el agua ha salido del cabezal vuelve a entrar al producirse la parada del flujo de agua.

Las maniobras de las electroválvulas serán controladas por el programador, situado en el interior de la caseta de mantenimiento.

La función del programador de riego es la de abrir y cerrar unos circuitos eléctricos a las horas que se programe. Estos circuitos accionan los solenoides de las electroválvulas, que suelen estar cerradas y se mantienen abiertas mientras reciben la señal eléctrica. El sistema seleccionado se basa fundamentalmente en la instalación de un controlador central en el cabezal de riego, al cual se podrá acceder directamente, de tal forma que, a partir de este programador central surgirá una comunicación por cable de dos hilos hacia cada uno de los elementos automatizados.

Mediante este sistema se pretende establecer una programación del riego diferente para cada mes del año, de tal forma que el aporte de agua se adapte a las diferentes condiciones climáticas generales de cada época, economizando el consumo de energía y de agua. Los elementos básicos que componen el sistema son:

- Controlador central: estará situado en el cabezal de riego.
- Conducciones eléctricas: el sistema de transmisión de las ordenes de comienzo y finalización del riego a sector estación se establecerá mediante una conducción eléctrica de baja tensión (24 V), de cobre, de un hilo, de entre 1,5 mm² de sección, en manguera antihumedad de 1 kV, con corona de hilo antirroedores.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 14

Red de evacuación de aguas pluviales

Índice Anejo 14

1.	Introducción.	6
2.	Reglamentación.	6
3.	Red de drenaje.	6
3.1.	Elementos.	7
3.2.	Caudal de lluvia a evacuar.	7
3.3.	Caudales calculados por áreas.	9
4.	Drenaje subterráneo del terreno de juego.	10
4.1.	Consideraciones del sistema de drenaje.	11
4.2.	Cálculo de los tubos dren.	11
4.3.	Condicionantes del sistema de drenaje.	13
4.4.	Separación entre drenes.	15
4.5.	Colectores.	16
4.6.	Resumen drenaje terreno de juego.	18
5.	Cálculo de los elementos de captación del drenaje de la parcela.	19
5.1.	Dimensionado de imbornales.	19
5.2.	Dimensionado de colectores.	20
6.	Arquetas.	22
7.	Zanjas y colocación.	23
8.	Aliviadero depósito almacenamiento.	23

Índice de tablas

Tabla 1: Coeficiente de escorrentía C.....	9
Tabla 2: Diámetros de tubos dren de PVC.....	13
Tabla 3: Solución adoptada para los drenes.	16
Tabla 4: Parámetros de diseño para los colectores del sistema de drenaje.	17
Tabla 5: Diámetros de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 10 mm/h.....	17
Tabla 6: Resultado para los colectores donde desembocan los drenes del terreno de juego.....	18
Tabla 7: Resultados para las tuberías del sistema de drenaje.	18
Tabla 8: Número de sumideros en función de la superficie.....	19
Tabla 9: Número de imbornales y colocación.....	20
Tabla 10: Exigencias mínimas de evacuación de aguas pluviales según el CTE.....	21
Tabla 11: Resultados para las líneas de evacuación de aguas pluviales.....	22
Tabla 12: Resultados para los colectores de evacuación de aguas pluviales.	22

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de pluviometrías máximas de Valencia y coeficientes de variación asociados.	8
Ilustración 2: Representación gráfica de un sistema de drenaje en régimen variable.	12

1. Introducción.

En este anejo se expone el dimensionado de la red de drenaje del terreno de juego cubierto por las cespitosas además de la red de evacuación de aguas del resto de la instalación.

Al tratarse de una superficie prácticamente plana, con posibilidad de compactación con el paso del tiempo y asfaltada en sus anexos, dificulta de forma considerable la evacuación del agua de lluvia, pudiendo provocar encharcamientos prolongados impidiendo que la instalación pueda cumplir con sus funciones. Por tanto, es preceptivo diseñar una red de captación y evacuación de aguas pluviales. El agua que se recoja de la lluvia, se canalizará mediante tuberías hasta el depósito de captación que se diseñó anteriormente con el fin de que sean reutilizadas para el riego.

Para ello, se diseña a continuación una red compuesta por el drenaje que corresponde a la zona del terreno de juego, donde la superficie es más permeable, y por la zona de los anexos a éste que está asfaltada y por tanto se le deberán otorgar ciertas pendientes para que se lleve el agua por gravedad hasta los colectores.

2. Reglamentación.

En el diseño, cálculo, construcción y control del drenaje se ha seguido el documento básico del Código Técnico de la Edificación "DB-HS condiciones de salubridad", haciendo énfasis en la norma NTE-ASD (Norma Tecnológica en la Edificación, "instalaciones de salubridad. Alcantarillado"), la instrucción 5.2 I.C. "Drenaje Superficial".

3. Red de drenaje.

Con la red de drenaje se pretende evacuar el agua procedente de la lluvia con el objetivo de evitar encharcamientos prolongados en el tiempo en las zonas del terreno de juego, caminos anexos y accesos. Además, se pretende que el agua recogida se acumule en el depósito que se diseñó anteriormente para que esta sea reutilizada como agua de riego.

La red funcionará por gravedad, ya que la lámina libre del depósito se encuentra a una cota menor que la superficie de la que se pretende evacuar el agua. A todas las tuberías se les asigna un 1 % de pendiente para evacuar este tipo de aguas sin que se produzcan acumulaciones.

Para recoger el agua de la superficie asfaltada se colocarán imbornales repartidos por ella que darán paso al agua a la red de evacuación. Junto al terreno de juego, justo en su perímetro se colocarán este tipo de alcantarillas también con el fin de darle al terreno de juego un drenaje perimetral además del de profundidad que funcionará mediante drenes.

3.1. Elementos.

Los elementos que componen la red de drenaje son los siguientes:

- Imbornales: pieza que presenta un orificio para la evacuación de las aguas pluviales.
- Colector: Conducto que recibe el agua del sistema de drenaje y la conduce al punto de desagüe.
- Depósito: lugar donde se almacenan todas las aguas pluviales que se recogen en el recinto.

3.2. Caudal de lluvia a evacuar.

Para dimensionar la red de drenaje es necesario precisar el caudal de lluvia a evacuar. Debido a que la superficie a drenar se considera pequeña y que el tiempo de concentración es menor a 6 horas, el método más adecuado para su determinación es el Método Racional.

$$Q_p = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$$

Donde:

- C: coeficiente medio de escorrentía de la superficie drenada
- Q_p: Caudal en m³/s
- I: Intensidad máxima del aguacero de duración igual al tiempo de concentración en mm/h.
- A: Superficie de la cuenca en m².
- K: coeficiente que depende de las unidades del Q_p, en este caso será 3.600,

La intensidad máxima de un aguacero para un tiempo D se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_h}{I_d} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - D^{0,1}}{0,4} \right)}$$

Donde:

- I: Intensidad para un tiempo D, en mm/h.
- I_d: intensidad media diaria, en mm/h.
- I_h: Intensidad horaria, en mm/h.
- D: duración del aguacero, en h.

El parámetro $\frac{I_h}{I_d}$ es característico de cada lugar y representa la relación de la intensidad horaria a la diaria del mismo periodo de retorno. Para el municipio de Massamagrell adopta un valor de 11,2.

Para este municipio, la precipitación máxima en 24 para un periodo de retorno de 10, recomendado por la Instrucción 5.2.I.C. "Drenaje superficial" para dimensionar la red de drenaje superficial en una zona urbana, es de 85 mm/día.

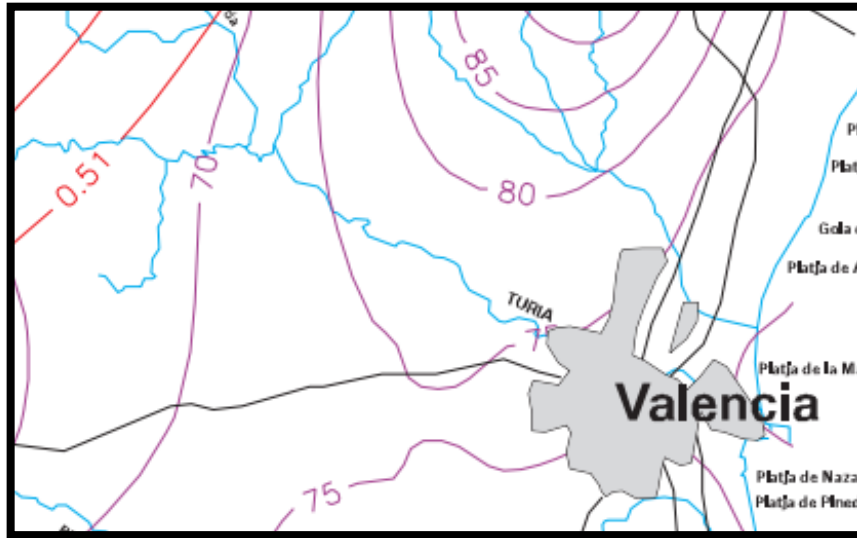


Ilustración 1: Mapa de pluviometrías máximas de Valencia y coeficientes de variación asociados.

Por tanto, el valor I_d queda del siguiente modo:

$$I_d = \frac{P_d}{24} = \frac{85 \text{ mm/día}}{24 \text{ h/día}} = 3,54 \text{ mm/h}$$

La duración del aguacero (D) se toma igual al tiempo de concentración T que se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$T = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Siendo:

- T : tiempo de concentración, en h.
- L : Longitud del cauce, en km.
- J : pendiente del cauce en m/m.

Para la zona de estudio, se va a tomar como longitud del cauce más desfavorable aquella distancia correspondiente a la mitad del perímetro de la parcela, suponiendo que

puede darse el caso de que a circulación de las aguas hasta el depósito lleve este recorrido, por tanto, L adoptará un valor de 267 m. Respecto a la pendiente, se tomará un valor del 1/100 m/m, lo que es igual al 1 %. Por tanto, T queda:

$$T = 0,3 \cdot \left(\frac{0,267 \text{ km}}{0,01 \text{ m/m}^{0,25}} \right)^{0,76} = 0,26 \text{ h} = 15,6 \text{ min}$$

Por otro lado, se debe conocer el coeficiente de escorrentía (C), que es la relación entre el caudal que discurre y el total. Se adoptan los siguientes valores del coeficiente de escorrentía:

Tabla 1: Coeficiente de escorrentía C .

Tipo de superficie	Coeficiente C
Calles asfaltadas	0,90
Cespitosa con pen. < 3 %	0,25
Tierra vegetal	0,35

3.3. Caudales calculados por áreas.

Por último, se ha calculado, para cada una de las áreas que forman el recinto, el caudal a evacuar. A continuación, con los datos obtenidos anteriormente, se obtiene el valor que adopta la intensidad máxima pluviométrica en esta zona geográfica:

$$\frac{I}{3,54 \text{ mm/h}} = 11,2 \left(\frac{28^{0,1} - 0,26^{0,1}}{0,4} \right)$$

La intensidad para un tiempo de 15,6 minutos es:

$$I = 82,6 \text{ mm/h}$$

Con este valor, se calculan los caudales para la zona del terreno de juego y para los anexos. Los cálculos son los siguientes:

- **Para el terreno de juego**, donde la superficie es cespitosa y la pendiente menor al 3 %, el caudal es:

$$Q_{p\text{-céspe}} = \frac{0,25 \cdot 82,6 \text{ mm/h} \cdot (105 \cdot 75) \text{ m}^2}{3.600 \text{ (s/h)}}$$

$$Q_{p\text{-céspe}} = 45,2 \text{ L/s}$$

- **Para las zonas anexas**, donde la superficie de las calles y accesos está asfaltada, el caudal queda del siguiente modo. Recordar que se consideran tramos de superficie cada 25 m², sabiendo que la superficie total de este tipo de zona es 9.945 m².

$$Q_{p-asfalto} = \frac{0,90 \cdot 82,6 \text{ mm/h} \cdot (9.945) \text{m}^2}{3.600 \text{ (S/h)}}$$

$$Q_{p-asfalto} = 205,4 \text{ L/s} =$$

Se puede observar que el caudal a eliminar del césped es mucho menor que el del asfalto. Esto es debido al coeficiente de escorrentía, ya que se ha considerado que en la zona de césped el 75 % de esa pluviometría va a infiltrarse, por lo que este valor es el que habrá que tener en cuenta posteriormente para el cálculo del drenaje subterráneo del terreno de juego. Es decir:

$$Q_{p-infiltrado} = \frac{0,75 \cdot 82,6 \text{ mm/h} \cdot (105 \cdot 75) \text{m}^2}{3.600 \text{ (S/h)}}$$

$$Q_{p-infiltrado} = 135,5 \text{ L/s}$$

4. Drenaje subterráneo del terreno de juego.

Debido a que va a ser imposible eliminar toda el agua mediante el drenaje perimetral en el caso de haber una lluvia como la del modelo propuesto, se establece en este punto, como eliminar el agua que consiga infiltrar en el suelo mediante el uso de un sistema con tuberías de drenaje.

Esta forma de construcción se ha popularizado como manera de mejorar la instalación dándole un valor añadido en regiones donde se considere que pueden existir precipitaciones que dejen inutilizable el terreno de juego durante horas o incluso días. La base del sistema de cañerías es una serie de caños de drenaje con un relleno permeable a unos 150-200 mm de profundidad dejando una separación entre tuberías del mismo plano entre 5-10 m. En una construcción nueva, como el caso que se aborda en este proyecto, el sistema de cañería de drenaje es la pieza principal del desarrollo. El diseño de un sistema de drenaje nuevo debe incluir también un desagüe positivo al que se descargue el agua recogida por el drenaje.

El espacio de drenaje depende de la infiltración potencial del suelo y el índice de drenaje del diseño. Aumentar el espacio de drenaje con la finalidad de bajar costes debe ser considerado cuidadosamente ya que puede comprometer la eficacia del diseño del drenaje.

En el Anejo N° 6 “Especies vegetales y suelo artificial” ya se definió el perfil del suelo, sus espesores y materiales. Por ello, en este punto únicamente tiene como objetivo establecer la colocación de los drenes en el perfil del suelo.

4.1. Consideraciones del sistema de drenaje.

La característica más importante del suelo en relación con su sistema de drenaje es la permeabilidad que presenta el mismo. Este parámetro está íntimamente ligado a todo lo que es el drenaje y se define como la capacidad del suelo para transmitir agua y aire. Una alta permeabilidad se traduce en una buena capacidad drenante. La permeabilidad depende de una serie de características de los suelos como la textura y estructura.

En el caso de este proyecto lo que nos va a interesar es que la capa freática este por debajo de la zona radicular del césped. En el perfil del suelo, la capa de enraizamiento consta de 25 cm de espesor, mientras que el perfil completo del sistema de drenaje es de 50 cm.

Con el objetivo de dimensionar los tubos dren a colocar, se va a considerar el caso más desfavorable que podría provocar una lluvia torrencial. Éste sería el de que la capa freática ascendiera hasta la zona superficial ($z = 0$ m), la cual habría que eliminar en un tiempo corto (entre 12 y 24 h) para que el terreno de juego fuera nuevamente utilizable.

Los cálculos que se llevan a cabo a continuación se hacen en **régimen variable** ya que se está suponiendo una precipitación grande en volumen de baja frecuencia en un tiempo muy reducido.

4.2. Cálculo de los tubos dren.

Para llevar a cabo el cálculo de la distancia de separación a la que se han de colocar los tubos dren bajo el terreno de juego se va a utilizar la ecuación de Glover – Dumm. Esta ecuación es de aplicación en los casos cuando el problema de drenaje interno se asimila a un modelo de flujo no permanente, en el cual el nivel freático se eleva repentinamente por efecto de recargas fuertes.

La ecuación es la siguiente:

$$L^2 = \frac{\pi^2 \cdot K \cdot D \cdot t}{P \cdot \ln\left(1,16 \cdot \frac{h_0}{h_t}\right)}$$

Donde:

- L : espaciamiento entre drenes (m)
- K : conductividad hidráulica (m/día)
- D : espesor promedio de la tabla de agua hasta la capa impermeable (m).
- t : tiempo (días)
- P : porosidad drenable.
- h_0 : Altura del nivel freático sobre el fondo del dren antes del descenso (m)
- h_t : Altura del nivel freático sobre el fondo del dren después del descenso (m)

En el esquema siguiente se adjunta una representación de que indica cada parámetro en la realidad:

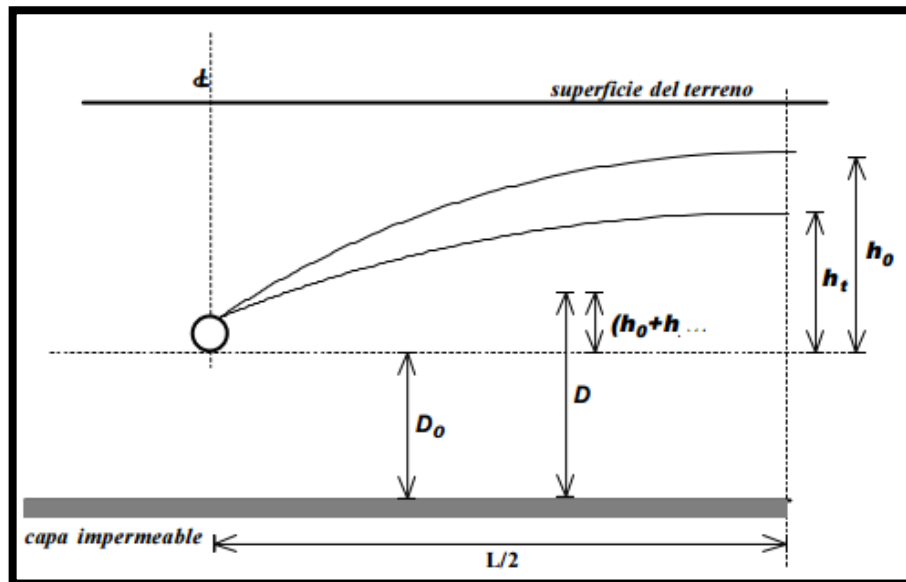


Ilustración 2: Representación gráfica de un sistema de drenaje en régimen variable.

D es definida como la altura desde la capa impermeable hasta el punto medio de la vertical que va desde el nivel de los drenes hasta la altura promedio de la capa freática en el punto equidistante entre dos drenes.

K , D y p se miden, la combinación de h_0 , h_t y t constituye las normas de drenaje. El espaciamiento L debe ser tal que después de una recarga la capa freática descienda desde h_0 hasta h_t en t días.

La conductividad hidráulica del perfil del suelo se obtiene a partir de una K equivalente que es función del espesor de cada capa (e_i) y la conductividad hidráulica de cada una de ellas (K_i). Se calcula del siguiente modo:

$$K = \frac{K_i \cdot e_i}{e_t}$$

De tablas, se toman las conductividades hidráulicas medias de cada uno de los materiales a partir de la curva de Brenddin:

Capa	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	K_i (m/día)	K_h (m/día)	Porosidad (%)	Porosidad media (%)
Enraizamiento	250	0 - 2	720	1.920	18	22,4
Sellado	100	2 - 4	2.400		22	
Grava	150	5 - 10	3.600		30	
Total Perfil	500	-			-	

Una vez obtenida la separación entre los drenes, a partir de tablas de DN de tuberías dren se establece el diámetro a instalar para poder evacuar el agua del suelo a partir de la superficie que abarca cada dren en el terreno de juego

4.3. Condicionantes del sistema de drenaje.

En este apartado se va a definir el objetivo de colocar los drenes en el sistema de drenaje. Como premisa se pretende que el sistema de drenaje sea capaz de eliminar en 1 h el agua almacenada en la capa de enraizamiento (0,25 m). Para ello, se va a suponer el caso más desfavorable y es el siguiente:

Cuando se produzca una lluvia como la calculada en los puntos anteriores, la capa freática subirá hasta la superficie donde se encuentra el césped ($z = 0$ m). Por otro lado, la capa impermeable se encuentra justo a la cota donde se sitúa el centro de los drenes ($z = -0,5$ m).

En cuanto a los tubos dren, se va a probar con distintos diámetros de tubos corrugados de PVC siguiendo las normas UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-2-2 y UNE-EN 60423. Las propiedades se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 2: Diámetros de tubos dren de PVC.

DN (mm)	16	20	25	32	40	50
Exterior (mm)	16	20	25	32	40	50
Interior (mm)	10,7	13,4	18,5	24,3	31,2	39,6

En cuanto a la colocación de los mismos en el terreno de juego, se van a colocar de manera longitudinal al campo y desembocarán en 3 colectores. Aunque con uno sería

suficiente si se determina bien el DN, es mejor colocar más y repartidos por si se diera el caso de haber obturaciones.

Por tanto, los tubos dren tendrán una longitud de:

$$L_{dren} = \frac{L \text{ terreno (m)}}{n^{\circ} \text{ colectores} - 1} = \frac{105 \text{ m}}{3 - 1} = 52,5 \text{ m}$$

Estos se colocarán en el terreno de juego con una pendiente del 1 % partiendo desde su punto medio hasta los dos colectores a los que abastece cada uno.

Como van a estar separados 15 m entre drenes y solo la mitad de su longitud (26,25 m) abastece a cada colector. Por tanto, el área de terreno de juego que abarca cada dren es:

$$A_{dren} = 15 \text{ m} \times 26,25 \text{ m} = 393,75 \text{ m}^2$$

Por tanto, el caudal que va a circular por cada dren en el caso más desfavorable es el siguiente. Si para todo el terreno de juego (7.875 m²) el caudal era de 135,5 L/s, para esta porción de superficie será de:

$$Q_{dren} = \frac{393,75 \text{ m}^2 / \text{dren}}{7.875 \text{ m}^2} \cdot 135,5 \text{ L/s}$$

$$Q_{dren} = 6,78 \text{ L/s}$$

Para obtener el diámetro del mismo se va a proceder al cálculo mediante la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S \cdot \sqrt{I}$$

Siendo:

- n : coeficiente de Manning (adimensional)
- I : Pendiente de la conducción en tanto por uno.
- Q : Caudal en m³/s
- R : Radio hidráulico de la sección normal (m).
- S : Sección en m²

El radio hidráulico se calcula del siguiente modo:

$$R = \frac{S}{C}$$

Donde:

- S: Sección de la conducción (m²)
- C: Perímetro mojado de la conducción (m)

$$C \text{ (circunferencias)} = \frac{\theta \cdot 2\pi \cdot r}{360}$$

Donde:

- θ : es el ángulo que forma el calado medido desde el centro (rad)
- r : radio interior de la conducción (m)

4.4. Separación entre drenes.

Con todos los datos anteriores sobre las condiciones iniciales y el objetivo que se pretende, se va a determinar a partir de la ecuación de Glover – Dumm, la separación L entre drenes, que, de momento, no depende del diámetro de mismo.

$$L^2 = \frac{\pi^2 \cdot 1.920 \left(\frac{m}{\text{día}}\right) \cdot 0,5 \text{ (m)} \cdot 1/24 \left(\frac{\text{días}}{h}\right)}{0,224 \cdot \ln\left(1,16 \cdot \frac{0,5}{0,25}\right)} = 45,7 \text{ m}$$

Este espaciamiento entre drenes daría un resultado de un total de 2 drenes en todo el campo de fútbol lo cual sería insuficiente. Por ello, para seguir dimensionándolos se va a tomar una separación entre drenes de:

$$L = 15 \text{ m}$$

Ahora, para obtener el diámetro del mismo se va a proceder al cálculo mediante la ecuación de Manning (n para PVC es 0.01) sabiendo que la **pendiente es del 0,4 %**

$$Q = \frac{1}{0,01} \cdot R^{2/3} \cdot (\pi \cdot r^2) \cdot \sqrt{0,01}$$

El radio hidráulico se calcula del siguiente modo:

$$R = \frac{\pi \cdot r^2}{\frac{\theta \cdot 2\pi \cdot r}{360}}$$

La ecuación de Manning queda, si se prueba con un valor de $\theta = 3\pi/2 \text{ rad}$

$$0,00678 \text{ (m}^3/\text{s)} = \frac{1}{0,01} \cdot \left(\frac{\pi \cdot r^2}{\frac{\pi \cdot 2\pi \cdot r}{360}} \right)^{2/3} \cdot (\pi \cdot r^2) \cdot \sqrt{0,01}$$

$$r = 0.015 \text{ m}$$

El valor mínimo se considera muy bajo para las dimensiones de este proyecto, por tanto, se decide tomar el de 50 mm (Di = 39,6 mm).

$$DN_{dren} = 50 \text{ mm}$$

Con este valor de radio y resguardo, el área mojada del mismo sería de:

$$A_h = \frac{r^2}{2} \cdot \left(\frac{2\pi \cdot \theta}{360} - \text{sen } \theta \right) = \frac{0,0198^2}{2} \cdot \left(\frac{2\pi \cdot \pi}{360} - \text{sen } \pi \right)$$

$$A_h = 5,42 \text{ cm}^2$$

Y el área total de estas conducciones de 50 mm es de:

$$A_{DN-50} = \pi \cdot 0,0198^2 = 12,32 \text{ cm}^2$$

Lo que supone un porcentaje de llenado de:

$$A_h(\%) = \frac{5,42 \text{ cm}^2}{12,32 \text{ cm}^2} = 0,44 = 44 \%$$

Por lo que se dejaría esta solución como correcta. Es decir, se colocarán tubos dren donde el eje del tubo quede a 50 cm de profundidad coincidiendo con la capa de grava. Estos tendrán un DN 50 mm y estarán separados 15 m entre ellos colocándose 3 colectores, que se dimensionarán a continuación donde desembocuen todos ellos.

Tabla 3: Solución adoptada para los drenes.

DN (mm)	Di (mm)	Separación (m)	Longitud (m)	Nº drenes
50	39,6	15	52,5	20

En el Plano N° 11 “Evacuación de aguas pluviales” se puede ver la disposición en planta y alzado de los mismos sobre la red de drenaje del terreno de juego.

4.5. Colectores.

Como se nombró anteriormente, la red de drenaje del terreno de juego contará con 20 drenes que desembocarán en 3 colectores que se trazan perpendiculares a éstos. De ellos, el

por el que mayor caudal circulará será por el central, que será abastecido por 10 drenes, 5 de cada lado.

Para simplificar los cálculos, se va a calcular el área del terreno de juego que le corresponde a cada uno de los colectores y con ello, determinar el caudal máximo que puede circular por ellos en el caso más extremo. De este modo queda:

$$Q_{colector} = \frac{A_{colector}}{A_{total}} \cdot Q_{terreno} \text{ L/s}$$

Tabla 4: Parámetros de diseño para los colectores del sistema de drenaje.

Colector	Disposición	Área (m ²)	Q _{máx} (L/s)
C1	Este	1.968,75	33,875
C2	Central	3.937,5	67,750
C3	Oeste	1.968,75	33,875

Para determinar el DN de los colectores donde van a desembocar los drenes se va a hacer uso de la normativa que establece el CTE. Se expone a continuación los pasos a seguir:

Según el Documento Básico HS-05 del CTE en el apartado correspondiente al dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales dice lo siguiente sobre los colectores de aguas pluviales:

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene de la siguiente tabla, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

La tabla a la que hace referencia es la siguiente. Estos diámetros corresponden a colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h, por lo tanto, el de este proyecto que es de 85 mm/h entra dentro del rango de aplicación.

Tabla 5: Diámetros de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 10 mm/h.

Superficie proyectada (m ²)			DN del colector (mm) según UNE EN-1.401	Di (mm) según UNE EN-1.401
Pendiente del colector				
1 %	2 %	4 %		
125	178	253	90	-
229	323	458	110	103,6
310	440	620	125	117,6
614	862	1.228	160	150,6

1.070	1.510	2.140	200	188,2
1.920	2.710	3.850	250	235,4
2.016	4.589	6.500	315	296,6
-	-	-	400	376,6
-	-	-	500	470,8
-	-	-	630	593,2
-	-	-	710	668,4
-	-	-	800	776,6

Por tanto, haciendo uso de la tabla anterior, el resultado que se obtiene para los colectores, si la **pendiente** que se les va a otorgar es de un **0,4 %**:

Como la pendiente que se le da a los colectores es menor que la que aparece en tablas, se va a adoptar un valor mayor al que saldría si fuera del 1 %. Por tanto

Tabla 6: Resultado para los colectores donde desembocan los drenes del terreno de juego.

Colector	Disposición	Área (m ²)	Q _{máx} (L/s)	DN colector (mm)	L colector (m)
C-1	Este	1.968,75	33,875	400	75
C-2	Central	3.937,5	67,750	500	75
C-3	Oeste	1.968,75	33,875	400	75

*Se le da otorga el DN inmediato superior por no reflejar el CTE-HS-05 valores para superficies mayores a la requerida en este caso.

Por último, queda por dimensionar el colector principal (C-P) de aguas pluviales donde desembocan los 3 anteriores (C-1, C-2 y C-3). Para ello, se sigue el mismo procedimiento que anteriormente, a partir de las especificaciones de CTE HS-05. Por tanto, si se le da una **pendiente del 0,4 %**, el DN a seleccionar sería de:

$$DN_{C-P} = 630 \text{ mm}$$

4.6. Resumen drenaje terreno de juego.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los parámetros de la red de drenaje que se ha dimensionado en este último apartado.

Tabla 7: Resultados para las tuberías del sistema de drenaje.

Parámetro	Drenes	C-1*	C-2*	C-3*	C-P*
DN (mm)	50	400	500	400	630
Di (mm)	39,6	376,6	470,8	376,6	593,2
P (%)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

L (m)	52,5***	75	75	75	110
Unidades	10	1	1	1	1
Cota inicial** (m)	-0,5	-0,71	-0,71	-0,71	-1,01
Cota final** (m)	-0,71	-1,01	-1,01	-1,01	-1,45

*Todos los colectores tienen una rigidez del tipo SN8 y los Di son los que indica la norma UNE EN-1.401.

**Las cotas tienen como referencia la superficie del campo de fútbol ($z = 0$ m). Se considera la cota como la base de la conducción.

*** Recordar que la distancia pendiente de los drenes es considerada desde su punto medio, por lo que para calcular su cota final se considera la mitad de su longitud.

5. Cálculo de los elementos de captación del drenaje de la parcela.

Para captar las aguas de lluvia se opta por utilizar imbornales conectados a la red de colectores subterránea mediante imbornales.

Se utilizan imbornales de fundición dúctil, abatibles, con sistema antirrobo, de dimensiones libres 48 x 21 cm clase C-250 (carga de rotura = 25 toneladas).

Los imbornales se colocan según se indica en el Plano N^o 11 "Evacuación de aguas pluviales". A partir de la colocación de estos sobre la parcela, se puede obtener

5.1. Dimensionado de imbornales.

En el CTE-HS-5 se establece el número mínimo de sumideros que deben disponerse, en función de la superficie proyectada horizontalmente a la que sirven. En la tabla adjunta se pueden ver el N^o de sumideros en función de la superficie.

Tabla 8: Número de sumideros en función de la superficie.

Superficie (m ²)	N ^o de sumideros
S < 100	2
100 < S < 200	3
200 < S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

También aporta las siguientes indicaciones:

- El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva.
- Cuando por razones de diseño no se instalen estos puntos de recogida debe preverse de algún modo la evacuación de las aguas de precipitación, como por ejemplo colocando rebosaderos.

En este caso, la superficie asfaltada es la total de la parcela menos la que se utiliza como campo de fútbol que tiene su propio sistema de evacuación de aguas pluviales, por tanto, la superficie a considerar, incluyendo las cubiertas de los edificios que se diseñen más adelante, es:

$$S_{asfaltada} = 17.820 \text{ m}^2 - 7.875 \text{ m}^2 = 9.945 \text{ m}^2$$

La superficie total es mayor a 500 m², por lo que se deberá colocar 1 sumidero cada 150 m², lo que hace un total de:

$$N \text{ sumideros} = \frac{9.945 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^2 / \text{sumidero}} = 66,3 \approx 67 \text{ sumideros}$$

Estos se distribuirán uniformemente en la parcela. Se puede ver su distribución en el Plano N^o 11 “Evacuación de aguas pluviales”.

Además, como drenaje perimetral del terreno de juego, se colocarán en los lados longitudinales 9 imbornales a cada lado haciendo un total de 18 imbornales. Se aprovecha así la pendiente de 0,3 % que tiene el terreno de juego desde su eje central.

Finalmente, el número de imbornales colocados en toda la parcela es de:

Tabla 9: Número de imbornales y colocación.

Lugar	Nº imbornales	colocación
Parking	22	Marco 12 x 12 m
Parcela	45	En líneas separados 12 m
Perimetral	18	Cada 12 m
Total	85	-

Cada imbornal requerirá de una pequeña arqueta de dimensiones 0,48 m x 0,21 m x 0,50 m de profundidad.

5.2. Dimensionado de colectores.

Los colectores de los mismos se dimensionan del mismo modo que con la red de drenaje del campo de fútbol. Estos tendrán un diámetro en función de la superficie que abarquen, como indica la tabla siguiente tabla:

Tabla 10: Exigencias mínimas de evacuación de aguas pluviales según el CTE.

Superficie proyectada (m ²)			DN del colector (mm) según UNE EN-1.401	Di (mm) según UNE EN-1.401
Pendiente del colector				
1 %	2 %	4 %		
125	178	253	90	-
229	323	458	110	103,6
310	440	620	125	117,6
614	862	1.228	160	150,6
1.070	1.510	2.140	200	188,2
1.920	2.710	3.850	250	235,4
2.016	4.589	6.500	315	296,6
-	-	-	400	376,6
-	-	-	500	470,8
-	-	-	630	593,2
-	-	-	710	668,4
-	-	-	800	776,6

En este caso, la pendiente que se adopta para los mismos va a ser menor que la que se adjunta en el CTE-HS-5. Se tomará un **valor de pendiente máximo de 0,4 %** para los colectores de aguas pluviales.

Los diámetros de los colectores se establecen en función del número de imbornales de los que recogen agua. Como se van a colocar imbornales cada 150 m² aproximadamente, el caudal que circulará por cada uno de ellos será:

$$Q_{p-asfalto} = \frac{0,90 \cdot 82,6 \frac{mm}{h} \cdot (150)m^2}{3.600 \left(\frac{s}{h}\right)} = 3,10 \text{ L/s}$$

En el caso de tener la precipitación de diseño.

A continuación, se expone, según la distribución en parcela, el diámetro necesario en cada línea de imbornales para la evacuación de las aguas sabiendo que la pendiente es del 0,4 %.

Tabla 11: Resultados para las líneas de evacuación de aguas pluviales.

Línea	Nº imbornales	Superficie m ²	DN (mm)	L (m)
1	11	1584	250	112
2	11	1584	250	112
3	11	1584	250	120
4	11	1584	250	108
5	11	1584	250	108
6	9	1296	250	108
7	9	1296	250	120

*Se seleccionan los diámetros con el valor de pendiente de 1% que aporta el CTE ya que pese a ser menor la pendiente, estos valores son para una precipitación de diseño mayor (100 mm/h) a la que en la parcela se daría.

Estas líneas de evacuación desembocan en distintos colectores. A continuación, se exponen los colectores que abarcan a cada una de las líneas y el diámetro nominal requerido en función del área total abarcada.

Tabla 12: Resultados para los colectores de evacuación de aguas pluviales.

Colector	Líneas	S. total	DN (mm)	L (m)
CP1	L1+L2+L7+6 imbornales	5328	500	75
CP2	L3+L4+4 imbornales	3744	400	52
CP3	L5+L6+5 imbornales	3600	400	20

Éstos, del mismo modo que las líneas donde se insertan los imbornales, tendrán una pendiente del 0,4 %.

Existen líneas que no se nombran como líneas principales o colectores. Están alimentadas únicamente por un imbornal y su distancia máxima es de 12 m. En éstas se colocará DN250 de PVC para facilitar la puesta en obra y la diversidad de materiales.

6. Arquetas.

Cada uno de los imbornales ira sobre una arqueta por la que cruzara, abierta en su parte superior, la tubería de drenaje o colector en cada caso. Se deberá tener en consideración que la profundidad de los mismos varía en función del tipo de colector y de lo cerca que este del depósito de almacenamiento, siendo así su canto variable (como se indica en los detalles del Plano Nº 11 "Evacuación de aguas pluviales"). Sus dimensiones fijas serán:

- 15 cm de HM-20 desde la solera hasta donde apoya la arqueta sobre el suelo de la parcela.
- 15 cm en la superficie de asfalto en el caso de los imbornales del parking y 12 cm para el resto.
- La tubería dren o colector cruzará por la misma con una pendiente de 0,4 %

Para que el imbornal pueda apoyar sin quebrar el hormigón en masa, se colocan unos cercos metálicos galvanizados L de dimensiones de 4 mm de espesor dejando 5 mm de separación entre el imbornal y el mismo.

En el hormigón en masa, se coloca una armadura de reparto vertical y longitudinalmente a 7,5 cm del espesor ($e = 15$ cm) de $\phi 8$ cada 10 cm.

El tubo se coloca sobre una fina capa de 5 cm de mortero de pendientes con la misma pendiente que trae el tubo, 0,4 %.

7. Zanjas y colocación.

Las zanjas en las que se colocan tanto tuberías de drenaje como colectores de evacuación son de canto variable en función de la pendiente de cada zona.

Como norma general, el ancho de la zanja será de 15 cm + el ϕ exterior de cada una de las conducciones repartiendo esos 15 cm entre ambos lados. No se crearán taludes al tratarse de profundidades pequeñas.

Una vez instalada la tubería se cubrirá con el mismo material que se extraje para su colocación, no siendo necesario en este caso un tipo de suelo seleccionado.

8. Aliviadero depósito almacenamiento

En el Anejo N° 10 "Cálculo del depósito de almacenamiento" quedó por dimensionar el DN del aliviadero del depósito en el caso de superar el nivel máximo (4,5 m). Según el CTE se debe colocar un diámetro tal que sea capaz de evacuar toda el agua de una superficie definida. En este caso la superficie es la correspondiente a la parcela completa. Si se le otorga una pendiente del 1 % el DN a colocar es:

$$\text{Aliviadero} = \text{DN } 800 \text{ mm}$$

Este descargará el agua sobrante en la red pública de saneamiento y evacuación de aguas pluviales del municipio de Massamagrell que se encuentra en la C/ Ausias March paralela al depósito

Se requieren para ello 15 m de conducción.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 15

Cálculo estructural de la grada

Índice Anejo 15

1.	Introducción.	7
2.	Normativa empleada.....	7
3.	Descripción de la construcción.	7
4.	Materiales empleados.....	8
5.	Acciones previstas.	9
5.1.	Cálculo de las acciones previstas.	9
5.2.	Hipótesis de carga.	9
5.3.	Condiciones de seguridad.....	10
6.	Dimensionado de las losas.	11
6.1.	Cálculo del momento máximo (M_d) y longitud del vano (L).	11
6.2.	Comprobación a cortante (V).....	12
6.3.	Comprobación a flecha.	13
7.	Dimensionado de los muros de apoyo.	14
7.1.	Predimensionado del muro.	14
7.2.	Esfuerzos a soportar.....	15
7.3.	Armadura del muro	15
8.	Dimensionado de las zapatas.....	16
8.1.	Predimensionado.....	16
8.2.	Reacciones y esfuerzos.....	17
9.	Cálculos y comprobaciones.	19
9.1.	Comprobación a vuelco.....	19

9.2. Comprobación a deslizamiento.....	20
10. Resistencia del suelo a la transmisión de tensiones.....	21
10.1. Cálculo de la excentricidad e	22
11. Armado de la zapata.	23
12. Resumen y conclusiones finales de la construcción.	24

Índice de tablas

Tabla 1: Hipótesis de carga.....	9
Tabla 2: Condiciones de seguridad.....	10
Tabla 3: Combinaciones de carga.....	10
Tabla 4: Resumen de los esfuerzos.....	19
Tabla 5: Resumen de resultados.....	25

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Dimensiones de la losa pretensada.	9
Ilustración 2: Distribución de cargas trapecial.	21
Ilustración 3: Distribución de cargas triangular.	22

1. Introducción.

El presente anejo tiene como objetivo justificar las soluciones a adoptar para la construcción de la grada. Ésta estará situada en la cara sur de la parcela recorriendo toda la banda sur del terreno de juego. Tendrá una longitud de 100 m contando con 7 escalones donde se colocarán los asientos para el público. Cada 32 m se colocará una escalera de acceso a la misma. La construcción de los escalones se va a llevar a cabo en hormigón prefabricado, mientras que los apoyos de los mismos y la cimentación se hará en hormigón armado.

La capacidad de la misma es de 1.400 espectadores sentados. Esta instalación pretende mejorar el disfrute de los espectadores en el campo de fútbol además de proporcionar una visión del fútbol mejorada que a pie de campo.

La ubicación y los detalles constructivos se contemplan en el Plano N^o 12 “Estructura grada”.

2. Normativa empleada.

En el cálculo de la grada se tendrá en cuenta la siguiente normativa.

- Normas básicas de edificación NBE.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Normas tecnológicas de la edificación NTE.
- Código Técnico de la Edificación CTE.

El cálculo de la estructura de hormigón armado se realiza siguiendo las prescripciones de la normativa de obligado cumplimiento en España: Código Técnico de la Edificación y la instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Del mismo modo, las acciones y combinaciones de carga se han calculado a partir del DB SE Acciones en la Edificación.

Se seguirán las normativas específicas siguientes:

- Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural – Cimientos.

Se dimensionará atendiendo a que cumplan, además:

- Documento Básico SUA. Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

3. Descripción de la construcción.

La grada es una construcción cuyo uso previsto es el albergar personas sentadas para ver los partidos que se disputen en el campo de fútbol. Dispondrá de 7 alturas y 100 m de longitud cada una de ellas. Se colocará una escalera de acceso a ella cada 32 m, contando en total con 3 escaleras de 1 m de anchura. Sobre los escalones de las gradas se colocarán asientos de polipropileno de alta resistencia de 43 cm de ancho y 45 cm de profundidad con un respaldo de 35 cm de altura. Estos se colocarán dejando una separación entre ellos de 7 cm.

Los escalones de las gradas serán de hormigón prefabricado y su cálculo se hará igual que si fuesen vigas biapoyadas, teniendo en cuenta el momento último y la flecha máxima. Estos se apoyarán sobre unas estructuras de hormigón armado que se colocarán cada cierta distancia, que se determinará en los cálculos posteriores. A su vez, estas estructuras irán apoyadas al suelo mediante unas zapatas corridas de hormigón armado.

Las dimensiones de la grada proyectadas en planta son de 100 m de longitud y 6,10 m de anchura, ocupando una superficie de 610 m².

4. Materiales empleados.

Los materiales estructurales (Norma EHE y SE-A) utilizados son:

- Hormigón tipo HA-30/P/30/IIIa para las cimentaciones. Sus características son:
 - o $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o Consistencia plástica
 - o Tamaño máximo de árido 30 mm
 - o Clase de exposición marina aérea, con corrosión por cloruros.
 - o Recubrimiento nominal = 50 mm

- Hormigón tipo HA-30/B/30/IIIa para la estructura. Sus características son:
 - o $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o Consistencia blanda
 - o Tamaño máximo de árido 30 mm
 - o Clase de exposición marina aérea, con corrosión por cloruros.
 - o Recubrimiento nominal = 50 mm

- **Acero corrugado B-500-S** de características (Norma EHE)
 - o A tracción: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{yd} = 434,7 \text{ N/mm}^2$
 - o A compresión: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{yd} = 434,7 \text{ N/mm}^2$

- **Losa pretensada.** Los materiales utilizados en su fabricación son:
 - **Acero de pretensado Y1860 S7** /límite elástico (0,1 %)/ $f_{pk} = 1580 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{pd} = 1.374 \text{ N/mm}^2$. Alargamiento de rotura 3,5 %.
 - **Acero de pretensado Y1860 C5** /límite elástico (0,1 %)/ $f_{pk} = 1540 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{pd} = 1.339 \text{ N/mm}^2$. Alargamiento de rotura 3,5 %.
 - **Hormigón tipo HP/40/S/20/IIa** para las gradas:
 - $f_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 26,6 \text{ N/mm}^2$

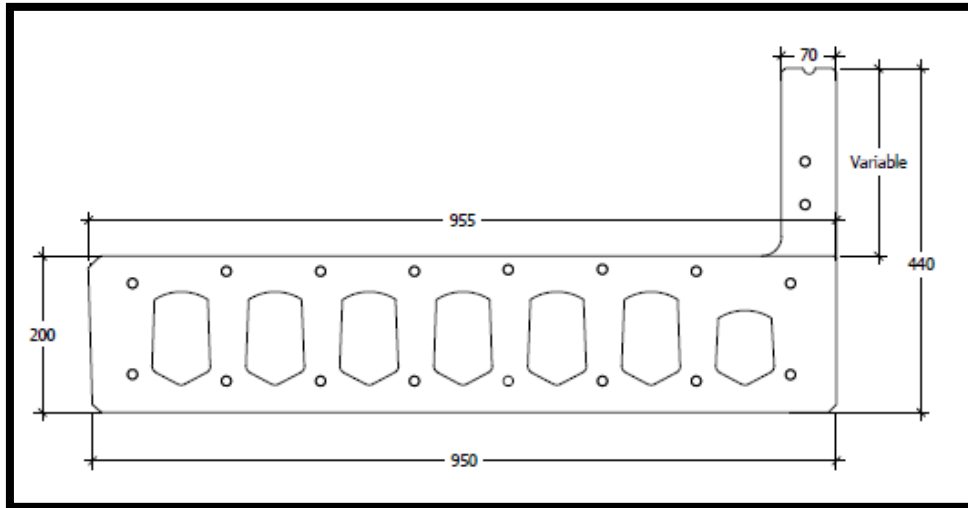


Ilustración 1: Dimensiones de la losa pretensada.

5. Acciones previstas.

5.1. Cálculo de las acciones previstas.

- Carga permanente (G)
 - Estructura: correspondiente a las losas biapoyadas: **410 kg/m²**
 - Asientos: considerando 2 en cada metro: **3 kg/m²**
- Sobrecarga de nieve (N)
 - Nieve zona 5 para 50 m de altitud: **20 kg/m²**
- Sobrecarga de uso (S)
 - Categoría C5 (zonas de aglomeración como estadios deportivos): **500 kg/m²**
- Acción del viento (V)
 - No se considera al no llevar cubierta anclada a la grada.

5.2. Hipótesis de carga.

Tabla 1: Hipótesis de carga.

Hipótesis	Denominación	Valor /kg/m
1	G	413
2	S	500
3	N	20

Hipótesis	Denominación	Valor /kg/m
4	V	0

El peso propio de la estructura se contabiliza ya en la carga permanente. La sobrecarga y nieve se establecen como carga por unidad de longitud en proyección horizontal.

Las losas biapoyadas transmiten las cargas como una acción puntual donde apoyan sobre los muros de hormigón armado que las sostienen. Éstos últimos transmiten los esfuerzos a los cimientos y se comportan como un empotramiento sobre la cimentación corrida.

5.3. Condiciones de seguridad.

Se establecen a continuación el tipo de carga y la clase de duración de cada una:

Tabla 2: Condiciones de seguridad.

Hipótesis	Tipo	Denominación	Clase de duración
1	Permanente	G	Permanente
2	Sobrecarga	S	Media duración
3	Nieve	N	Corta duración
4	Viento	V1	Corta duración
5	Viento	V2	Corta duración

En el cuadro siguiente se resumen las combinaciones de carga más desfavorables que se obtienen en la situación de los estados límites últimos en un análisis espacial.

Tabla 3: Combinaciones de carga.

Combinación	G	S	N	V1	V2
COMB1	1,35	1,5	0,75	-	-
COMB2	1,35	0,75	-	-	1,5
COMB3	1,35	1,5	0,75	-	0,9
COMB4	0,8	-	-	1,5	-

A continuación, se comprueba el resultado de cada una de ellas tomando la más desfavorable de todas para el cálculo de la estructura:

$$COMB1 = 1,35 \cdot 413 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 500 \text{ kg/m}^2 + 0,75 \cdot 20 \text{ kg/m}^2$$

$$COMB1 = 1.322 \text{ kg/m}^2$$

$$COMB2 = 1,35 \cdot 413 \text{ kg/m}^2 + 0,75 \cdot 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\mathbf{COMB1 = 932 \text{ kg/m}^2}$$

$$COMB3 = 1,35 \cdot 413 \text{ kg/m}^2 + 1,5 \cdot 500 \text{ kg/m}^2 + 0,75 \cdot 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\mathbf{COMB3 = 1322 \text{ kg/m}^2}$$

$$COMB4 = 0,8 \cdot 413 \text{ kg/m}^2$$

$$\mathbf{COMB4 = 330 \text{ kg/m}^2}$$

Por tanto, la más desfavorable que se obtiene es la COMB1

Para que los cálculos sean más sencillos, se van a tomar valores de carga por metro lineal. Por tanto, como la carga que ha obtenido es para 1m^2 , ahora se obtiene la superficie que abarca la losa en un ml. Sabiendo que tiene una profundidad de 0,88 m:

$$S_{losa} = 1 \text{ m} \cdot 0,88 = 0,88 \text{ m}^2/\text{ml}$$

Por tanto, si 1 m^2 debía soportar la carga de la COMB1, esta superficie calculada tendrá que soportar:

$$q_L = 1.322 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,88 \text{ m}^2/\text{ml}$$

$$\mathbf{q = 1.163 \text{ kg/ml}}$$

6. Dimensionado de las losas.

6.1. Cálculo del momento máximo (M_d) y longitud del vano (L).

Debido a que se trata de placas prefabricadas donde el fabricante aporta un momento último de servicio, se va a calcular, para estas secciones de las losas, el momento máximo (M_d) que se produce en el vano para la combinación de carga descrita.

Para proceder al cálculo, se va a tomar la losa como una placa apoyada-apoyada, por lo que su momento máximo, suponiendo que tenga una distribución uniforme de cargas, se producirá en el centro, siendo su cálculo:

$$M_d = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

Donde:

- q : carga por metro lineal que se produce en el vano (kg/ml)
- L : Longitud del vano (m)

Como la longitud del vano no se conoce, para simplificar el dimensionado y evitar cálculos de más, se debe consultar el momento último (M_u) que resiste la losa, siendo este:

$$M_u = 10300 \text{ kg} \cdot \text{m/m}$$

Que, para este caso, donde la anchura es de 0,88 m, queda:

$$M_u = 10300 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 0,88 \frac{\text{m}}{\text{ml}} = 9064 \text{ kg} \cdot \text{m/ml}$$

Por tanto, se pone como condición este M_u para obtener la longitud, adoptando una longitud que de un ancho contante por debajo de la obtenida:

$$9064 \text{ kg} \cdot \text{m/ml} = \frac{1.163 \text{ kg/ml} \cdot L^2}{8}$$

$$L = 7,89 \text{ m}$$

Tomando un valor de longitud del vano de 5 m, se obtienen 20 vanos iguales para los 100 m de longitud que adopta la grada. Entre cada vano se colocará un muro, con la misma forma de los escalones donde se apoyarán las losas.

Este produce un momento M_d :

$$M_d = \frac{1.163 \text{ kg/ml} \cdot (5 \text{ m})^2}{8} = 3.635 \text{ kg} \cdot \text{m/ml}$$

Que se reduzca tanto la longitud entre vanos se hace de cara a la seguridad y con el fin de intentar no superar el valor del momento de fisuración de la pieza M_{fis} que tiene un valor para este tipo de losa pretensada de:

$$M_{fis} = 6.744 \text{ kg} \cdot \text{m/ml}$$

Por tanto, se observa que la pieza nunca llegará a fisurarse.

6.2. Comprobación a cortante (V).

Se procede del mismo modo que anteriormente, se considera que las losas están apoyadas sobre los muros, por tanto, el cortante máximo en el vano suponiendo una distribución de cargas uniforme es:

$$V_d = \frac{q \cdot L}{2}$$

Donde:

- q : carga por metro lineal que se produce en el vano (kg/ml)
- L : Longitud del vano (m)

Por tanto, tomando el valor del vano, calculado anteriormente se obtiene un cortante máximo de:

$$V_d = \frac{1.163 \text{ kg/ml} \cdot 5 \text{ m}}{2}$$

$$V_d = 2.908 \text{ kg}$$

Como la losa es prefabricada se conoce el valor del cortante máximo (V_u) que soporta en E.L.U. siendo este:

$$V_u = 10.300 \text{ kg}$$

$$V_u > V_d$$

Por lo que la comprobación resulta satisfactoria.

6.3. Comprobación a flecha.

En la comprobación de la flecha se ha de tener en cuenta si el flector provocado por las cargas supera al flector de fisuración de la pieza. Recordando el M_d que provocaban las cargas con una distancia entre vanos $L = 5 \text{ m}$ era de 3.635 kg·m/ml y el valor del momento de fisuración de la pieza, M_{fis} , era de 6.744 kg·m/ml, es evidente que la pieza no llega a fisurarse.

Siendo así, la flecha de una losa apoyada-apoyada en sus extremos se puede calcular del siguiente modo:

$$f_d = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I} < L/300$$

Donde:

- q : carga por metro lineal que se produce en el vano (kg/ml)
- L : Longitud del vano (m)
- $E \cdot I$: es la rigidez bruta de la losa (kg·m²)

Por tanto, conocido el módulo de rigidez de la pieza:

$$E \cdot I = 1556087 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

La flecha para esta pieza queda:

$$f_d = \frac{5}{384} \cdot \frac{1.163 \text{ kg/ml} \cdot (5 \text{ m})^4}{1556087 \text{ kg} \cdot \text{m}^2} = 0,0061 \text{ m} = 6,1 \text{ mm}$$

Se comprueba la condición expuesta anteriormente:

$$f_d < L/300 = 5 \text{ m}/300 = 0,0167 \text{ m} = 16,7 \text{ mm}$$

Por tanto, el resultado es satisfactorio al ser:

$$f_d < L/300$$

7. Dimensionado de los muros de apoyo.

Respecto a los muros que van a soportar las cargas provocadas por el peso de las losas y la sobrecarga de uso, con una separación entre muros de 5 m, se van a construir en hormigón armado HA-30/B/30/IIIa.

Cada muro tendrá que resistir el axil provocado por las cargas de la media losa de su derecha y de la media losa de su izquierda, es decir, de una losa completa, por tanto, la carga a soportar sigue siendo q .

El único esfuerzo que soportan es el axil que transmiten las losas que soporta encima, por lo que la única comprobación que habrá que hacer es si el predimensionado del muro que se haga tiene soporta una compresión mayor que la que provocan las cargas.

7.1. Predimensionado del muro.

El muro será escalonado adoptando la misma forma que tienen las losas que conforman la grada. Recordando de la *Ilustración 1* las dimensiones que adoptaba la losa seleccionada cada escalón del muro deberá tener la misma longitud para que apoye completamente sobre él y no quede ninguna parte en voladizo. Por tanto, la longitud de cada escalón del muro será de:

$$L_{escalón} = 0,88 \text{ m}$$

Con este valor de longitud se va a probar a darle al muro un ancho de 40 cm, lo que supone un área de apoyo de:

$$A_{escalón} = 0,40 \text{ m} \cdot 0,88 \text{ m} = 0,352 \text{ m}^2$$

Con estas dimensiones se comprobará si, apoyando cada losa 20 cm en cada uno de sus lados, provoca una compresión menor a la que resiste el muro.

7.2. Esfuerzos a soportar.

Como ya se mencionó anteriormente, cada uno de los muros solamente tendrá que soportar axiles. De apartados anteriores se tiene calculada la carga total a soportar:

$$q_L = 1.322 \text{ kg/m}^2$$

Si cada losa tiene 0,88 m de anchura y 5 m de longitud, la carga total a soportar de cada losa es:

$$N = 1.322 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,88 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} = 5.617 \text{ kg}$$

Sabiendo que la tensión máxima que resiste el muro es de 200 kg/mm², se calcula el área que va a apoyar en cada muro para obtener la tensión provocada. Cada losa apoyará 20 cm sobre cada uno de los muros que tiene a su lado, por tanto, un mismo muro tendrá 40 cm de losa apoyada sobre él, siendo así, la tensión provocada es:

$$N = \frac{5.617 \text{ kg}}{0,88 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m}} = 15.960 \text{ kg/m}^2$$

Siendo la tensión máxima a soportar:

$$N_{máx} = 200.000.000 \text{ kg/m}^2$$

Resultando la comprobación satisfactoria al darse que:

$$N < N_{máx}$$

7.3. Armadura del muro

Para el armado del muro, conociendo que no de resistir flectores, se va a proceder a adoptarle un armado con las siguientes características:

En ambas caras del muro se colocarán:

Ø 12 con una separación de 0,15 x 0,15 m

En el Plano Nº 12 “Estructura grada” se puede ver la disposición de las armaduras sobre el muro.

8. Dimensionado de las zapatas.

8.1. Predimensionado.

Se colocará una zapata corrida debajo de cada muro. Sus dimensiones iniciales serán de:

- 1 m de anchura.
- 0,5 m de altura.
- 7 m de longitud, conociendo que el muro de la grada tiene 6,17 m

El peso específico del suelo es de 1.800 kg/m³ y el del hormigón 2.500 kg/m³. Del Anejo Nº 5 “Estudio geotécnico” se toma la tensión admisible del suelo (σ_{adm}) es de 0,25 N/mm².

Los materiales estructurales empleados, según la Norma EHE, son:

- **Hormigón tipo HA-30/P/30/IIIa** para las cimentaciones. Sus características son:
 - o $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o Consistencia plástica
 - o Tamaño máximo de árido 30 mm
 - o Clase de exposición marina aérea, con corrosión por cloruros.
 - o Recubrimiento nominal = 50 mm
- **Acero corrugado B-500-S** de características (Norma EHE)
 - o A tracción: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{yd} = 434,7 \text{ N/mm}^2$
 - o A compresión: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,15$; $f_{yd} = 434,7 \text{ N/mm}^2$

Se predimensiona una zapata de base rectangular de longitud (a) 7 m, anchura (b) 1,0 m y un canto (h) de 0,5 m.

Respecto a la longitud del enano, este tendrá la misma que tiene el muro de la grada, siendo su longitud:

$$L_e = 6,50 \text{ m}$$

A continuación, se va a caracterizar la zapata en función de su vuelo (V). Para el cálculo del mismo se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{a}{2} - \frac{L_e}{2} = \frac{7,0}{2} - \frac{6,5}{2} = 0,25 \text{ m}$$

Las condiciones para caracterizar la zapata son las siguientes:

$$\mathbf{RÍGIDA} \rightarrow V \leq 2 \cdot h$$

$$\mathbf{FLEXIBLE} \rightarrow V > 2 \cdot h$$

En este caso, el producto $2 \cdot h = 2 \cdot 0,5 \text{ m} = 1 \text{ m}$, por tanto, la zapata que se va a dimensionar para el muro queda caracterizada como *RÍGIDA*.

8.2. Reacciones y esfuerzos.

Dado que se está procediendo de forma manual al cálculo de la grada, la obtención de los esfuerzos que aquí se generan es un tanto hipotética. Por un lado, están los axiles que debe resistir, que son simplemente todas las cargas repartidas sobre la superficie de la cimentación. Por otro lado, y de cálculo más complejo, quedan los flectores. El valor de los mismos será el producto de los axiles por la distancia al centro de gravedad de la zapata, a esta distancia se le denomina *excentricidad* (*e*). Esta excentricidad puede tener lugar en los dos ejes de la zapata:

- En el eje transversal a la cimentación: aquí, en la colocación del muro sobre la zapata no debería existir ninguna excentricidad, pero, desde el lado de la seguridad, se va a tomar una excentricidad accidental tal que:

$$\text{MAX} \left(\frac{h}{20}, 2 \text{ cm} \right) = \text{MAX} \left(\frac{0,5}{20}, 2 \text{ cm} \right) = \mathbf{2,5 \text{ cm}}$$

Calculada la excentricidad, se debe calcular el axil que se produce por las cargas permanentes y variables, en el caso de estar todas las gradas llenas. Si cada una de las losas tenía un *N* de 5.617 kg, si se cuenta con 7 escalones de grada iguales, el axil a soportar por la zapata es de:

$$N_T = 5.617 \text{ kg} \cdot 7 = \mathbf{39.320 \text{ kg}}$$

El flector *M* que provocaría dicho axil con la excentricidad accidental calculada sería de:

$$M_z = 39.320 \text{ kg} \cdot 0,025 \text{ m} = \mathbf{983 \text{ kg} \cdot \text{m}}$$

- En el eje transversal a la cimentación: en este caso, que se provoquen momentos flectores se debe a la asimetría de cargas sobre la grada. En este caso, esto se evalúa por tanteo. Se va a considerar que tres escalones de las gradas actúan con cargas variables (*S + N*) y 3 de ellos no. se considera que los 4 de arriba son los que tienen todas las cargas mientras los 3 de abajo no las tienen.

- En la parte sin carga (parte más baja de la grada) se considera únicamente una fuerza correspondiente al peso propio de la estructura de hormigón prefabricado correspondiente a 3,5 losas, por tanto, el peso sería de:

$$F_1 = 1,35 \cdot 413 \frac{kg}{m^2} \cdot 3 \cdot 0,88 m \cdot 5 \cdot m = 7.360 kg$$

Situándose la misma a una distancia del centro de gravedad de 2,32 m

- En la parte donde se considera la carga variable (S) la fuerza provocada sería de:

$$F_2 = \left(1,35 \cdot 413 \frac{kg}{m^2} + 0,75 \cdot 20 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \cdot 500 \frac{kg}{m^2} \right) 4 \cdot 0,88 m \cdot 5 m = 23.280 kg$$

Situándose la misma a una distancia del centro de gravedad de 1,77 m

El peso propio del hormigón también crea flectores en el centro de gravedad de la sección. Para simplificar los cálculos se va a considerar que se tiene un triángulo como sección del muro de la grada, estando si c.d.g. a $2/3 \cdot L$, es decir, a 4,12 m. el área de este supuesto triángulo sería de 8,06 m²

- Por tanto, el área que abarca la parte izquierda del centro de gravedad es la correspondiente a 4,12 m de base, es decir, 3,71 m², por tanto, el peso de hormigón de este lado sería:

$$F_3 = 3,71 m^2 \cdot 0,40 m = 1,484 m^3 \cdot 2.500 \frac{kg}{m^3} = 3.710 kg$$

La distancia de este triángulo al centro de gravedad de la pieza completa es de:

$$d = 4,12 m - \frac{2}{3} \cdot 4,12 = 1,37 m$$

- Y, por último, el resto de área del muro tendrá un peso de

$$F_4 = (8,06 m^2 - 3,71 m^2) \cdot 0,40 m = 1,74 m^3 \cdot 2.500 \frac{kg}{m^3} = 4.350 kg$$

Suponiendo que se trata de un área de forma trapezoidal, el centro de gravedad de la misma se puede calcular como el de un triángulo y un rectángulo:

$$d = \frac{3,70 \cdot 1,02 + 0,82 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,02}{3,70 + 0,82} = 0,96 m$$

Se sitúa a **0,96 m** del centro de gravedad de la pieza.

A continuación, se hace un balance de momento en el centro de gravedad de la pieza con las fuerzas y distancias que se han obtenido.

$$\sum M_{cdg} = \sum M_+ - \sum M_-$$

$$\sum M_{cdg} = (F_1 \cdot 2,32 + F_3 \cdot 1,37) - (F_2 \cdot 1,77 + F_4 \cdot 0,96) =$$

$$\sum M_y = -23.224 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

En resumen:

Tabla 4: Resumen de los esfuerzos.

Esfuerzo	Valor
$N \text{ (kg)}$	39.320
$M_z \text{ (kg} \cdot \text{m)}$	983
$M_y \text{ (kg} \cdot \text{m)}$	-23.224
$V \text{ (kg)}$	2.908

9. Cálculos y comprobaciones.

A continuación, se adjuntan los cálculos y comprobaciones pertinentes para llevar a cabo el dimensionado de la zapata corrida. Se va a probar con las dimensiones y materiales que se dieron en el inicio de este anejo.

9.1. Comprobación a vuelco.

En primer lugar, se realiza la comprobación a vuelco donde actúan el peso del enano, el peso propio de la zapata, el peso de tierra que tiene sobre ella y el axil, siendo cada uno de ellos:

- *Peso del enano*: recordar que el enano tiene unas dimensiones de 6,5 m de longitud (a_0), 0,4 m de ancho (b_0) y 0,7 m de altura (h_0). Por tanto, su peso será:

$$P_{enano} = \rho_H \cdot a_0 \cdot b_0 \cdot h_0$$

$$P_{enano} = 2.500 \text{ kg/m}^3 \cdot 6,5 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} = 4.550 \text{ kg}$$

- *Peso del suelo*: En este caso, se considera el suelo que cae sobre la base de la zapata, descontando la parte ocupada por el enano. Por tanto, su peso será:

$$P_{suelo} = \rho_S \cdot a \cdot b \cdot h_0 - \rho_S \cdot a_0 \cdot b_0 \cdot h_0$$

$$P_{suelo} = 1.800 \text{ kg/m}^3 \cdot (7 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} - 6,5 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m}) = 5.544 \text{ kg}$$

- *Peso de la zapata:* se calcula el peso de la base de la zapata siendo sus dimensiones a , b y h . Por tanto, su peso queda:

$$P_{zapata} = \rho_H \cdot a \cdot b \cdot h$$

$$P_{zapata} = 2.500 \text{ kg/m}^3 \cdot 7 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 8.750 \text{ kg}$$

En total se obtiene un peso, considerando el axil, de:

$$P_{total} = P_{enano} + P_{suelo} + P_{zapata} + N = \mathbf{58.164 \text{ kg}}$$

Ahora se comprueba si los **momentos estabilizadores** son mayores que los **desestabilizadores calculados** anteriormente. El momento desestabilizante se mayorará por 2.

$$M_{est} = P_{total} \cdot \frac{a}{2}$$

$$M_{est} = 57.240 \text{ kg} \cdot \frac{7}{2} = \mathbf{200.340 \text{ kg} \cdot \text{m}}$$

Por otro lado, el momento desestabilizador mayorado será:

$$M_{des} = (23.224 \text{ kg} \cdot \text{m} + 2.908 \text{ kg} \cdot 1,2 \text{ m}) \cdot 2 = 53427 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Por tanto, se puede comprobar que:

$$M_{est} > M_{des}$$

Dando así un resultado aceptable la comprobación.

9.2. Comprobación a deslizamiento.

Se va a calcular a partir del cortante, la fuerza desestabilizadora que produce sobre la zapata. Por otro lado, las fuerzas estabilizantes las conforman el peso total por el ángulo de rozamiento interno del suelo. Del Anejo N° 5 "Estudio geotécnico" se recuerda que se trabaja con un valor de:

$$\varphi = 35^\circ$$

Por tanto, los momentos estabilizadores serán:

$$F_{est} = P_{total} \cdot \tan 35 = \mathbf{40.727 \text{ kg}}$$

El momento desestabilizador, mayorado desde el lado de la seguridad, provocado por el cortante será:

$$F_{des} = V \cdot 2 = 5.816 \text{ kg}$$

Se comprueba que:

$$F_{des} < F_{est}$$

Por lo que el cálculo es **satisfactorio**.

10. Resistencia del suelo a la transmisión de tensiones.

En este apartado se calcula si la zapata tiene las dimensiones correctas como para transmitir unas tensiones al suelo que este sea capaz de soportar. Estas pueden quedar distribuidas sobre el terreno de 3 formas distintas.

- Caso 1: es en el caso en el que la excentricidad toma valores menores a $a/6$, la distribución de cargas que se obtiene tiene una forma trapezoidal.

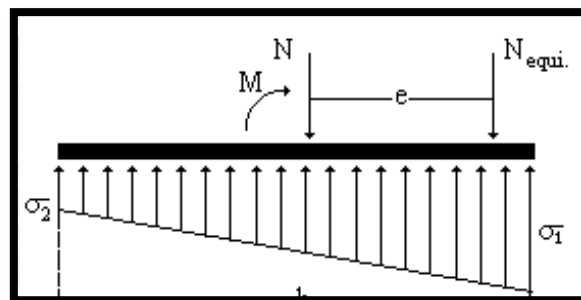


Ilustración 2: Distribución de cargas trapezoidal.

En este caso, para determinar que es apto el cálculo se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\frac{3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}{4} < \sigma_{adm}$$

- Caso 2: este es el caso en el que la excentricidad se mueve entre los valores de $a/3$ y $a/6$ dando lugar a una distribución de cargas como en la figura.

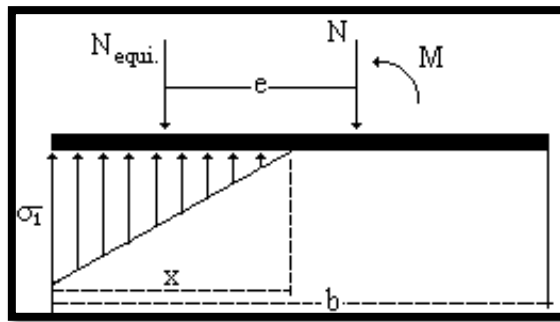


Ilustración 3: Distribución de cargas triangular.

Aquí deberá cumplirse la siguiente expresión:

$$\sigma_1 < \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

- Caso 3: Cuando la excentricidad supera el valor $1/3 \cdot b$ se considera que la zapata está mal predimensionada, y que deben modificarse las condiciones geométricas por falta de seguridad al vuelco, ya que γ_s es menor de 1,5.

10.1. Cálculo de la excentricidad e.

El cálculo de la misma es sencillo, siendo su expresión:

$$e = \frac{M + V \cdot (h + h_0)}{P_{total}}$$

$$e = \frac{23.224 \text{ kg} \cdot \text{m} + 2.908 \text{ kg} \cdot 1,2 \text{ m}}{47.580 \text{ kg}} = 0,561 \text{ m}$$

Ahora se comprueba el valor de $a/6$:

$$\frac{a}{6} = \frac{7}{6} = 1,167 \text{ m}$$

Por tanto:

$$\frac{a}{6} > e \rightarrow \text{CASO 1}$$

La tensión máxima en el caso 1 se calcula del siguiente modo:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{P_{total}}{a \cdot b} = \frac{57.240 \text{ kg}}{7 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}} = 8.177 \text{ kg/m}^2$$

Siendo la tensión admisible de 25.000 kg/m² el resultado es satisfactorio y la zapata definitivamente está bien dimensionada quedando con los valores que se le otorgaron al comienzo de este anejo.

11. Armado de la zapata.

En este apartado se procede al cálculo de la armadura necesaria a colocar en la zapata. En ella, igualmente que en el muro se va a dejar un recubrimiento de **0,05 m** y para su cálculo se van a tomar barras de acero **B-500-S**.

Se calculan en primer lugar los esfuerzos a soportar por las barras de acero provocados por las distintas cargas que sobre la zapata actúan:

Se emplea la teoría general de la flexión. La armadura se dimensiona para el momento que ha de soportar como elemento voladizo, considerando el empotramiento situado un 15 % de la dimensión del pilar, retranqueando hacia su interior.

La resultante de las tensiones a partir de la sección de referencia, viene dada por las siguientes expresiones:

$$I_d = v + 0,15 \cdot a_0 = 1,23 \text{ m}$$

El momento provocado quedará como:

$$M_d = \frac{\sigma_{\text{máx}} \cdot b \cdot I_d^2}{2} = 6.135 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este momento se mayor por un factor de 1,5.

$$M_d = 1,5 \cdot 6.135 \text{ kg} \cdot \text{m} = 9.203 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este será el momento que ha de soportar la armadura inferior de la zapata.

Recordando que el recubrimiento es:

$$d = 0,45 \text{ m}$$

Se obtiene el valor V_0 que servirá para calcular el área de armadura necesaria:

Siendo este:

$$V_0 = \frac{0,85 \cdot b \cdot d \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 3000000 \text{ kg/m}^2}{1,5} = 765.000 \text{ kg}$$

Ahora se calcula U_s :

$$U_s = V_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{V_0 \cdot d}} \right) = 20.732 \text{ kg}$$

Se va a comprobar la armadura por dos métodos cogiendo el valor más alto de barras de los dos casos que se plantean.

1. Se comienza probando con barras de 12 mm de diámetro:

$$U_s(12 \text{ mm}) = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} \cdot \frac{51.000.000}{1.15} = 5.016 \text{ kg/barra}$$

Por tanto, el número de barras a colocar sería de:

$$N = \frac{20.732 \text{ kg}}{5.016 \text{ kg/barra}} = 4,13 = 5 \text{ barras}$$

2. Cuantías geométricas mínimas

Aquí se comprueba el área de acero mínima a colocar dadas las características de la zapata. Su determinación es mediante la siguiente ecuación.

$$A_{\text{mín}} = \frac{0,9}{1000} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,00045 \text{ m}^2$$

Cada barra de 12 mm tiene un área de:

$$A_{12} = 0,00011 \text{ m}^2 / \text{barra}$$

Por tanto, las barras a colocar serían:

$$N = \frac{0,00045 \text{ m}^2}{\frac{0,00011 \text{ m}^2}{\text{barra}}} = 3,9 = 4 \text{ barras}$$

Por tanto, se colocarán 5 barras de \emptyset 12 mm con una separación de 22,5 cm dejando un recubrimiento de 0,05 m.

12. Resumen y conclusiones finales de la construcción.

Por último, se adjunta un resumen con las construcciones realizadas en este anejo en el que se indica el tipo de material utilizado, la cantidad, ya sea volumen o longitud y su disposición.

Además, se puede consultar en el N° 12 “Estructura grada” todo lo referente a este anejo en cuanto a disposición de los elementos.

Tabla 5: Resumen de resultados.

Elemento	Material	Dimensiones	N de elementos
Grada	HP-40/S/20/IIa	0,95 x 5,0 x 0,20 m	57 losas
Muro	HA-30/P/30/IIIa	6,17 x 4,26 x 0,4 m	20 muros
	Acero corrugado B-500-S	0,15 x 0,15 m \varnothing 12 mm	8.200 m
Zapatas	HA-30/P/30/IIIa	1,0 x 7,0 x 0,5 m	20 zapatas corridas
	Acero corrugado B-500-S	0,225 x 0,225 m \varnothing 12 mm	7.110 m

Finalmente, con las dimensiones que adopta la grada, dejando los huecos pertinentes para las escaleras de acceso, se colocarán **1.344 sillas** de polipropileno siendo este aforo algo mayor que el pretendido en el predimensionado.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 16

Cálculo estructural edificio de servicios

Índice Anejo 16

1.	Introducción.	9
2.	Datos de partida.....	10
2.1.	Normativa empleada.	10
2.2.	Materiales empleados.	10
2.3.	Bases de cálculo.	11
2.4.	Predimensionado de la estructura.	12
2.5.	Acciones previstas en el cálculo.	13
2.6.	Asignación de cargas.	15
2.6.1.	Cargas permanentes (G).....	15
2.6.2.	Sobre carga de uso (S) y nieve (N).....	15
2.6.3.	Viento (V).	15
2.6.4.	Resumen de cargas a introducir.	15
2.7.	Condiciones de seguridad.....	16
2.7.1.	Hipótesis de carga.....	16
2.7.2.	Combinaciones de carga.	16
3.	Cálculo de la estructura.	17
4.	Verificación de resultados.	17
4.1.	Fuerzas verticales y horizontales.	17
4.2.	Momentos flectores de la barra más solicitada.	18
4.3.	Dimensionado de armadura de jácenas.	18
4.3.1.	Armadura longitudinal de jácenas.	18

4.3.2.	Viga de canto de cubierta.....	20
4.3.3.	Armadura transversal de jácenas.	25
4.4.	Dimensionado armadura pilares.	28
4.4.1.	Esfuerzos a adoptar en el cálculo.....	28
4.4.2.	Dimensionado pilares extremos.	28
4.4.3.	Dimensionado pilares centrales.	33
4.4.4.	Resumen armadura pilares.....	38
5.	Calculo de la cimentación.....	38
5.1.	Datos de partida.	38
5.2.	Esfuerzos a soportar por las zapatas.	39
5.3.	Dimensionado de las zapatas aisladas.	40
5.4.	Dimensionado zapatas en extremos.	40
5.4.1.	Dimensionado del enano.	40
5.4.2.	Dimensionado del zuncho de atado.....	41
5.4.3.	Predimensionado de la zapata pilares extremos.	41
5.4.4.	Cálculos.	41
5.4.5.	Armadura para la zapata.	45
5.5.	Dimensionado zapatas centrales.....	47
5.5.1.	Dimensionado del enano.	47
5.5.2.	Dimensionado del zuncho de atado.....	48
5.5.3.	Predimensionado de la zapata pilares centrales.	48
5.5.4.	Cálculos.	49
5.5.5.	Armadura para la zapata.	53

6.	Cálculo del forjado.....	55
6.1.	Normativa aplicable.....	55
6.2.	Tipología de forjado.....	55
6.3.	Características técnicas del forjado	56
6.4.	Acciones.....	59
6.5.	Estados Límites de Servicio.....	60
6.6.	Descripción de los elementos.....	61
6.7.	Cálculos.....	61
6.7.1.	Canto mínimo del forjado.....	61
6.7.2.	Simplificación estructural.....	62
6.7.3.	Cargas lineales.....	63
6.7.4.	Momentos de cálculo.....	64
6.7.5.	Comprobaciones.....	64
6.7.6.	Resumen forjado.....	65
7.	Resultados SAP2000.....	65
8.	Resultados cálculo con SAP2000.....	67

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de superficies.	10
Tabla 2: Cargas permanentes (G).	13
Tabla 3: Sobrecarga de uso (S).	13
Tabla 4: Sobrecarga por nieve (N).	14
Tabla 5: Resumen de cargas sobre el edificio.	16
Tabla 6: Combinaciones de carga 1.	16
Tabla 7: Combinaciones de carga 2.	17
Tabla 8: Combinación de cargas envolvente.	17
Tabla 9: Fletores máximos en las jácenas.	19
Tabla 10: Flector de agotamiento para varias cantidades de armadura.	22
Tabla 11: Fletores en jácenas 4 y 5.	23
Tabla 12: Resumen de armaduras vigas 4 y 5.	25
Tabla 13: Valores de cortante en distintas secciones.	26
Tabla 14: propiedades geométricas pilares extremos.	29
Tabla 15: Esfuerzos para los pilares extremos.	29
Tabla 16: Propiedades geométricas pilares centrales.	33
Tabla 17: Esfuerzos para los pilares extremos.	33
Tabla 18: Resumen armadura pilares.	38
Tabla 19: Reacciones en el apoyo para el pilar a sotavento.	39
Tabla 20: Reacciones en el apoyo para los pilares centrales.	40
Tabla 21: Predimensionado de la zapata en extremos.	41
Tabla 22: Predimensionado zapata central.	49

Tabla 23: Cargas permanentes (G).	60
Tabla 24: Sobrecarga de uso (S).	60
Tabla 25: Sobrecarga por nieve (N).	60
Tabla 26: Resumen forjado.	65

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Distribución de cargas trapezoidal.	44
Ilustración 2: Distribución de cargas triangular.	44
Ilustración 3: Distribución de cargas trapezoidal.	51
Ilustración 4: Distribución de cargas triangular.	52
Ilustración 5: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los ELU.	59
Ilustración 6: Esquema estructural de referencia.	62
Ilustración 7: Gráfica básica y envolvente de momentos flectores.	63
Ilustración 8: Esquema denominación de barras en edificio.	66

1. Introducción.

El presente anejo tiene por objetivo justificar las soluciones a adoptar en la construcción del edificio en el cual se van a ubicar los servicios e instalaciones del campo de fútbol. Los departamentos que van a formar parte del mismo son los siguientes:

- **Vestuarios:** se van a diseñar 4 vestuarios de dimensiones interiores de 8 m x 8 m con una altura de 3 m. Se diseñan 4 ya que en el campo de futbol es posible que en alguna ocasión coincidan 4 equipos a la vez ya que si se disputan partidos de fútbol 8 podrán jugarse hasta dos partidos al mismo tiempo. Estos constarán de duchas individuales, bancos, lavabos, espejos, perchas, etc.
Éstos estarán conectados por el interior de la edificación a partir de un pasillo de 1 m de anchura al que se accede por el centro de la edificación y que al entrar se encuentra un hall de 32 m².
Además, habrá dos vestuarios más para los árbitros, con las mismas características que los anteriores, pero de dimensiones más reducidas, siendo estas de 4 m x 4 m.
- **Aseos públicos:** Se dispondrá de aseos diferenciados por sexos, así como habilitados para niños y personar con movilidad reducida. Las dimensiones de los mismos serán de 4 m x 8 m con una altura de 3 m.
- **Oficina:** orientada a facilitar la gestión interna de los clubes, tendrá unas dimensiones de 8 m x 8 m con una altura de 3 m.
- **Cafetería:** Orientada al uso y disfrute del público del campo de fútbol donde se podrán servir todo tipo de comidas y bebidas durante los encuentros y entrenamientos. Las dimensiones serán de 12 m x 8 m con una altura de 3 m.

Todas ellas irán en un mismo edificio de 8 m de luz, 68 m de longitud y 3 metros de altura, todas ellas son dimensiones interiores. La justificación de que estén todos los servicios en la misma edificación es con el fin de optimizar la superficie utilizada y los materiales. Estas distancias que se nombran se cuentan desde los centros de gravedad de los pilares, vigas, forjados y tabiques.

Debido a que la longitud total es demasiado grande, se colocará un pórtico doble a los 34 m, por tanto, se tendrán en ese punto dos pórticos separados 5 cm. Aun así, la funcionalidad del edificio seguirá siendo la misma.

Se situará frente a la banda norte del campo de futbol para que los jugadores y árbitros no requieran pasar por la zona donde estará el público en la grada.

Todas ellas tienen la intención de satisfacer las necesidades tanto de los asistentes como de los usuarios del campo de fútbol.

En el siguiente cuadro se recogen las superficies asignadas a cada una de las dependencias:

Tabla 1: Cuadro de superficies.

Local	Unidades	S/unidad (m ²)	S. total (m ²)
Vestuarios	4	64	256
V. árbitros	2	16	32
Aseos	2	32	64
Oficina	1	64	64
Cafetería	1	95	96
Pasillos	2	16	32
Hall	1	32	32

La ubicación y detalles constructivos se contemplan en el Plano N^o 13 “Estructura edificio servicios”.

2. Datos de partida.

2.1. Normativa empleada.

En el cálculo de este edificio se tendrá en cuenta la siguiente normativa.

- Normas básicas de edificación NBE.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Normas tecnológicas de la edificación NTE.
- Código Técnico de la Edificación CTE.

El cálculo de la estructura de hormigón armado se realiza siguiendo las prescripciones de la normativa de obligado cumplimiento en España: Código Técnico de la Edificación y la instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Del mismo modo, las acciones y combinaciones de carga se han calculado a partir del DB SE Acciones en la Edificación.

Se seguirán las normativas específicas siguientes:

- Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural – Cimientos.

Se dimensionará atendiendo a que cumplan, además:

- Documento Básico SUA. Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

2.2. Materiales empleados.

La vida útil del proyecto se establece en 50 años. Se considera hormigón y acero sin distintivo de calidad y control normal de la ejecución. Los materiales estructurales (Instrucción EHE-08) utilizados en la estructura son:

- **Hormigón HA-30/B/15/I** para los forjados, jácenas, pilares y cimentaciones de características:
 - o $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o Consistencia blanda.
 - o Tamaño máximo de árido 15 mm.
 - o Clase general de exposición *no agresiva*.
 - o Recubrimiento mínimo $r_{\text{mín}} = 20 \text{ mm}$.
 - o Recubrimiento nominal $r_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$.
- **Acero corrugado B-400-S** de características (Instrucción EHE-08)
 - o $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_s = 1,15$; $f_{yd} = 347,8 \text{ N/mm}^2$

2.3. Bases de cálculo.

Para el dimensionado de todos los elementos estructurales que se tratan en este anejo se van a seguir las siguientes bases de cálculo que dicta el DB SE-C.

El dimensionado se lleva a cabo según la Teoría de los Estados Límites Últimos (ELU) del DB SE. También se realiza con los Estados Límites de Servicio (ELS).

El comportamiento de la cimentación se comprobará con su capacidad portante y la aptitud de servicio.

A todas las zapatas se les verifica la estabilidad a vuelco, a deslizamiento, la resistencia del suelo al hundimiento y la resistencia de la zapata que determinará el armado de la misma.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones, a partir de la fórmula:

$$\sum_{J \geq 1} \gamma_{G,J} \cdot G_{K,J} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{I \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,1} \cdot Q_{K,i}$$

Donde se considera la acción simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$).
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis.
- El resto de acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot G_k \cdot Q_k$).

En una situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ($\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$) son 0 si su efecto es favorable, o la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores. Los valores de los coeficientes de seguridad γ para las acciones son:

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES. ELU				
TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35 / 1,50$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,50 / 1,60$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,50 / 1,60$	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES. ELS		
TIPO DE ACCIÓN	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretensa	$\gamma_P = 0,95$
	Armadura postensa	$\gamma_P = 0$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,00$
Accidental	-	-

Los coeficientes de seguridad son los siguientes:

	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

2.4. Predimensionado de la estructura.

Se van a establecer unas dimensiones para las jácenas, zunchos y pilares que constituyen la estructura. En el caso que el armado resultase escaso o excesivo, conviene modificar las dimensiones.

Se establecen las siguientes distancias para la edificación, contada desde sus ejes:

- Distancia entre pilares del mismo pórtico: 4 m
- Distancia entre pórticos: 4 m
- Altura: 3 m
- Longitud total: 64 m

Los elementos constructivos a predimensionar son los siguientes:

- **Pilares:** Los pilares, tanto los exteriores como interiores, se predimensionan con unos valores de 30 cm x 30 cm.
- **Vigas:** en este caso, se les da unos valores de dimensiones a las vigas de 30 cm x 45 cm, colocándose las mismas horizontales.
- **Forjado:** se plantea un forjado de viguetas pretensadas de 20 cm de canto, interejos de 70 cm (26 cm total) incluida losa superior de hormigón de 4 cm y bovedillas de bloque de hormigón.

2.5. Acciones previstas en el cálculo.

Las acciones que se exponen a continuación se obtienen de la norma CTE-SE AE.

Cubierta.

- **Cargas permanentes (G).**

Tabla 2: Cargas permanentes (G).

Denominación	Peso
Forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 18 cm, interejos 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m ² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.	4 kN/m ²
Impermeabilizante, aislamiento térmico, formación de pendientes y doble tablero de rasilla.	1,5 kN/m ²
Falso techo de escayola incluso instalaciones	0,2 kN/m ²
TOTAL PERMANENTE (G)	5,7kN/m²

- **Sobrecarga de uso (S).**

Tabla 3: Sobrecarga de uso (S).

Denominación	Peso
Cubierta transitable accesible solo privadamente (F)	1 kN/m ²

- **Sobrecarga de nieve (N)**

Tabla 4: Sobrecarga por nieve (N).

Denominación	Peso
Para cubiertas planas de un edificio de pisos ($h < 200$ m)	0,2 kN/m ²

- Viento (V)

Se calcula a partir de la siguiente expresión.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

La presión dinámica del viento, q_b , para la zona de la costa de Levante se establece en un valor de:

$$q_b = 42 \text{ kg/m}^2 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

El coeficiente de exposición:

- El grado de aspereza del entorno, siendo este terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia, para una altura de 3 m el valor es:

$$C_e = 2,1$$

- El coeficiente de presión C_p para edificios de pisos distinguiendo entre barlovento y sotavento es:

Se calcula en primer lugar la esbeltez del pilar, que en este caso tiene una $h = 3$ m y el pórtico en la dirección del viento mide 8 m de luz. Su esbeltez sería de:

$$\lambda = h/L = 3 \text{ m}/8 \text{ m} = 0,375$$

Por tanto, el coeficiente eólico de presión (C_p) y de succión (C_s) sería:

- $C_p = 0,7$ (Presión sobre la fachada)
- $C_s = -0,3$ (Succión sobre la fachada-9)

Siendo el coeficiente eólico global en la dirección horizontal es la suma de los 2 en valor absoluto:

$$C_p = 1,0$$

No se considera succión del viento en la cubierta.

Por tanto, el valor de la presión estática global sería:

$$q_e = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1 \cdot 1,0 = \mathbf{0,88 \text{ kN/m}^2}$$

2.6. Asignación de cargas.

Las acciones definidas en el apartado anterior y referidas a la unidad de superficie de elemento constructivo (kg/m^2), se aplicarán a los nudos (en kg) o barras (en kg/m) del plano del pórtico que tiene que soportarlas, dependiendo de su situación sobre la planta del edificio.

2.6.1. Cargas permanentes (G).

- Forjado: se multiplica la carga del mismo por el ancho de banda que soporta la jácena, es decir, 4 m. en él se cuenta el impermeabilizante y el falso techo.

$$G = 5,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 22,8 \text{ kN/ml}$$

2.6.2. Sobre carga de uso (S) y nieve (N).

- Forjado: se procede del mismo modo que en el punto anterior. Se multiplica la carga por el ancho de banda del forjado que soporta la jácena.

$$S = 1 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 4 \text{ kN/ml}$$

$$N = 0,2 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 0,8 \text{ kN/ml}$$

2.6.3. Viento (V).

La acción del viento podría interpretarse como carga uniforme sobre el pilar. Sin embargo, esta actúa sobre el cerramiento que se encuentra sujeto por sus cuatro lados a los pilares y forjados. Se define por tanto como una carga puntual. Toda ella puede aplicarse al lado de barlovento ($C_P = 1,0$).

Por tanto, la carga puntual del viento sobre la cubierta en la dirección del pórtico será la siguiente, sabiendo que los pilares tienen 3 metros de altura y el forjado ocupa un lugar por encima de 0,3 m junto con la jácena superior:

$$V = 0,88 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \cdot 4 \text{ m} = 11,65 \text{ kN}$$

2.6.4. Resumen de cargas a introducir.

Las cargas a considerar en el cálculo serán:

Tabla 5: Resumen de cargas sobre el edificio.

Acciones	kN/m ²	kN/ml
G	5,7	22,8
S	1	4
N	0,2	0,8
V1	0,88	11,65 (kN)*

*Se coloca como carga puntual en la máxima altura del edificio en la dirección positiva del eje X.

2.7. Condiciones de seguridad.

A continuación, se definen las hipótesis de carga y combinaciones de carga a tener en cuenta en los posteriores cálculos.

2.7.1. Hipótesis de carga.

- Gravitatorias: Permanentes (G), Sobre carga de uso (S) y nieve (N).
- Viento en cada dirección:
 - o V1: viento en dirección de izquierda a derecha en el plano del pórtico.
 - o V2: viento en dirección de derecha a izquierda en el plano del pórtico.

De manera simplificada se va a establecer que $V1 = - V2$, es decir, el cambio en la dirección del viento se efectúa simplemente cambiando el signo de las cargas puntuales calculadas anteriormente sobre la fachada a barlovento.

2.7.2. Combinaciones de carga.

Se aplican los coeficientes de simultaneidad ψ_0 y ponderación γ según el CTE-SE y se definen las distintas combinaciones de carga tal y como indica el Artículo 13 de la EHE-08 "Combinación de acciones".

Los coeficientes de simultaneidad y de mayoración de cargas a aplicar son:

Tabla 6: Combinaciones de carga 1.

Hipótesis		ψ_0	γ	Factor final como carga variable acompañante $\psi_0 \cdot \gamma$
Permanente	G	1,0	1,35	-
Sobrecarga de uso	S	0,7	1,50	1,05
Nieve	N	0,6	1,50	0,90
Viento	V	0,5	0,75	0,75

Las combinaciones más desfavorables que resultan son diferentes, al considerar cada dirección del viento $\pm V1$.

Tabla 7: Combinaciones de carga 2.

Nº	Variable principal	Combinación
1	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N$
2	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N + 0,90 \cdot V1$
3	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N - 0,90 \cdot V1$
4	V1	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot V1 + 0,75 \cdot N + 1,05 \cdot S$
5	V1	$1,35 \cdot G - 1,50 \cdot V1 + 0,75 \cdot N + 1,05 \cdot S$
6	-	Envolvente

3. Cálculo de la estructura.

El cálculo se ha realizado mediante el programa de ordenador por el método de elementos finitos *SAP2000 versión 14.0*.

Entre otras opciones el programa realiza un cálculo elástico lineal clásico, para lo que se introducen los pórticos como estructuras planas, teniendo en cuenta las rigideces a axil, flector y cortante de las distintas barras.

Los resultados obtenidos del programa informático SAP2000 se pueden consultar en el último punto de este anejo. Debido a la ingente cantidad de resultados obtenidos, solamente se aportan los correspondientes a las COMB6 ya que son estos la combinación de los más desfavorables.

4. Verificación de resultados.

A partir del listado de resultados que ofrece la aplicación informática sobre los esfuerzos que debe resistir cada barra, se adjuntan a continuación las comprobaciones pertinentes con el fin de conocer si el predimensionado era el correcto.

4.1. Fuerzas verticales y horizontales.

Del cálculo con el programa se obtuvieron la resultante de las acciones según los ejes globales para la COM6:

Tabla 8: Combinación de cargas envolvente.

Combinación		Global FX	Global FZ
COMB6	Máx	17,475	361,594
COMB6	Mín	-17,475	347,194

Fuerzas horizontales:

Las acciones que se obtuvieron en anteriores apartados y se aplicaron a la estructura fueron las siguientes:

$$G \rightarrow 5,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} + \text{peso propio (46,336 kN)} = 228,736 \text{ kN}$$

$$S \rightarrow 1 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} = 32 \text{ kN}$$

$$N \rightarrow 0,2 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} = 6,4 \text{ kN}$$

Que mayoradas hacen un total del:

$$\text{total} = 228,736 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 32 + 0,75 \cdot 6,4 = 361,594 \text{ kN}$$

Valor que coincide exactamente con el obtenido en el programa.

Fuerzas horizontales:

Para el viento, la superficie de la fachada es de $4 \text{ m} \cdot 3,3 \text{ m} = 13,2 \text{ m}^2$. Si se contabiliza la resultante (coef. De mayoración 1,5) queda:

$$V = 0,88 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \cdot 4 \text{ m} \cdot 1,5 = 17,475 \text{ kN}$$

Valor que coincide con el de la tabla *carga global horizontal*.

4.2. Momentos flectores de la barra más solicitada.

Al ser las dos jácenas de igual longitud, se va a estimar el momento flector máximo en la misma, cuya longitud es de 4 m.

El valor de la carga uniforme se obtiene a partir de las cargas introducidas más el peso propio del dintel, todas mayoradas según la COMB1.

$$q = (5,7 \cdot 1,35 + 1 \cdot 1,5) \cdot 4 + (0,3 \cdot 0,45 \cdot 24,517) \cdot 1,35 = 41,248 \text{ kN/ml}$$

Se toma, como máximo momento negativo la expresión aproximada:

$$M_{\text{máx}} = \frac{41,248 \cdot 4^2}{9} = 73,33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Con el programa se ha obtenido: un valor de: 72,39 kN/m.

4.3. Dimensionado de armadura de jácenas.**4.3.1. Armadura longitudinal de jácenas.**

Sea cual sea la regla de dimensionado que se establezca, deberá siempre comprobarse que en cada sección el momento de agotamiento M_u sea superior al momento de cálculo M_d provocado por las acciones en cualquier estado límite que se planté para cualquier sección de la viga.

Se toman los valores correspondientes a la jácena más solicitada. Los valores de las 2 jácenas serán iguales o muy similares al ser el pórtico simétrico. En este caso, los resultados corresponden a las barras (*frames*) 4 y 5.

Tabla 9: Flectores máximos en las jácenas.

Viga de canto 30 x 45 (kN·m)						
Jácena	4			5		
Signo	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)
Denom	$M_{izq,4}$	$M_{máx,4}$	$M_{der,4}$	$M_{izq,5}$	$M_{máx,5}$	$M_{der,5}$
Flector	-32,32	37,98	-72,39	-72,36	37,94	-32,20
Punto (m)	0,00	1,75	4,00	0,00	2,25	4,00

Regla de armado a aplicar

- Dimensionado del armado máximo cara superior o negativos:

Se obtiene la mayor cuantía de armadura necesaria en la cara superior de uno de los apoyos extremos.

La armadura se divide en dos grupos, uno fijo a lo largo de toda la viga (armadura de montaje) y otro de refuerzo sólo en los tramos extremos de momento máximo negativo. La armadura básica debe superar la cuantía mínima de flexión.

Esto se debe a que el diagrama de momentos negativos decrece rápidamente desde los apoyos, por lo que es económico el reforzar únicamente esas zonas y colocar menos armadura en los tramos menos solicitados.

- Momentos resistidos o de agotamiento M_u para otras cuantías de armadura.

Se confecciona un cuadro con el flector resistido M_u para unas cuantías inferiores al armado máximo calculado ($M_{min,i}$), siendo el mínimo de armadura, la considerada como básica o de montaje.

- o Si por cálculo no es necesaria armadura a compresión en la sección de máximo momento, no se considerará armadura en la zona comprimida, aunque en la realidad siempre va a existir.

- Si por cálculo es necesaria armadura a compresión, se considerará esa armadura como la existente en la zona comprimida, aunque pueda ser superior.
- Armado negativos extremo opuesto M_{min} .

Con el cuadro se define la armadura necesaria en el extremo opuesto a M_{min} .

- Armado cara inferior o positivos M_{max} .

Con el cuadro anterior se determina la armadura necesaria para la sección de máximo flector positivo M_{max} . Se establece constante en toda la viga. Esto se hace porque el diagrama de momentos positivo se extiende bastante a lo largo de la viga.

- Reparto de la armadura de refuerzo a negativos (o despiece)
 - Mediante el listado de flectores se calcula la longitud central de la viga que con la armadura básica es suficiente para soportar los pequeños flectores negativos en esa zona.
Este cálculo consiste en anotar la abscisa de los dos puntos en extremos del tramo central que tienen un flector de cálculo que es justamente inferior al momento de agotamiento con la armadura básica. Así, la longitud reforzada se contabiliza desde el eje del apoyo hasta la sección en la que el flector debido a las cargas se sitúa justo por debajo del flector resistido por la armadura básica.
 - Se calcula la longitud necesaria de esfuerzos a negativos en los apoyos y de cada tramo, si se escalona la armadura. Esta longitud es la suma de las siguientes longitudes.
 - Por resistencia a flexión.
 - El decalaje o traslación del diagrama de flectores (d).
 - Si por aprovechar mejor la resistencia del hormigón a cortante es necesario aumentar la longitud de la armadura longitudinal a tracción.
 - Longitudes de anclaje (L_b).
 - Redondeos. A múltiplos de 100, 200 mm, etc. Ajustes finales agrupando tramos de armadura muy cercanos o desagrupando si en un escalón se eliminan demasiados redondos. Empalmes por solape entre armaduras.

4.3.2. Viga de canto de cubierta.

1-Armado máximo cara superior o negativos:

Se trata de una sección rectangular de 30 cm de canto y 45 cm de ancho, solicitada por el momento de cálculo $M_{min,4} = -72,39 \text{ kN}\cdot\text{m}$. El hormigón es HA-30 y el acero es B-400-S. los coeficientes de seguridad son $\gamma_c = 1,5$ (hormigón) y $\gamma_s = 1,15$ (acero).

o Determinación del canto útil d :

Se obtiene a partir de los recubrimientos:

- *Recubrimiento mínimo:* 20 mm para cualquier clase de armadura.
- *Recubrimiento mecánico:* si se estima máximo para los estribos $\emptyset 10$ y armadura longitudinal $\emptyset 20$, el recubrimiento mecánico sería:

$$r_{mec} = 20 + 10 + 20/2 = 40 \text{ mm}$$

- *Canto útil:* $d = 0,3 - 0,04 = 0,26 \text{ m}$

- Dimensionado por el método parábola-rectángulo:

- o Cálculo del momento reducido:

$$\mu_d = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{72,39 \text{ kN} \cdot \text{m}}{0,45 \text{ m} \cdot 0,26^2 \text{ m}^2 \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2/\text{m}^2}{10^3 \text{ N/kN}}} = 0,119$$

Como $0,119 < 0,296$ no es necesaria armadura a compresión (canto igual o superior al mínimo requerido).

- o Cálculo de la cuantía mecánica ω_1 :

A partir de la tabla ecuación siguiente y del valor de μ_d se obtiene, para el dominio 3 un valor de la cuantía mecánica:

$$\omega_1 = 2,002 \cdot \mu_d^2 + 0,4396 \cdot \mu_d + 0,0589$$

$$\mu_d = 0,119 \rightarrow \text{Dominio 3} \rightarrow \omega_1 = 0,2262$$

- o Cálculo de la capacidad mecánica U_1 y área de armadura necesaria A_s :

$$U_1 = \omega_1 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0,2262 \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 0,26 \text{ m} \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2/\text{m}^2}{10^3 \text{ N/kN}} = 529,31 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{U_1}{f_{yd}} = \frac{529310 \text{ N}}{400/1,15 \text{ N/mm}^2} = 1522 \text{ mm}^2$$

Si se colocan $5\emptyset 20$ se obtiene un $A_{5-20} = 1571 \text{ mm}^2$ que es mayor que la requerida estrictamente y un valor de $U_{1, 5-20} = 546,35 \text{ kN} > 529 \text{ kN}$. Por tanto, la solución es correcta y

se colocan como armadura a tracción en la parte superior al ser los flectores en este tramo negativos.

Se marca la separación libre entre armaduras mayor a 20 mm, por tanto:

$$S_{libre} = \frac{b - 2 \cdot r_{libre} - n \cdot \phi}{n - 1} = \frac{450 - 2 \cdot 50 - 5 \cdot 20}{5 - 1} = 62,5 \text{ mm}$$

Cumpléndose la condición de que:

$$62,5 \text{ mm} > [20 \text{ mm}; \phi; 1,25 \cdot TM = 1,25 \cdot 15 = 19 \text{ mm}]$$

Por tanto, queda:

$$r_{mec} = 40 \text{ mm}; \quad r_{libre} = 40 - \frac{20}{2} = 30 \text{ mm}$$

- Distribución de armadura:

- **Básica:** 3Ø20 a lo largo de las jácenas. Separación libre entre armaduras tiene que ser menor a 30 cm para que no quede mucha zona sin armadura, en este caso queda:

$$S_{Lo} = \frac{450 - 2 \cdot 30 - 3 \cdot 20}{3 - 1} = 165 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \text{ correcto}$$

- **Refuerzo:** resto según las necesidades de cada apoyo.

- Comprobación de cuantía mínima en flexión:

El armado básico a tracción debe superar la cuantía geométrica mínima de la EHE-08, es decir, 2,8 por mil de la sección del hormigón:

$$A_{min} = 0,0028 \cdot 300 \cdot 450 = 378 \text{ mm}^2 < 3 \cdot 314 \text{ mm}^2 = 942 \text{ mm}^2 (3\phi 20). \text{Correcto}$$

2-Cuadro de flectores resistidos.

Se confecciona un cuadro con el momento de agotamiento para números de armadura i inferiores a la máxima utilizada:

Tabla 10: Flector de agotamiento para varias cantidades de armadura.

Armado a tracción	i	$U_{1,i}$	$\omega_{0,i}$	$\mu_{i\phi}$	$M_{u,i\phi} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
5Ø20	5	682,95	0,202	0,180	421,20

Armado a tracción	i	$U_{1,i}$	$\omega_{0,i}$	$\mu_{i\phi}$	$M_{u,i\phi}$ (kN·m)
4Ø20	4	546,36	0,162	0,148	346,32
3Ø20 (básico)	3	409,77	0,121	0,113	283,14

3-Armado en los apoyos y vano.

Al tratarse de una viga de canto medianamente armada, se va a efectuar un único escalón de armado, es decir, se eliminará armadura de una sola vez hasta obtener la armadura básica.

Se trata del procedimiento más simple. A partir de la tabla 8 y tabla 9 se rellena el siguiente cuadro:

Tabla 11: Flectores en jácenas 4 y 5.

Viga de canto 30 x 45 (kN·m)						
Jácena	4			5		
Signo	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)
Denom	$M_{izq,4}$	$M_{máx,4}$	$M_{der,4}$	$M_{izq,5}$	$M_{máx,5}$	$M_{der,5}$
Flector M_d	-32,32	37,98	-72,39	-72,36	37,94	-32,20
$M_{u,i\phi}$	-283,14	283,14	-421,20	-421,20	283,14	-283,14
$i\phi$	3Ø20	-	5Ø20	5Ø20	-	3Ø20
$j\phi$	-	3Ø20	-	-	3Ø20	-

En las caras libres la separación libre de armaduras es:

$$S_L = 300 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 20 = 200 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \text{ Correcto}$$

Por tanto, no es necesario colocar una barra intermedia.

4-Longitud necesaria de refuerzo:

Se va a estimar cual es el tramo central de la viga en la que con la armadura básica se resisten los flectores negativos. En el resto es necesario reforzar.

- Longitud necesaria por esfuerzo.

Se extrae del listado de la envolvente del diagrama de momentos de la COMB6 para las 2 jácenas, que son idénticas.

En dicha tabla se localiza cada extremo de la viga el flector más próximo e inferior a $M_{3\phi 20} = 283,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$.

- o Jácena 4:

- Extremo izq: No es necesario refuerzo.
- Extremo der: No es necesario refuerzo.
- Jácena 5:
 - Extremo izq: No es necesario refuerzo.
 - Extremo der: No es necesario refuerzo.
- Decalaje:

Éste es necesario añadirlo al diagrama de momentos y de forma simplificada se toma el canto útil d .

- Jácena 4:
 - Extremo izq: $X_d = 0,26$ m
 - Extremo der: $X_d = 0,26$ m
- Jácena 5:
 - Extremo izq: $X_d = 0,26$ m
 - Extremo der: $X_d = 0,26$ m
- Cortante:

Para poder considerar que toda la armadura a tracción que se dimensione en los apoyos contribuya a la resistencia a cortante, es necesario que esté anclada a partir de una distancia del canto útil de donde se toma el cortante.

El cortante V_{d2} se toma a la distancia del canto útil del extremo del apoyo o borde del pilar. Esta distancia total es:

$$\frac{h_{pilar}}{2} + d_{Vd2} + d_{anclaje} = 0,15 + 2 \cdot 0,26 = 0,67 \text{ m}$$

Por tanto, para las jácenas:

- Jácena 4:
 - Extremo izq: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
- Jácena 5:
 - Extremo izq: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$

Se aumenta la longitud en todos los extremos de las dos jácenas para poder considerar que toda la armadura a tracción existente colabora a resistir el cortante.

- Longitud de anclaje:

Posición II (armadura superior) en prolongación recta (X_L) y redondeo ($L_{refuerzo}$):

$$L_{b,II} = \text{Máx} \left[1,4 \cdot m \cdot \phi^2 = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 20^2 = 560 \text{ mm}; \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi = \frac{400}{14} \cdot 20 = 571 \text{ mm} \right]$$

$$L_{b,II} = 0,57 \text{ m}$$

Longitud neta de anclaje:

$$L_{b,II,neto} = L_{b,II} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} = 0,57 \cdot 0,7 \cdot \frac{5,91}{9,426} = 0,25 \text{ m}$$

- Jácena 4:
 - Extremo izq: 0,67 m + 0,25 → X_c = 0,92 m
 - Extremo der: 0,67 m + 0,25 → X_c = 0,92 m
- Jácena 5:
 - Extremo izq: 0,67 m + 0,25 → X_c = 0,92 m
 - Extremo der: 0,67 m + 0,25 → X_c = 0,92 m

En obra, estas distancias se tomarán desde el eje del pilar hacia el centro del vano.

5-Cuadro de armaduras.

Tabla 12: Resumen de armaduras vigas 4 y 5.

Viga	Armado	Negativos		Positivos
		A. izq	A. der	Cara inferior
4	Básico	3φ20		3φ20
	Refuerzo	3φ20	3φ20	
		L = 0,92 m	L = 0,92 m	
Total	6φ20	8φ20		
5	Básico	3φ20		3φ20
	Refuerzo	3φ20	3φ20	
		L = 0,92 m	L = 0,92 m	
Total	6φ20	8φ20		

4.3.3. Armadura transversal de jácenas.

1-Obtención de los valores del cortante.

Se van a calcular los estribos necesarios para las jácenas de la cubierta. Se puede analizar cualquiera de los dos vanos ya que tienen la misma longitud (4 m). El cortante adopta su valor máximo en el apoyo continuo correspondiente a las 2 jácenas.

Las comprobaciones que deben realizarse son:

- Compresión oblicua del alma V_{u1} : cortante en el borde del apoyo V_{d1} .
- Tracción en el alma V_{u2} : contante a un canto útil del borde del apoyo V_{d2} . Se dimensiona la armadura transversal, formada por estribos verticales.

Estas distancias son:

- Borde del apoyo: $h_{pilar}/2 = 0,30/2 = 0,15 \text{ m}$, $3,85 \text{ m}$.
- Canto útil más borde del apoyo: $h_{pilar}/2 + d_{viga} = 0,15 + 0,26 = 0,41 \text{ m}$, $3,59 \text{ m}$.

Se puede obtener el cortante en las secciones anteriores con el listado de cálculos del programa. Entre ambos extremos cogemos el valor mayor de cortante.

Tabla 13: Valores de cortante en distintas secciones.

Jácnas	$h/2 + d$ m	V_{d2} kN	$h/2$ m	V_{d1} kN
4 y 5	0,41	75,177	0,15	96,101
	3,59	46,976	3,85	67,001

2-Comprobación compresión oblicua del alma.

$$V_{U1} = 0,3 \cdot b_0 \cdot d \cdot f_{cd} \geq V_{d1}$$

Como las dos vigas son de igual longitud e idénticas dimensiones, se hace una comprobación válida para las 2. En este caso $b_0 = 0,45 \text{ m}$, $d = 0,26 \text{ m}$, $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$. Siendo el valor de $V_{d1} = 96,101 \text{ kN}$.

$$V_{U1} = 0,3 \cdot 0,45 \cdot 0,26 \cdot 20 \cdot 10^3 = 702 \text{ kN} \geq 96,101 \text{ kN} \quad \text{Correcto}$$

Se observa que lo normal es que la exigencia se cumpla sobradamente en vigas de sección rectangular.

3-Tracción en el alma (dimensionado de estribos).

- Contribución del hormigón V_{cu} :

$$V_{cu} = 0,10 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_0 \cdot d; \quad \xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; \quad \rho = \frac{A_s}{b_0 \cdot d} \leq 0,02$$

Recordar que A_s es el área de la armadura a tracción anclada a una distancia igual o mayor al canto útil a partir de la sección en estudio. Como se tuvo en cuenta este detalle en las longitudes de los esfuerzos en los apoyos, se considera el armado total a tracción.

V_{cu} para V_d a una distancia $h/2 + d$ del eje del apoyo:

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{260}} = 1,877$$

Contribución del hormigón para $5\phi 20$:

$$\rho = \frac{5 \cdot 314}{450 \cdot 260} = 0,013 \leq 0,02$$

Por tanto, el valor de V_{cu} :

$$V_{cu, \phi 5} = 0,10 \cdot 1,877 \cdot (100 \cdot 0,013 \cdot 30)^{1/3} \cdot 450 \cdot 260 = 74,474 \text{ kN}$$

o Cálculo de los estribos:

$$V_{su} \geq V_{d2} - V_{cu} \text{ siendo } V_{su} = \frac{0,9 \cdot d}{s} \cdot A_{90} \cdot f_{y90,d}; s \leq \frac{0,9 \cdot d \cdot U_{90}}{(V_{d2} - V_{cu})_{\max}}$$

Para estas vigas de cubierta se dispondrán dos ramas de estribos mediante un cerco perimetral. La cuantía mecánica para $2\phi 6$ es $U_{90} = 22,62 \text{ kN}$.

$$s \leq \frac{0,9 \cdot 0,26 \cdot 22,62 \cdot 10^3}{(75,177 - 74,474)_{\max}} = 13.384 \text{ mm}$$

Se fija la separación en **125 mm**. Son 8 unidades por metro de longitud de jácena.

4-Cuantía mínima del armado transversal.

o La cuantía mecánica debe ser superior a:

$$A_{90} \cdot f_{y90,d} \geq 0,04 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_0 \cdot t$$

Por tanto, para estas jácenas queda:

$$U_{2\phi 6} = 22,62 \text{ kN} \geq 0,04 \cdot 30^{\frac{2}{3}} \cdot 0,45 \cdot 0,125 \cdot 10^3 = 21,72 \text{ kN} \text{ Correcto}$$

o La separación entre estribos debe ser menor a:

$si \frac{1}{5} \cdot V_{u1} \geq V_d$	$s_t \leq 0,75 \cdot d$	$s_t \leq 600 \text{ mm}$
$si \frac{1}{5} \cdot V_{u1} < V_d \leq \frac{2}{3} V_{u1}$	$s_t \leq 0,60 \cdot d$	$s_t \leq 450 \text{ mm}$

Por tanto, para las jácenas de la cubierta, siendo $V_{d1} = 96,101 \text{ kN}$, quedaría:

$$\frac{1}{5} \cdot V_{u1} = \frac{1}{5} \cdot 702 = 140,4 \text{ kN} > 96,101 \text{ kN}$$

$$s_t = \mathbf{0,125 \text{ mm}} \leq 0,75 \cdot 0,26 = 0,95 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \text{ **Correcto.**}$$

- o Además, los estribos cumplen el resto de condiciones en todos los casos:

$s_t < h = 300 \text{ mm}, s_t < b = 450 \text{ mm}$
$s_t < 15 \cdot \phi_{c,min} = 15 \cdot 20 = 300 \text{ mm}$
$s_t < 300 \text{ mm}$
$\phi_{acero} = 6 \text{ mm} \geq 0,25 \cdot \phi_{c,máx} = 20/4 = 5 \text{ mm}$

4.4. Dimensionado armadura pilares.

4.4.1. Esfuerzos a adoptar en el cálculo.

- Solo son necesarias las secciones extremas para obtener los valores del axil y flector al ser su variación en el tramo del pilar lineal.
- La COMB6 proporciona el máximo axil y el máximo flector en cada extremo de la barra, con lo que esos valores pueden pertenecer a combinaciones distintas. No se pueden utilizar estos valores para el dimensionado, ya que los esfuerzos deben pertenecer a la misma combinación de cargas.
- Como no está claro cuál es la peor combinación, si la de mayor axil, o de mayor momento u otra que sin existir un máximo los valores sean elevados. En el dimensionado a flexión compuesta con armadura simétrica, para una sección con un momento constante, el incremento de axil al principio reduce la necesidad de armadura hasta volver a aumentarla a partir de un determinado valor. Por ello, se busca en el listado de resultados la combinación entre las 5 definidas que proporcione el mayor flector, acompañado de su axil y se dimensiona.

4.4.2. Dimensionado pilares extremos.

En el listado de resultados corresponden los valores de cálculo a la barra 1. Se podrían tomar también los de la 3 ya que se trata de un pórtico simétrico.

- Las propiedades geométricas de los mismos son:

Tabla 14: propiedades geométricas pilares extremos.

	h x b (canto x ancho)	Longitud
Soporte de la planta	0,30 m x 0,30 m	3,0 m

- Los esfuerzos que debe soportar según a combinación considerada son:

Tabla 15: Esfuerzos para los pilares extremos.

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
1	m	Text	KN	KN	KN·m
	0	COMB1	-81,95	-13,24	-13,00
	3	COMB1	-73,02	-13,24	26,72
	0	COMB2	-80,20	-10,02	-7,39
	3	COMB2	-71,27	-10,02	22,67
	0	COMB3	-83,71	-16,46	-18,60
	3	COMB3	-74,77	-16,46	30,77
	0	COMB4	-75,89	-7,31	-3,10
	3	COMB4	-66,96	-7,31	18,81
	0	COMB5	-81,73	-18,03	-21,78
	3	COMB5	-72,80	-18,03	32,33
	Axil de cálculo N_d		M_{d2} en la base		M_{d1} en cabeza
-81,73 kN		-21,78 kN·m		32,33 kN·m	

- Materiales y seguridad
 - o **Hormigón HA-30** ; $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o **Acero B-400-S** ; $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yd} = 347 \text{ N/mm}^2$

Se hace la previsión que la armadura longitudinal será de $\phi 16$ y estribos $\phi 6$.

- o $r_{mec} \geq r_{min} + \phi_{estribo} + \phi_{long}/2 = 20 + 6 + 16/2 = 34 \text{ mm}$

Recubrimiento mecánico de 45 mm > 34 mm

1-Cálculo de la longitud a pandeo. $L_K = \alpha \cdot L$

Para el nudo superior del pilar quedaría del siguiente modo:

$$\psi_B = \frac{2 \cdot (0,3^3 \cdot 0,3)/3}{(0,3^3 \cdot 0,45)/4} = 1,778$$

Para el nudo inferior del pilar:

$$\psi_A = 0 \text{ (Empotramiento)}$$

El valor de α de pandeo queda para esta figura, siendo una estructura traslacional*:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (\psi_A + \psi_B) + 1,6 \cdot \psi_A \cdot \psi_B}{7,5 \cdot (\psi_A \cdot \psi_B)}} = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (0 + 1,778)}{7,5 + (0 + 1,778)}} = 1,255$$

*De aplicación en estructuras usuales de edificación de menos de 15 plantas, en las que el desplazamiento máximo en cabeza bajo cargas horizontales características, calculado mediante la teoría de 1º orden y con las rigideces de las secciones brutas, no supere 1/750 de la altura total.

Por lo que la **longitud de pandeo** queda:

$$L_K = 1,255 \cdot 3 = 3,765 \text{ m}$$

Se adoptará la misma longitud en los dos planos de pandeo.

2-La esbeltez geométrica.

En el plano del pórtico:

$$\lambda_{p,P} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

En el plano lateral:

$$\lambda_{p,L} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

3-Cálculo de excentricidades de cálculo de 1º orden.

En el plano de la flexión:

$$e_2 = \frac{M_2}{N} = \frac{32,33 \text{ kN} \cdot \text{m}}{81,73 \text{ kN}} = 0,40 \text{ m}$$

Como el pórtico es traslacional $\rightarrow e_e = e_2 = 0,40 \text{ m}$

En el plano lateral:

$$e_{TOT} = e_2 = e_{accidental} = 0,02 \text{ m}$$

4-Esbeltez límite inferior λ_{inf} .

Se calcula para los dos planos como:

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} \right]}$$

Donde:

- v : Axil adimensional $v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = 81,73 \cdot 10^{-3} / (0,3 \cdot 0,3 \cdot 20) = 0,045$
- e_2 : Excentricidad de 1º orden en el extremo soporte con mayor momento, considerada positiva. En cada plano.
- h : Canto de la sección en el plano de flexión.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de las armaduras.
 - o C_{PP} : 0,24. Armadura simétrica en dos caras opuestas en el plano de flexión.
 - o C_{PL} : 0,16. Armadura simétrica en caras laterales.

Se formula esta hipótesis, aunque no se conoce como se distribuirá la armadura finalmente en el pilar.

Para el plano del pórtico queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,24}{0,045} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,4/0,3} \right]} = 87,80 > \lambda_{P,P} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

Para el plano lateral queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,16}{0,045} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,02/0,3} \right]} = 141,54 > \lambda_{P,L} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

5-Excentricidad ficticia.

Para el plano de flexión:

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot \beta) \cdot (\varepsilon_y + 0,0035) \cdot \frac{h + 20 \cdot e_e}{h + 10 \cdot e_e} \cdot \frac{I_0^2}{50 \cdot i_c}$$

Donde:

- $e_e = e_2 = 0,40 \text{ m}$
- $I_0 = L_K = 3,765$
- $h = 0,30 \text{ m}$
- $i_c = h/\sqrt{12} = 0,0866$
- $\varepsilon_y = B400S = 0,00166$
- $\beta = 1$. Armado de las 2 caras para el plano del pórtico.

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot 1) \cdot (0,00166 + 0,0035) \cdot \frac{0,3 + 20 \cdot 0,4}{0,3 + 10 \cdot 0,4} \cdot \frac{3,765^2}{50 \cdot 0,0866}$$

$$e_a = 0,0365 \text{ m}$$

$$e_{Total,PP} = e_a + e_e = 0,0365 + 0,4 = 0,4365 \text{ m}$$

Para el plano lateral:

$$e_{Total,PL} = e_a + e_e = 0 + 0,02 = 0,02 \text{ m}$$

6-Cálculo de la armadura (disposición simétrica)

En el plano de flexión:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 0,4365 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,066$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,046$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. No entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

En el plano lateral:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,001$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,046$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. no entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

Las comprobaciones que quedarían por hacer son:

- Cuantía mínima: que para pilares es del 4 por mil.

$$\text{Cuantía mínima} = 0,004 \cdot 300 \cdot 300 = 360 \text{ mm}^2$$

Si se colocan $8\phi 16$ (entre las 2 caras) el área es de $1.608 \text{ mm}^2 > 360 \text{ mm}^2$, por lo que es una solución correcta.

- Separación entre barras: no excede de 350 mm.

La separación quedaría para 4 $\phi 16$:

$$s = \frac{300 - 2 \cdot \left(45 - \frac{16}{2}\right) - 4 \cdot 16}{3} = 54 \text{ mm}$$

- **Estribos:** como estribos se pueden disponerse $\phi 8$ cada 100 mm. Debido a que el valor del cortante es pequeño (18,03 kN) y la compresión del pilar incrementa la resistencia, puede comprobarse que cumple con el cortante V_{2d} .
- La armadura longitudinal deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_d \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \geq 0,1 \cdot 81,73 = 8,173 \text{ kN}$$

$$A_s \cdot f_{yd} \leq A_c \cdot f_{cd} \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^3 = 1.800 \text{ kN}$$

Todos los resultados han sido satisfactorios para la hipótesis planteada, por tanto, se toma como solución final:

Pilares extremos

Longitudinal $\rightarrow 8\phi 20 - B400S; s = 54 \text{ mm}; r_{mec} = 45 \text{ mm}$

Transversal $\rightarrow \phi 8 - B400S; s = 100 \text{ mm}; r_{mec} = 45 \text{ mm}$

4.4.3. Dimensionado pilares centrales.

En el listado de resultados corresponden los valores de cálculo a la barra 2.

- Las propiedades geométricas de los mismos son:

Tabla 16: Propiedades geométricas pilares centrales.

	h x b (canto x ancho)	Longitud
Soporte de la planta	0,30 m x 0,30 m	3,0 m

- Los esfuerzos que debe soportar según a combinación considerada son:

Tabla 17: Esfuerzos para los pilares extremos.

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
2	m	Text	KN	KN	KN·m
	0	COMB1	-197,688	9,727E-16	-1,226E-14
	3	COMB1	-188,752	9,727E-16	-1,518E-14
	0	COMB2	-197,715	4,106	6,4458
	3	COMB2	-188,779	4,106	-5,8734
	0	COMB3	-197,662	-4,106	-6,4458
	3	COMB3	-188,726	-4,106	5,8734

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	0	COMB4	-189,614	6,844	10,743
	3	COMB4	-180,678	6,844	-9,789
	0	COMB5	-189,525	-6,844	-10,743
	3	COMB5	-180,589	-6,844	9,789
	Axil de cálculo N_d		M_{d2} en la base		M_{d1} en cabeza
	-189,614 kN		-10,743 kN·m		5,8734 kN·m

- Materiales y seguridad

- **Hormigón HA-30** ; $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
- **Acero B-400-S** ; $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yd} = 347 \text{ N/mm}^2$

Se hace la previsión que la armadura longitudinal será de $\phi 16$ y estribos $\phi 6$.

- $r_{mec} \geq r_{min} + \phi_{estribo} + \phi_{long}/2 = 20 + 6 + 16/2 = 34 \text{ mm}$

Recubrimiento mecánico de $45 \text{ mm} > 34 \text{ mm}$

1-Cálculo de la longitud a pandeo. $L_K = \alpha \cdot L$

Para el nudo superior del pilar quedaría del siguiente modo:

$$\psi_B = \frac{2 \cdot (0,3^3 \cdot 0,3)/3}{(0,3^3 \cdot 0,45)/4} = 1,778$$

Para el nudo inferior del pilar:

$$\psi_A = 0 \text{ (Empotramiento)}$$

El valor de α de pandeo queda para esta figura, siendo una estructura traslacional*:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (\psi_A + \psi_B) + 1,6 \cdot \psi_A \cdot \psi_B}{7,5 \cdot (\psi_A \cdot \psi_B)}} = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (0 + 1,778)}{7,5 + (0 + 1,778)}} = 1,255$$

*De aplicación en estructuras usuales de edificación de menos de 15 plantas, en las que el desplazamiento máximo en cabeza bajo cargas horizontales características, calculado mediante la teoría de 1º orden y con las rigideces de las secciones brutas, no supere 1/750 de la altura total.

Por lo que la **longitud de pandeo** queda:

$$L_K = 1,255 \cdot 3 = 3,765 \text{ m}$$

Se adoptará la misma longitud en los dos planos de pandeo.

2-La esbeltez geométrica.

En el plano del pórtico:

$$\lambda_{p,P} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

En el plano lateral:

$$\lambda_{p,L} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

3-Cálculo de excentricidades de cálculo de 1º orden.

En el plano de la flexión:

$$e_2 = \frac{M_2}{N} = \frac{10,743 \text{ kN} \cdot \text{m}}{189,614 \text{ kN}} = 0,06 \text{ m}$$

Como el pórtico es traslacional $\rightarrow e_e = e_2 = 0,06 \text{ m}$

En el plano lateral:

$$e_{TOT} = e_2 = e_{accidental} = 0,02 \text{ m}$$

4-Esbeltez límite inferior λ_{inf} .

Se calcula para los dos planos como:

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} \right]}$$

Donde:

- v : Axil adimensional $v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = 189,614 \cdot 10^{-3} / (0,3 \cdot 0,3 \cdot 20) = 0,105$
- e_2 : Excentricidad de 1º orden en el extremo soporte con mayor momento, considerada positiva. En cada plano.
- h : Canto de la sección en el plano de flexión.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de las armaduras.
 - o C_{PP} : 0,24. Armadura simétrica en dos caras opuestas en el plano de flexión.
 - o C_{PL} : 0,16. Armadura simétrica en caras laterales.

Se formula esta hipótesis, aunque no se conoce como se distribuirá la armadura finalmente en el pilar.

Para el plano del pórtico queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,24}{0,105} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,06/0,3}\right]} = 78,49 > \lambda_{P,P} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

Para el plano lateral queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,16}{0,105} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,02/0,3}\right]} = 92,66 > \lambda_{P,L} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

5-Excentricidad ficticia.

Para el plano de flexión:

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot \beta) \cdot (\varepsilon_y + 0,0035) \cdot \frac{h + 20 \cdot e_e}{h + 10 \cdot e_e} \cdot \frac{I_0^2}{50 \cdot i_c}$$

Donde:

- $e_e = e_2 = 0,06 \text{ m}$
- $I_0 = L_K = 3,765$
- $h = 0,30 \text{ m}$
- $i_c = h/\sqrt{12} = 0,0866$
- $\varepsilon_y = B400S = 0,00166$
- $\beta = 1$. Armado de las 2 caras para el plano del pórtico.

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot 1) \cdot (0,00166 + 0,0035) \cdot \frac{0,3 + 20 \cdot 0,06}{0,3 + 10 \cdot 0,06} \cdot \frac{3,765^2}{50 \cdot 0,0866}$$

$$e_a = 0,0315 \text{ m}$$

$$e_{Total,PP} = e_a + e_e = 0,0315 + 0,06 = 0,0915 \text{ m}$$

Para el plano lateral:

$$e_{Total,PL} = e_a + e_e = 0 + 0,02 = 0,02 \text{ m}$$

6-Cálculo de la armadura (disposición simétrica)

En el plano de flexión:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10,743 \cdot 0,0915 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,0018$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{189,614 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,105$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. No entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

En el plano lateral:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10,743 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,0004$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{189,614 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,105$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. no entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

Las comprobaciones que quedarían por hacer son:

- Cuantía mínima: que para pilares es del 4 por mil.

$$\text{Cuantía mínima} = 0,004 \cdot 300 \cdot 300 = 360 \text{ mm}^2$$

Si se colocan $8\phi 16$ (entre las 2 caras) el área es de $1.608 \text{ mm}^2 > 360 \text{ mm}^2$, por lo que es una solución correcta.

- Separación entre barras: no excede de 350 mm.

La separación quedaría para 4 $\phi 16$:

$$s = \frac{300 - 2 \cdot \left(45 - \frac{16}{2}\right) - 4 \cdot 16}{3} = 54 \text{ mm}$$

- Estribos: como estribos se pueden disponerse $\phi 8$ cada 100 mm. Debido a que el valor del cortante es pequeño (6,844 kN) y la compresión del pilar incrementa la resistencia, puede comprobarse que cumple con el cortante V_{2d} .
- La armadura longitudinal deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_d \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \geq 0,1 \cdot 189,614 = 18,96 \text{ kN}$$

$$A_s \cdot f_{yd} \leq A_c \cdot f_{cd} \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^3 = 1.800 \text{ kN}$$

Todos los resultados han sido satisfactorios para la hipótesis planteada, por tanto, se toma como solución final:

Pilares centrales

Longitudinal → 8Ø20 – B400S; $s = 54 \text{ mm}$; $r_{mec} = 45 \text{ mm}$

Transversal → Ø8 – B400S; $s = 100 \text{ mm}$; $r_{mec} = 45 \text{ mm}$

4.4.4. Resumen armadura pilares.

En el cuadro siguiente se adjunta el resumen de armadura correspondiente a cada tipo de pilar del edificio.

Tabla 18: Resumen armadura pilares.

<i>Pilar</i>	<i>Tipo</i>	<i>Longitudinal</i>	S_L (mm)	<i>Transversal</i>	S_T (mm)	r_{mec} (mm)
Extremo	Simétrico	8Ø20	54	Ø8	100	45
Central	Simétrico	8Ø20	54	Ø8	100	45

Debido a que la exigencia de esfuerzos en los dos tipos de pilares es similar y son lo suficientemente aptos para ello, se opta por uniformizar su tipo de armadura para reducir los costes de construcción y el manejo en obra de los mismos.

5. Cálculo de la cimentación.

En la cimentación se reciben los esfuerzos de la estructura y los que transmite el terreno, por tanto, la misma se ha de dimensionar de forma que pueda resistir la combinación de ambos. Para el cálculo de esta parte se utiliza el DB SE-C.

El procedimiento más habitual para resolver la cimentación de un pórtico de hormigón consiste en disponer zapatas aisladas bajos los pilares. Se trata de una cimentación superficial a una cota de apoyo cercana al terreno firme de referencia. Para ello, es necesario que la resistencia superficial del terreno no sea deficiente.

En este caso el tipo de zapata va a ser superficial. Estas se caracterizan por situarse sobre terrenos con óptimas características a poca profundidad. Cuando existe roca o estratos duros o se ha realizado un desmante del suelo.

5.1. Datos de partida.

Los materiales a utilizar son los siguientes:

- **Hormigón HA-30/B/15/I** para los forjados, jácenas, pilares y cimentaciones de características:
 - $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 30 \text{ N/mm}^2$

- Consistencia blanda.
- Tamaño máximo de árido 15 mm.
- Clase general de exposición *no agresiva*.
- Recubrimiento mínimo $r_{\min} = 20$ mm.
- Recubrimiento nominal $r_{\text{nom}} = 30$ mm.
- **Acero corrugado B-400-S** de características (Instrucción EHE-08)
 - $f_{yk} = 400$ N/mm² ; $\gamma_s = 1,15$; $f_{yd} = 347,8$ N/mm²

Los datos correspondientes a suelo son los siguientes:

- Densidad: 1.800 kg/m³
- φ : 35°
- E : 150 kg/cm²
- σ : 0,25 N/mm²

5.2. Esfuerzos a soportar por las zapatas.

Para las condiciones de estabilidad al vuelco y resistencia del suelo se utilizan las combinaciones en Estado Límite de Servicio (ELS) mientras que para la resistencia de la zapata se utilizan las del Estado Límite Último (ELU). Puede ser suficiente con utilizar las siguientes para el cálculo de las mismas.

$$ELS2 \rightarrow 1 \cdot G + 1 \cdot S + 0,5 \cdot N + 0,6 \cdot V2$$

$$COMB2 \rightarrow 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S + 0,75 \cdot N + 0,9 \cdot V2$$

Se utilizan los listados de reacciones en apoyos:

- $F1 = Fx$ (componente horizontal de la fuerza o cortante)
- $F3 = Fz$ (componente vertical de la fuerza o axil)
- $M2 = My$ (flector).

Las reacciones en el apoyo, para el pilar a sotavento (*frame 3*) son:

Tabla 19: Reacciones en el apoyo para el pilar a sotavento.

ELU	F1 kN	F2 kN	M2 kN·m
Comb2	-83,678	16,399	18,496

Las reacciones en el apoyo, para el pilar a central (*frame 2*) son:

Tabla 20: Reacciones en el apoyo para los pilares centrales.

ELU	F1 kN	F2 kN	M2 kN·m
Comb2	-197,715	4,106	6,446

5.3. Dimensionado de las zapatas aisladas.

Tanto las bases de cálculo como las combinaciones de carga utilizadas en este apartado son las mismas que se utilizaron para el dimensionado de la estructura del edificio.

Las zapatas van a ser todas aisladas. Se va a distinguir entre dos tipos de zapatas.

- Zapatas situadas en el eje central longitudinal del edificio.
- Zapatas situadas en los laterales longitudinales del edificio.

Con el fin de optimizar el uso de materiales y la construcción de las mismas, se van a dimensionar por separado ya que tienen unas exigencias distintas en cada caso.

5.4. Dimensionado zapatas en extremos.

En este subapartado se va a dimensionar las zapatas correspondientes a los pilares extremos a partir de los resultados de esfuerzos de *frame 3*.

5.4.1. Dimensionado del enano.

El enano es un pilar de hormigón armado de pequeña altura, desde la cara superior de la zapata hasta la base de anclaje del pilar. Cuando el suelo presenta buenas cualidades en superficie se puede prescindir de este elemento y anclar la base de anclaje directamente sobre la zapata.

Sus dimensiones transversales son como mínimo las de la base de anclaje, aunque se puede añadir entre 2,5 cm y 5 cm a cada lado para disponer de cierta holgura respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir en el replanteo de las bases de anclaje en obra. Respecto a la altura, debe ser suficiente para poder colocar los pernos de anclaje con la longitud de anclaje requerida.

Para el enano, en general, es suficiente con cumplir las cuantías mínimas de armadura longitudinal y transversal y las condiciones geométricas de la EHE-08, ya que su sección es elevada en relación a los esfuerzos que va a estar sometido.

- **Placa de anclaje:** #700x700x20, profundidad de la placa 25 cm.
- **Enano:** 0,75 x 0,75 m².
- **Cuantía mínima:** $0,004 \cdot 75 \cdot 75 = 22,5 \text{ mm}^2$

- **Armadura:** $4\phi 16$ en cada cara, total $12\phi 16$: $A_{total} = 12 \cdot 2,01 = 24,12 \text{ mm}^2 > 22,5 \text{ mm}^2$
- **Estribos:** 2 ramas de estribos $\phi 8$ cada 15 cm
- **Altura mínima:** $70 + 5 = 75 \text{ cm}$ (se fija en 80 cm) (5 cm doblado patilla).

5.4.2. Dimensionado del zuncho de atado.

El zuncho de atado es una viga de hormigón que ata las zapatas. Suele colocarse enrasada a la cara superior del enano. Se dimensiona o estima como elemento estructural secundario siendo el tamaño de la sección de hormigón función de la necesidad de arriostrado y acorde a la magnitud de la obra. Su armado se realiza por cuantías mínimas. En este proyecto, como obra de pequeñas dimensiones, se dispone el siguiente tipo de zuncho.

Zuncho de 0,40 x 0,30 m (h x b) con armado de 3 ϕ 16 en la cara superior e inferior y estribos 2 ϕ 6 cada 0,20 m

5.4.3. Predimensionado de la zapata pilares extremos.

En primer lugar, se realiza un predimensionado de las dimensiones que finalmente tendrá la zapata. Las dimensiones que habrá que otorgarle son:

- *a*: Longitud o canto de la zapata (dimensión en el plano de la estructura)
- *b*: Anchura (dimensión de profundidad)
- *h*: Altura o espesor
- *H*: Profundidad (distancia vertical desde la base del pilar a la base de la zapata)

Será necesario realizar tanteos para establecer las dimensiones adecuadas.

- Forma en planta: debido a la gran excentricidad que caracteriza a las zapatas de pilares de naves, interesa que sea rectangular ($a > b$) no superando $a/b = 2$.
- Espesor o canto de la zapata (h): para que la zapata sea rígida, no debe ser menor a la mitad del vuelo de la zapata (distancia entre el borde del pilar o enano al borde de la zapata).

5.4.4. Cálculos.

Las dimensiones que se establecen en un principio para comprobar su aceptación con los cálculos son:

Tabla 21: Predimensionado de la zapata en extremos.

Dimensiones zapata (m)					
<i>a</i>	2,00	<i>h</i>	0,7	<i>a_o</i>	0,75
<i>b</i>	2,00	<i>H</i>	1,4	<i>b_o</i>	0,75

A continuación, se va a caracterizar la zapata en función de su vuelo (V). Para el cálculo del mismo se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2,00}{2} - \frac{0,75}{2} = 0,625 \text{ m}$$

Las condiciones para caracterizar la zapata son las siguientes:

$$\mathbf{RÍGIDA} \rightarrow V \leq 2 \cdot h$$

$$\mathbf{FLEXIBLE} \rightarrow V > 2 \cdot h$$

En este caso, el producto $2 \cdot h = 2 \cdot 0,7 \text{ m} = 1,4 \text{ m}$, por tanto, la zapata que se va a dimensionar para el muro queda caracterizada como **RÍGIDA**.

Pesos a considerar

Con dimensiones se calcula el peso propio de la zapata, del enano y del terreno que gravita sobre la zapata.

- El peso de la zapata se calcula a partir de sus dimensiones $a \times b \times h$ y del peso específico del hormigón.

$$P_z = a \cdot b \cdot h \cdot \rho_{HA-30} = 7.000 \text{ kg}$$

- El peso del enano se calcula a partir de sus dimensiones $a_0 \times b_0 \times (H-h)$ y del peso específico del hormigón:

$$P_e = a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h) \cdot \rho_{HA-30} = 985 \text{ kg}$$

- El peso de la tierra que gravita sobre la zapata se calcula del siguiente modo a partir del peso específico del suelo.

$$P_s = (a \cdot b \cdot (H - h) - a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h)) \cdot \rho_s = 4.331 \text{ kg}$$

Lo que implica un peso total de:

$$P_{total} = 12.315 \text{ kg}$$

Cálculo de la excentricidad

Se denomina excentricidad e a la distancia, respecto a centro de gravedad de una pieza, de la línea de acción del axil para provocar un flector igual al actuante: $M = N \cdot e$.

Para una zapata, es la distancia respecto al eje de la zapata de actuación de todas las cargas verticales " $N + P_{total}$ " que provocan el momento en la base de la zapata " $M + V \cdot H$ "

$$e = \frac{M + V \cdot H}{N + P_{total}} = \frac{1.866 + 2.692 \cdot 1,4}{8533 + 12.315} = 0,271 \text{ m}$$

Se calcula también la excentricidad relativa, que es la relación entre la excentricidad e y la dimensión a de la zapata:

$$\lambda = \frac{e}{a} = \frac{0.271}{2.00} = 0,136$$

Comprobación a vuelco:

Se debe cumplir la siguiente relación:

$$a \geq 4 \cdot e \rightarrow 2,00 \geq 4 \cdot 0,271 = 1,084 \text{ Correcto}$$

En realidad, esta comprobación se trata de tomar momentos respecto a un punto de la zapata y se debe cumplir que el momento provocado por las acciones estabilizadoras (Axil, más el peso total) supera con cierto margen de seguridad las acciones desestabilizadoras (Momento M y cortante V).

Comprobación a deslizamiento:

Se va a calcular a partir del cortante, la fuerza desestabilizadora que produce sobre la zapata. Por otro lado, las fuerzas estabilizantes las conforman el peso total por el ángulo de rozamiento interno del suelo. Del Anejo N° 5 "Estudio geotécnico" se recuerda que se trabaja con un valor de:

$$\varphi = 35^{\circ}$$

Por tanto, los momentos estabilizadores serán:

$$F_{est} = P_{total} \cdot \tan 35 = \mathbf{14.594 \text{ kg}}$$

El momento desestabilizador, mayorado desde el lado de la seguridad, provocado por el cortante será:

$$F_{des} = V \cdot 2 = \mathbf{2.692 \text{ kg} \cdot 2 = 5.384 \text{ kg}}$$

Se comprueba que:

$$F_{des} < F_{est}$$

Por lo que el cálculo es **satisfactorio**.

Comprobación de resistencia del suelo.

En este apartado se calcula si la zapata tiene las dimensiones correctas como para transmitir unas tensiones al suelo que este sea capaz de soportar. Estas pueden quedar distribuidas sobre el terreno de 3 formas distintas.

- Caso 1: es en el caso en el que la excentricidad toma valores menores a $a/6$, la distribución de cargas que se obtiene tiene una forma trapezoidal.

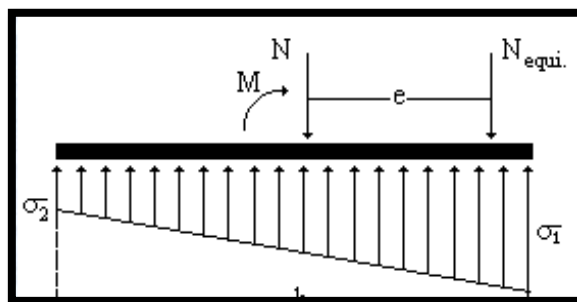


Ilustración 1: Distribución de cargas trapezoidal.

En este caso, para determinar que es apto el cálculo se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\frac{3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}{4} < \sigma_{adm}$$

- Caso 2: este es el caso en el que la excentricidad se mueve entre los valores de $a/3$ y $a/6$ dando lugar a una distribución de cargas como en la figura.

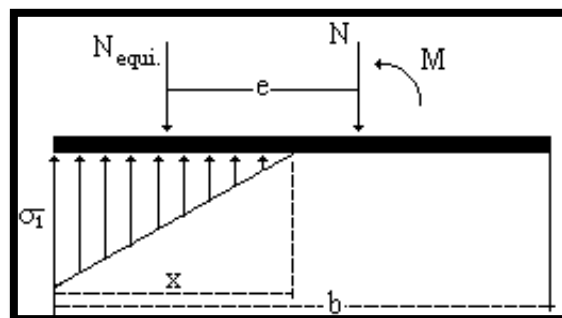


Ilustración 2: Distribución de cargas triangular.

Aquí deberá cumplirse la siguiente expresión:

$$\sigma_1 < \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

- Caso 3: Cuando la excentricidad supera el valor $1/3 \cdot b$ se considera que la zapata está mal predimensionada, y que deben modificarse las condiciones geométricas por falta de seguridad al vuelco, ya que γ_s es menor de 1,5.

En el caso particular de estas zapatas, donde la excentricidad adopta un valor de 0,15 m, se encontrarían en el caso 1 ya que:

$$e < \frac{a}{6} \rightarrow 0,271 \text{ m} < 0,333 \text{ m} \quad \text{CASO 1}$$

Por tanto, la distribución de cargas adopta una forma trapezoidal. Para comprobar que estas dimensiones de la zapata son aptas para esta distribución de cargas se debe cumplir la siguiente ecuación:

El momento $M + V \cdot H$ provoca tensiones inferiores a $N + P_{total}$ dejando toda la base de la zapata comprimida. Se debe verificar que:

$$\lambda < \frac{1}{6} \rightarrow 0,136 < \frac{1}{6} \quad \text{Correcto}$$

Se obtiene, para verificar los cálculos una tensión media de la zapata sobre el suelo del siguiente modo:

$$\sigma_{med} = \frac{N + P_{total}}{a \cdot b} = \frac{20.849}{2 \cdot 2} = 5.212 \text{ kg/m}^2$$

Siendo así, la tensión máxima σ_1 se calcula del siguiente modo para distribuciones trapezoidales de cargas:

$$\sigma_1 = \sigma_{med} \cdot (1 + 6 \cdot \lambda) = 5.212 \cdot (1 + 6 \cdot 0,136) = 9.465 \text{ kg/m}^2$$

Recordando que la tensión máxima admisible del suelo es 2.500.000 kg/m² se debe verificar lo siguiente para que sea válido el cálculo:

$$\sigma_1 < 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

$$9.465 < 1,25 \cdot 25.000 \quad \text{Correcto.}$$

Por tanto, las dimensiones de la zapata son correcta.

5.4.5. Armadura para la zapata.

En este apartado se procede al cálculo de la armadura necesaria a colocar en la zapata. En ella, igualmente que en el muro se va a dejar un recubrimiento de **0,05 m** y para su cálculo se van a tomar barras de acero **B-400-S**.

Se calculan en primer lugar los esfuerzos a soportar por las barras de acero provocados por las distintas cargas que sobre la zapata actúan:

Se emplea la teoría general de la flexión. La armadura se dimensiona para el momento que ha de soportar como elemento voladizo, considerando el empotramiento situado un 15 % de la dimensión del pilar, retranqueando hacia su interior.

La resultante de las tensiones a partir de la sección de referencia, viene dada por las siguientes expresiones:

$$I_d = v + 0,15 \cdot a_0 = 0,74 \text{ m}$$

El momento provocado quedará como:

$$M_d = \frac{\sigma_{\text{máx}} \cdot b \cdot I_d^2}{2} = 5.148 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este momento se mayor por un factor de 1,5.

$$M_d = 1,5 \cdot 5.148 \text{ kg} \cdot \text{m} = 7.722 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este será el momento que ha de soportar la armadura inferior de la zapata.

Recordando que el recubrimiento es:

$$d = 0,65 \text{ m}$$

Se obtiene el valor V_0 que servirá para calcular el área de armadura necesaria:

Siendo este:

$$V_0 = \frac{0,85 \cdot b \cdot d \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m} \cdot 3000000 \text{ kg/m}^2}{1,5} = 221.000 \text{ kg}$$

Ahora se calcula U_s :

$$U_s = V_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{V_0 \cdot d}} \right) = 12.218 \text{ kg}$$

Se va a comprobar la armadura por dos métodos cogiendo el valor más alto de barras de los dos casos que se plantean.

1. Se comienza probando con barras de 12 mm de diámetro:

$$U_s(12 \text{ mm}) = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} \cdot \frac{40.000.000}{1.15} = 3.934 \text{ kg/barra}$$

Por tanto, el número de barras a colocar sería de:

$$N = \frac{20.732 \text{ kg}}{3.934 \text{ kg/barra}} = 5,27 = 6 \text{ barras}$$

2. Cuantías geométricas mínimas

Aquí se comprueba el área de acero mínima a colocar dadas las características de la zapata. Su determinación es mediante la siguiente ecuación.

$$A_{\min} = \frac{0,9}{1000} \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} = 0,00126 \text{ m}^2$$

Cada barra de 12 mm tiene un área de:

$$A_{12} = 0,00011 \text{ m}^2/\text{barra}$$

Por tanto, las barras a colocar serían:

$$N = \frac{0,00126 \text{ m}^2}{\frac{0,00011 \text{ m}^2}{\text{barra}}} = 11,45 = 12 \text{ barras}$$

Por tanto, se colocarán 12 barras de \varnothing 12 mm con una separación de 17,3 cm dejando un recubrimiento de 0,05 m.

5.5. Dimensionado zapatas centrales.

En este subapartado se va a dimensionar las zapatas correspondientes a los pilares centrales a partir de los resultados de esfuerzos de *frame 2*.

5.5.1. Dimensionado del enano.

El enano es un pilar de hormigón armado de pequeña altura, desde la cara superior de la zapata hasta la base de anclaje del pilar. Cuando el suelo presenta buenas cualidades en superficie se puede prescindir de este elemento y anclar la base de anclase directamente sobre la zapata.

Sus dimensiones transversales son como mínimo las de la base de anclaje, aunque se puede añadir entre 2,5 cm y 5 cm a cada lado para disponer de cierta holgura respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir en el replanteo de las bases de anclaje en obra. Respecto a la altura, debe ser suficiente para poder colocar los pernos de anclaje con la longitud de anclaje requerida.

Para el enano, en general, es suficiente con cumplir las cuantías mínimas de armadura longitudinal y transversal y las condiciones geométricas de la EHE-08, ya que su sección es elevada en relación a los esfuerzos que va a estar sometido.

- **Placa de anclaje:** #700x700x20, profundidad de la placa 25 cm.
- **Enano:** 0,75 x 075 m².
- **Cuantía mínima:** $0,004 \cdot 75 \cdot 75 = 22,5 \text{ mm}^2$
- **Armadura:** 4 ϕ 16 en cada cara, total 12 ϕ 16: $A_{\text{total}} = 12 \cdot 2,01 = 24,12 \text{ mm}^2 > 22,5 \text{ mm}^2$
- **Estribos:** 2 ramas de estribos ϕ 8 cada 15 cm
- **Altura mínima:** 70 + 5 = 75 cm (se fija en 80 cm) (5 cm doblado patilla).

5.5.2. Dimensionado del zuncho de atado.

El zuncho de atado es una viga de hormigón que ata las zapatas. Suele colocarse enrasada a la cara superior del enano. Se dimensiona o estima como elemento estructural secundario siendo el tamaño de la sección de hormigón función de la necesidad de arriostrado y acorde a la magnitud de la obra. Su armado se realiza por cuantías mínimas. En este proyecto, como obra de pequeñas dimensiones, se dispone el siguiente tipo de zuncho.

Zuncho de 0,40 x 0,30 m (h x b) con armado de 3 ϕ 16 en la cara superior e inferior y estribos 2 ϕ 6 cada 0,20 m

5.5.3. Predimensionado de la zapata pilares centrales.

En primer lugar, se realiza un predimensionado de las dimensiones que finalmente tendrá la zapata. Las dimensiones que habrá que otorgarle son:

- *a*: Longitud o canto de la zapata (dimensión en el plano de la estructura)
- *b*: Anchura (dimensión de profundidad)
- *h*: Altura o espesor
- *H*: Profundidad (distancia vertical desde la base del pilar a la base de la zapata)

Será necesario realizar tanteos para establecer las dimensiones adecuadas.

- Forma en planta: debido a la gran excentricidad que caracteriza a las zapatas de pilares de naves, interesa que sea rectangular ($a > b$) no superando $a/b = 2$.

- Espesor o canto de la zapata (h): para que la zapata sea rígida, no debe ser menor a la mitad del vuelo de la zapata (distancia entre el borde del pilar o enano al borde de la zapata).

5.5.4. Cálculos.

Las dimensiones que se establecen en un principio para comprobar su aceptación con los cálculos son:

Tabla 22: Predimensionado zapara central.

Dimensiones zapata (m)					
<i>a</i>	2,20	<i>h</i>	0,7	<i>a_o</i>	0,75
<i>b</i>	2,20	<i>H</i>	1,4	<i>b_o</i>	0,75

A continuación, se va a caracterizar la zapata en función de su vuelo (V). Para el cálculo del mismo se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2,20}{2} - \frac{0,75}{2} = 0,725 \text{ m}$$

Las condiciones para caracterizar la zapata son las siguientes:

$$\mathbf{RÍGIDA} \rightarrow V \leq 2 \cdot h$$

$$\mathbf{FLEXIBLE} \rightarrow V > 2 \cdot h$$

En este caso, el producto $2 \cdot h = 2 \cdot 0,7 \text{ m} = 1,4 \text{ m}$, por tanto, la zapata que se va a dimensionar para el muro queda caracterizada como **RÍGIDA**.

Pesos a considerar

Con dimensiones se calcula el peso propio de la zapata, del enano y del terreno que gravita sobre la zapata.

- El peso de la zapata se calcula a partir de sus dimensiones $a \times b \times h$ y del peso específico del hormigón.

$$P_z = a \cdot b \cdot h \cdot \rho_{HA-30} = 8.470 \text{ kg}$$

- El peso del enano se calcula a partir de sus dimensiones $a_0 \times b_0 \times (H-h)$ y del peso específico del hormigón:

$$P_e = a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h) \cdot \rho_{HA-30} = 985 \text{ kg}$$

- El peso de la tierra que gravita sobre la zapata se calcula del siguiente modo a partir del peso específico del suelo.

$$P_s = (a \cdot b \cdot (H - h) - a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h)) \cdot \rho_s = 5.390 \text{ kg}$$

Lo que implica un peso total de:

$$P_{total} = 14.844 \text{ kg}$$

Cálculo de la excentricidad

Se denomina excentricidad e a la distancia, respecto a centro de gravedad de una pieza, de la línea de acción del axil para provocar un flector igual al actuante: $M = N \cdot e$.

Para una zapata, es la distancia respecto al eje de la zapata de actuación de todas las cargas verticales " $N + P_{total}$ " que provocan el momento en la base de la zapata " $M + V \cdot H$ "

$$e = \frac{M + V \cdot H}{N + P_{total}} = \frac{657 + 419 \cdot 1,4}{20.161 + 14.844} = 0,036 \text{ m}$$

Se calcula también la excentricidad relativa, que es la relación entre la excentricidad e y la dimensión a de la zapara:

$$\lambda = \frac{e}{a} = \frac{0.036}{2.20} = 0,016$$

Comprobación a vuelco:

Se debe cumplir la siguiente relación:

$$a \geq 4 \cdot e \rightarrow 2,20 \geq 4 \cdot 0,036 = 0,144 \text{ Correcto}$$

En realidad, esta comprobación se trata de tomar momentos respecto a un punto de la zapata y se debe cumplir que el momento provocado por las acciones estabilizadoras (Axil, más el peso total) supera con cierto margen de seguridad las acciones desestabilizadoras (Momento M y cortante V).

Comprobación a deslizamiento:

Se va a calcular a partir del cortante, la fuerza desestabilizadora que produce sobre la zapata. Por otro lado, las fuerzas estabilizantes las conforman el peso total por el ángulo de rozamiento interno del suelo. Del Anejo N° 5 "Estudio geotécnico" se recuerda que se trabaja con un valor de:

$$\varphi = 35^\circ$$

Por tanto, los momentos estabilizadores serán:

$$F_{est} = P_{total} \cdot \tan 35 = \mathbf{24.504 \text{ kg}}$$

El momento desestabilizador, mayorado desde el lado de la seguridad, provocado por el cortante será:

$$F_{des} = V \cdot 2 = \mathbf{419 \text{ kg} \cdot 2 = 838 \text{ kg}}$$

Se comprueba que:

$$F_{des} < F_{est}$$

Por lo que el cálculo es **satisfactorio**.

Comprobación de resistencia del suelo.

En este apartado se calcula si la zapata tiene las dimensiones correctas como para transmitir unas tensiones al suelo que este sea capaz de soportar. Estas pueden quedar distribuidas sobre el terreno de 3 formas distintas.

- Caso 1: es en el caso en el que la excentricidad toma valores menores a $a/6$, la distribución de cargas que se obtiene tiene una forma trapezoidal.

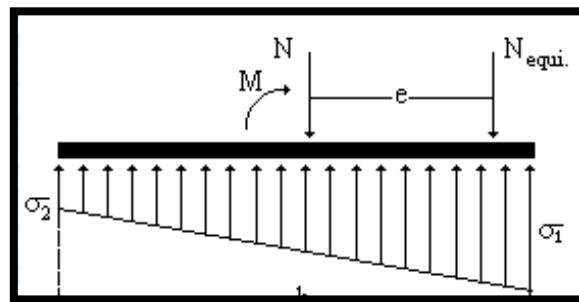


Ilustración 3: Distribución de cargas trapezoidal.

En este caso, para determinar que es apto el cálculo se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\frac{3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}{4} < \sigma_{adm}$$

- Caso 2: este es el caso en el que la excentricidad se mueve entre los valores de $a/3$ y $a/6$ dando lugar a una distribución de cargas como en la figura.

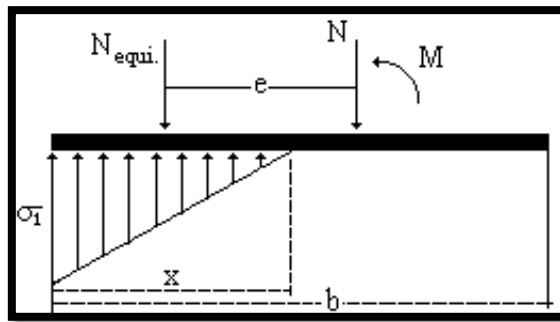


Ilustración 4: Distribución de cargas triangular.

Aquí deberá cumplirse la siguiente expresión:

$$\sigma_1 < \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

- Caso 3: Cuando la excentricidad supera el valor $1/3 \cdot b$ se considera que la zapata está mal predimensionada, y que deben modificarse las condiciones geométricas por falta de seguridad al vuelco, ya que γ_s es menor de 1,5.

En el caso particular de estas zapatas, donde la excentricidad adopta un valor de 0,15 m, se encontrarían en el caso 1 ya que:

$$e < \frac{a}{6} \rightarrow 0,036 \text{ m} < 0,367 \text{ m} \text{ CASO 1}$$

Por tanto, la distribución de cargas adopta una forma trapezoidal. Para comprobar que estas dimensiones de la zapata son aptas para esta distribución de cargas se debe cumplir la siguiente ecuación:

El momento $M + V \cdot H$ provoca tensiones inferiores a $N + P_{total}$ dejando toda la base de la zapata comprimida. Se debe verificar que:

$$\lambda < \frac{1}{6} \rightarrow 0,016 < \frac{1}{6} \text{ Correcto}$$

Se obtiene, para verificar los cálculos una tensión media de la zapata sobre el suelo del siguiente modo:

$$\sigma_{med} = \frac{N + P_{total}}{a \cdot b} = \frac{35.005}{2,2 \cdot 2,2} = 7.233 \text{ kg/m}^2$$

Siendo así, la tensión máxima σ_1 se calcula del siguiente modo para distribuciones trapezoidales de cargas:

$$\sigma_1 = \sigma_{med} \cdot (1 + 6 \cdot \lambda) = 7.233 \cdot (1 + 6 \cdot 0,016) = 7928 \text{ kg/m}^2$$

Recordando que la tensión máxima admisible del suelo es 25.000 kg/m² se debe verificar lo siguiente para que sea válido el cálculo:

$$\sigma_1 < 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

$$7.928 < 1,25 \cdot 25.000 \quad \text{Correcto.}$$

Por tanto, las dimensiones de la zapata son correcta.

5.5.5. Armadura para la zapata.

En este apartado se procede al cálculo de la armadura necesaria a colocar en la zapata. En ella, igualmente que en el muro se va a dejar un recubrimiento de **0,05 m** y para su cálculo se van a tomar barras de acero **B-400-S**.

Se calculan en primer lugar los esfuerzos a soportar por las barras de acero provocados por las distintas cargas que sobre la zapata actúan:

Se emplea la teoría general de la flexión. La armadura se dimensiona para el momento que ha de soportar como elemento voladizo, considerando el empotramiento situado un 15 % de la dimensión del pilar, retranqueando hacia su interior.

La resultante de las tensiones a partir de la sección de referencia, viene dada por las siguientes expresiones:

$$I_d = v + 0,15 \cdot a_0 = 0,84 \text{ m}$$

El momento provocado quedará como:

$$M_d = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} \cdot b \cdot I_d^2}{2} = 6.117 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este momento se mayor por un factor de 1,5.

$$M_d = 1,5 \cdot 6.117 \text{ kg} \cdot \text{m} = 9.175 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este será el momento que ha de soportar la armadura inferior de la zapata.

Recordando que el recubrimiento es:

$$d = 0,65 \text{ m}$$

Se obtiene el valor V_0 que servirá para calcular el área de armadura necesaria:

Siendo este:

$$V_0 = \frac{0,85 \cdot b \cdot d \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 2,2 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m} \cdot 3000000 \text{ kg/m}^2}{1,5} = 243.100 \text{ kg}$$

Ahora se calcula U_s :

$$U_s = V_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{V_0 \cdot d}} \right) = 14.551 \text{ kg}$$

Se va a comprobar la armadura por dos métodos cogiendo el valor más alto de barras de los dos casos que se plantean.

1. Se comienza probando con barras de 12 mm de diámetro:

$$U_s(12 \text{ mm}) = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} \cdot \frac{40.000.000}{1,15} = 3.934 \text{ kg/barra}$$

Por tanto, el número de barras a colocar sería de:

$$N = \frac{20.732 \text{ kg}}{3.934 \text{ kg/barra}} = 3,7 = 4 \text{ barras}$$

2. Cuantías geométricas mínimas

Aquí se comprueba el área de acero mínima a colocar dadas las características de la zapata. Su determinación es mediante la siguiente ecuación.

$$A_{min} = \frac{0,9}{1000} \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} = 0,000139 \text{ m}^2$$

Cada barra de 12 mm tiene un área de:

$$A_{12} = 0,00011 \text{ m}^2/\text{barra}$$

Por tanto, las barras a colocar serían:

$$N = \frac{0,00139 \text{ m}^2}{\frac{0,00011 \text{ m}^2}{\text{barra}}} = 12,25 = 13 \text{ barras}$$

Por tanto, se colocarán 13 barras de \varnothing 12 mm con una separación de 17,5 cm dejando un recubrimiento de 0,05 m.

6. Cálculo del forjado.

Se trata de un elemento constructivo de tipo plano formado por un conjunto de elementos resistentes característicos, dispuestos de tal forma que permiten transmitir las cargas verticales gravitantes, y las horizontales, a la estructura portante.

Las funciones del mismo en la edificación serán:

- Resistir esfuerzos debidos a las cargas normales a su plano medio.
- Resistir esfuerzos engendrados por cargas contenidas dentro de su plano.
- Colaborar en el comportamiento resistente de las vigas principales de la estructura como parte integrante de la misma.
- Colaborar en la deformación de la estructura arriostrando los distintos pórticos de la estructura, enlazándolos entre si.

6.1. Normativa aplicable.

En la actualidad, el contenido relativo a los forjados unidireccionales pertenece al articulado de la Instrucción Estructural:

- EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural".

Los forjados unidireccionales se abordan en distintos puntos del articulado y sus anexos.

6.2. Tipología de forjado.

En el Anejo Nº 12 de la EHE-08, punto tercero, se recogen los tipos más comunes de forjados: de viguetas pretensadas y de placas alveolares.

En este caso, para el edificio, se decide colocar un forjado de viguetas pretensadas. El mismo está formado por los siguientes elementos:

- Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado.
- Piezas de entrevigado cuya función puede ser el aligeramiento o también colaborante con la resistencia (Art.36 EHE-08).
- Armaduras de obra, longitudinales, transversales y de reparto, colocadas previamente al hormigonado.
- Hormigón vertido en obra para relleno de nervios y formación de la losa superior del forjado.

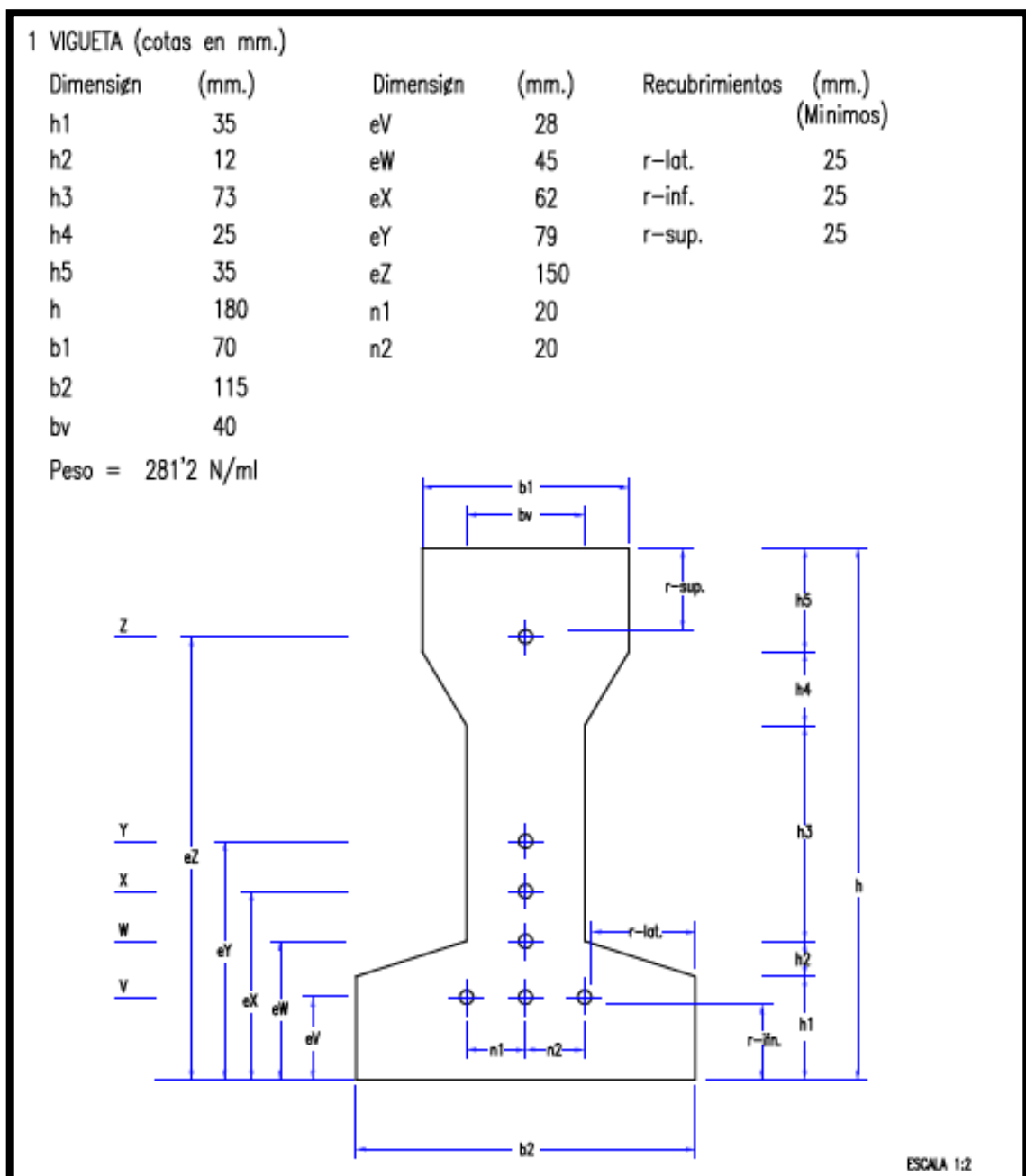
En este caso, se propone un forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 18 cm, interejes 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.

6.3. Características técnicas del forjado

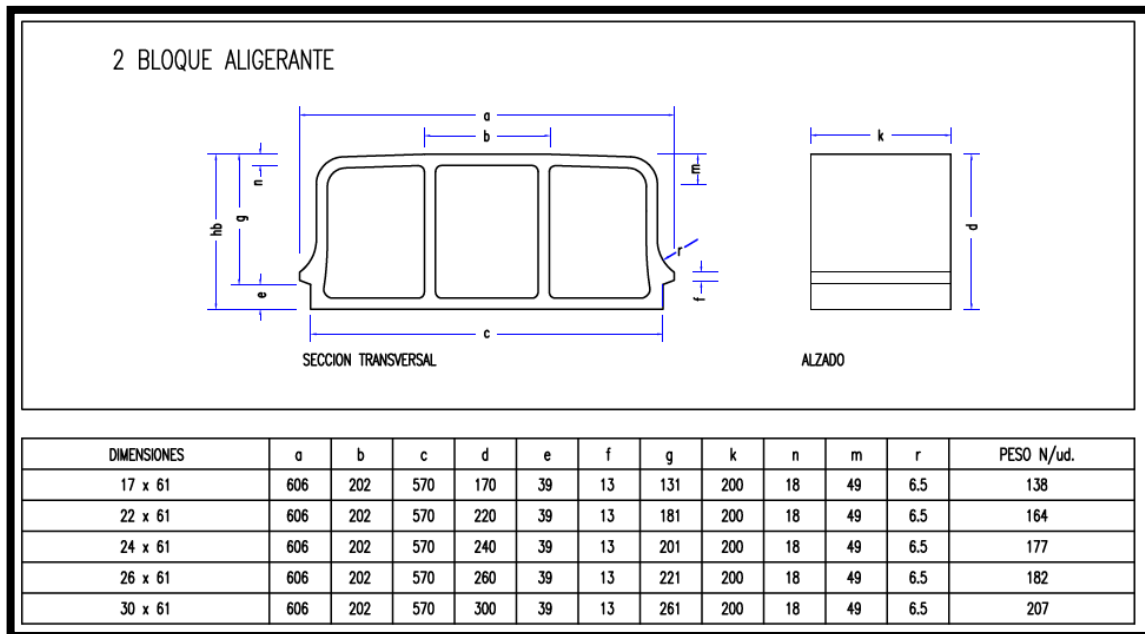
Las características técnicas del mismo son las siguientes:

- Viguetas pretensadas de 18 cm de canto

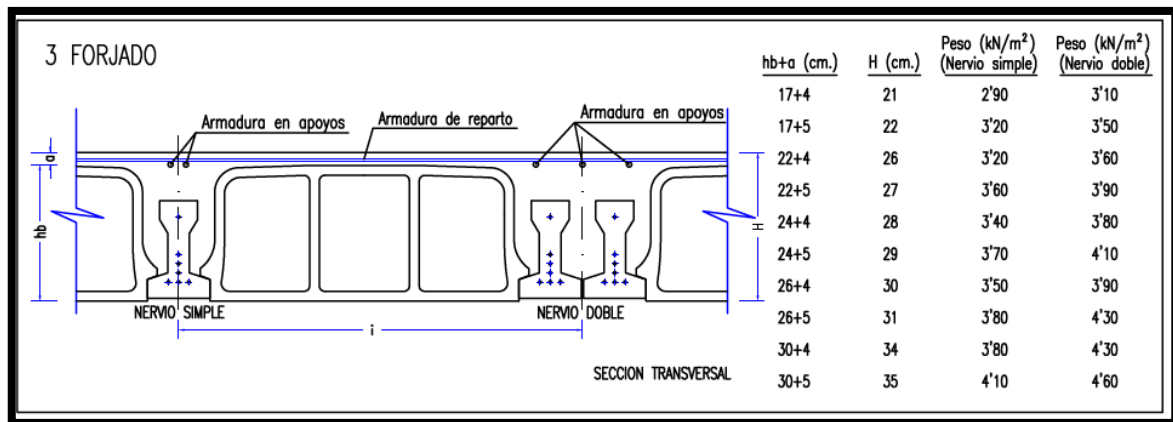
Su ficha técnica es la siguiente:



- Bloque aligerante de 22 cm



- Forjado 22+4 cm con capa de compresión incluida.



- Materiales del forjado:

4 MATERIALES

HORMIGON DE VIGUETA	HP-45/S/10/IIIa	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
HORMIGON VERTIDO EN OBRA:			
Con capa de compresión 4cm. . .	HA-25/B/15/1	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
Con capa de compresión 5cm. . .	HA-25/B/20/1	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
ACERO A PRETENSAR	Y 1860 C4 Y 1860 C5 Y 1770 C6	Limite el stico $f_{pk} = 1560 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5% Limite el stico $f_{pk} = 1560 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5% Limite el stico $f_{pk} = 1500 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5%	Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$ Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$ Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$
ACERO ARMADURA SUPERIOR	B-500S	Limite el stico $f_{tk} = 500 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 12%	Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$

- Armado de la vigueta:

Se selecciona el tipo de vigueta T3

TIPO DE VIGUETA		T1	T2	T3	T4	T5
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	Z	1φ4	1φ4	1φ5	1φ5	1φ5
	Y	-	-	-	-	-
	X	-	-	-	-	1φ4
	W	-	1φ4	1φ4	1φ5	1φ4
	V	2φ5	2φ5	1φ4 + 2φ5	3φ5	3φ6
TENSIÓN INICIAL(TODOS NIVELES) (Kn/mm ²)	ALAMBRES	1327,5	1327,5	1327,5	1327,5	1327,5
PÉRDIDAS TOTALES A PLAZO INFINITO(%)	c.d.g.	17,78	19,13	21,13	23,09	27,86

- Características mecánicas de la vigueta aislada:

6. CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LA VIGUETA AISLADA								
TIPO DE VIGUETA	Módulo resistente Winf (cm ³)	Rigidez bruta E.Ib (m ² .kN)	P.e (N.m)	Tensión inicial debida al pretensado (N/mm ²)		Ejecución		
				σp,inf	σp,sup	M ₂ (m.kN)	M ₁ (m.kN)	V _u (kN)
1	511,999	1499,318	-1210,15	8,39	8,39			11
2	511,999	1499,318	-1632,06	10,76	10,76			12
3	511,999	1499,318	-1728,43	13,06	13,06			14
4	511,999	1499,318	-2275,98	15,92	15,92			15
5	511,999	1499,318	-3291,22	21,71	21,71			18

- Características forjado completo 22+4:

TIPO DE FORJADO	CANTO TOTAL (CM)	TIPO	FLEXION POSITIVA (por m.l.) (1)								
			MOMENTO ULTIMO (m.KN/m)	β^{***}	(4) Módulo resistente del forjado W_{inf} (cm ³ /m)	RIGIDEZ TOTAL (m ² .N/m)	RIGIDEZ FISURADA (m ² .N/m)	M límite de servicio según clase de exposición (m.KN/m) (3)			CORTANTE ULTIMO (kN/m) (2)
								Mo	Mo'	M _{0,2}	
(22*4)X70 SIMPLE VIGUETA	26 cm	1	23,74	6,05	1986	13151	492	12,05	14,80	18,22	20,60
		2	28,62	6,05	1995	13200	589	15,04	18,08	22,59	23,53
		3	35,15	6,05	2007	13263	673	18,78	23,02	27,85	27,18
		4	40,55	6,05	2019	13326	755	22,08	26,30	32,44	30,09
		5	50,58	6,05	2044	13463	871	28,56	32,58	40,77	35,39
(22*4)X82 DOBLE VIGUETA	26 cm	1	38,89	5,07	2989	18830	777	21,18	36,03	31,47	35,17
		2	47,31	5,07	3005	18903	925	26,45	44,04	38,62	40,18
		3	57,21	5,07	3025	18997	1016	33,08	56,10	47,32	46,40
		4	65,63	5,07	3045	19091	1132	38,91	64,14	54,83	51,38
		5	80,78	5,07	3088	19291	1254	50,39	79,57	68,44	60,42

6.4. Acciones.

Las acciones son las propias recogidas en el CTE-DB-SE-AE. La instrucción hace referencia a ellas en los artículos 11 y 12.

En cuanto a las hipótesis o combinaciones de carga, la ilustración siguiente establecer los coeficientes de ponderación, que, aunque los aborde de forma independiente, no son otros que los establecidos en CTE-DB-SE:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Ilustración 5: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los ELU.

Por otra parte, el cálculo de un forjado como elemento constructivo, se plantea como en otros muchos casos, por ensayo y error e iterando al realizar las comprobaciones.

Se han elaborado las siguientes tablas sobre las cargas que debe resistir el forjado que se va a construir.

- **Cargas permanentes (G).**

Tabla 23: Cargas permanentes (G).

Denominación	Peso
Forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 20 cm, interejos 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m ² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.	4 kN/m ²
Impermeabilizante, aislamiento térmico, formación de pendientes y doble tablero de rasilla.	1,5 kN/m ²
Falso techo de escayola incluso instalaciones	0,2 kN/m ²
TOTAL PERMANENTE (G)	5,7kN/m²

- **Sobrecarga de uso (S).**

Tabla 24: Sobrecarga de uso (S).

Denominación	Peso
Cubierta transitable accesible solo privadamente (F)	1 kN/m ²

- **Sobrecarga de nieve (N)**

Tabla 25: Sobrecarga por nieve (N).

Denominación	Peso
Para cubiertas planas de un edificio de pisos (h < 200 m)	0,2 kN/m ²

Lo que supone una carga característica total de:

$$q = 6,9 \frac{kN}{m^2} = 690 \frac{kg}{m^2}$$

6.5. Estados Límites de Servicio.

Como cualquier elemento de hormigón armado, resulta necesario realizar las comprobaciones a deformaciones límite. Sin embargo, no es necesario realizar la comprobación a flecha si se verifican una serie de condiciones que se exponen en los puntos siguientes. Además, la comprobación permite obtener el canto mínimo de un forjado para que resulte exenta la comprobación a flecha, por lo que resulta útil en los primeros pasos de un predimensionado. Este aspecto viene recogido en el artículo 50.2.2.1 de EHE-08 que dice lo siguiente:

En el caso particular de forjados de viguetas con luces inferiores a 7 metros (caso de este proyecto) y sobrecargas de uso (S) no mayores a 4 kN/m² (de aplicación en este

proyecto), no es necesario realizar las comprobaciones a flecha de acuerdo con el artículo 50.1, si el canto total del forjado h es mayor que el mínimo que viene dado por la siguiente expresión:

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

- δ_1 : factor que depende de la carga total y que toma el valor $\sqrt{q/7}$, siendo q la carga total característica (sin mayorar) en kN/m².
- δ_2 : factor que depende de la longitud y toma el valor $\sqrt[4]{L/6}$, siendo L la luz de cálculo del forjado en metros.
- C : Valor adimensional que depende de la forma del vano, su posición, y de los elementos sustentables por el forjado y del tipo de forjado y se toma de la tabla 50.2.2.1.b (EHE-08). Para el caso de viguetas pretensadas en cubiertas, el coeficiente C adopta un valor de 29.

En los siguientes puntos se va a desarrollar el cálculo del forjado del depósito con losas alveolares.

6.6. Descripción de los elementos.

El edificio al que se le pretende colocar el forjado tiene las siguientes dimensiones:

- Separación entre pilares del mismo pórtico: 4 m
- Separación entre pórticos:
- Altura del edificio:
- Apoyará sobre vigas 30x45 de HA-30

Como se observa la distancia entre pilares es 4 m en las dos direcciones principales, por ello, toca decidir en qué dirección irá el forjado. Como regla práctica, suele salir más económico plantear los forjados siendo los pórticos principales resistentes los perpendiculares a esta. De esta forma el edificio queda más arriostrado, y las viguetas se plantean como vigas continuas en todos los vanos del pórtico.

6.7. Cálculos.

A continuación, se exponen todos los cálculos pertinentes a realizar para el forjado de viguetas unidireccional.

6.7.1. Canto mínimo del forjado.

A continuación, se calcula cual debería ser el canto mínimo de este forjado a partir de sus características geométricas y la carga q que debe soportar.

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

$$\delta_1 = \sqrt{q/7} = \sqrt{6,9 \text{ kN/m}^2 / 7} = 0,992$$

$$\delta_2 = \sqrt[4]{L/6} = \sqrt[4]{4 \text{ m} / 6} = 0,904$$

$$C = 29$$

Por tanto, h_{min} queda:

$$h_{min} = 0,992 \cdot 0,904 \cdot \frac{4,0 \text{ m}}{29}$$

$$h_{min} = 0,13 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \text{ Correcto}$$

De momento, el cálculo con esta placa de 20 cm de canto es correcto, queda por comprobar si resistirá el momento máximo que se produzca.

6.7.2. Simplificación estructural.

Una vigueta, como elemento resistente lineal, puede asimilarse a efectos de cálculo como una viga continua de n vanos. Para representar las distintas posibilidades que afectan al cálculo, la norma adopta la siguiente simplificación estructural.

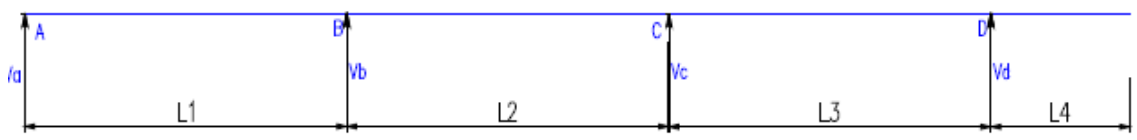


Ilustración 6: Esquema estructural de referencia.

Como se observa, está compuesto por una viga continua de tres vanos con unos extremos en voladizo, que puede estar o no.

A continuación, hay que estudiar los casos de carga uniforme repartida y alternancia entre cargas. Supuestamente hecho, EHE-08, en el Anejo 12, apartado 4, establece:

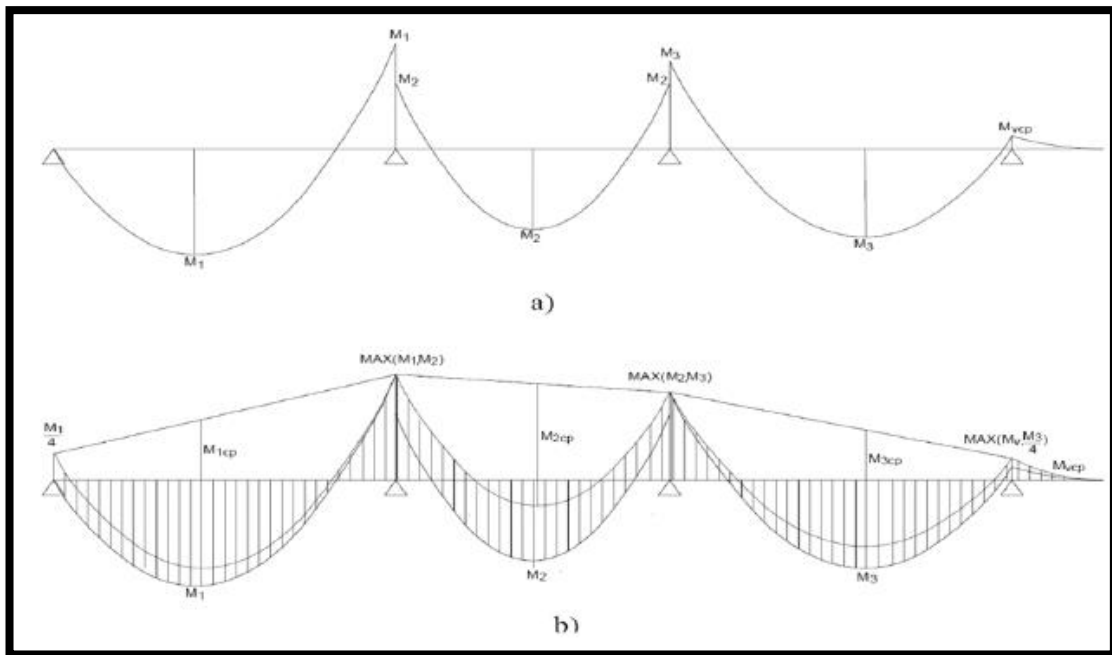


Ilustración 7: Gráfica básica y envolvente de momentos flectores.

Donde, los valores de los momentos M_1 , M_2 y M_3 para cargas uniformemente repartidas son:

$$M_1 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot P_1 \cdot l_1^2$$

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot l_2^2}{16}$$

$$M_3 = \left(1,5 + \frac{M_v}{P_3 \cdot l_3^2} - \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_v}{P_3 \cdot l_3^2}} \right) \cdot P_3 \cdot l_3^2$$

6.7.3. Cargas lineales.

Para un ancho de entrevigado (distancia intereje) de 0,70 m se toma:

- Carga líneas característica (q):

$$q = 690 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,7 \text{ m} = 483 \text{ kg/ml}$$

- Carga lineal ponderada (q^*)

$$q^* = (570 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,35 + 100 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,5 + 20 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,75) \cdot 0,7 \text{ m} = 654,2 \text{ kg/ml}$$

6.7.4. Momentos de cálculo.

A partir del procedimiento simplificado se obtiene:

Se tienen, en primer lugar, las siguientes consideraciones respecto al modelo estructural de referencia:

- No existe ningún tramo en voladizo.
- Los momentos de cálculo a considerar será únicamente M_1 y M_2 para vanos y extremos respectivamente.
- Las cargas P_1 y P_2 son idénticas para ambos vanos.
- Las luces l_1 y l_2 son iguales.

Por tanto, el cálculo será el siguiente:

- Momento isostático:

$$M_0 = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2}{8} = 1.309 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento máximo positivo vano extremo; momento máximo negativo apoyo interno vano externo:

$$M_1 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot P_1 \cdot l_1^2 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot 654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2 = 898 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento máximo positivo vano interno; momento máximo negativo en apoyo vano interno, excepto común a vano externo que es el anterior.

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot l_2^2}{16} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2}{16} = 654,2 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento negativo en apoyo externo vano externo:

$$\frac{M_1}{4} = \frac{898 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4} = 225 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

6.7.5. Comprobaciones.

- Comprobación del momento último.

El momento último (M_0) que puede llegar a resistir el forjado, según sus características técnicas:

$$M_0 = 3.584,3 \text{ kg} \cdot \text{m} > 1.309 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad \text{Correcto}$$

- Comprobación del cortante.

El cortante máximo que se obtiene para este forjado se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$V_d = \frac{q^* \cdot l}{2} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4\text{m}}{2} = 1.308,4 \text{ kg}$$

Las características técnicas del forjado indican que el cortante máximo que puede soportar es:

$$V_u = 11 \text{ kN} = 1428 \text{ kg} > V_d \quad \text{Correcto}$$

6.7.6. Resumen forjado.

Finalmente, se coloca un forjado de las siguientes características:

Tabla 26: Resumen forjado.

Característica	Valor
Tipo	Viguetas unidireccional HP-45/S/10/IIIa
Subtipo	22+4
Viguetas	18 cm tipo T3 interejos 0,7 m
Bovedillas	22 cm x 61cm
Capa compresión	4 cm HA-25/B/15/I
Mallazo	Φ5 15x15

7. Resultados SAP2000.

Con el fin de entender la numeración que se da en la lista de resultados sobre las barras (*frames*) se adjunta el siguiente esquema:

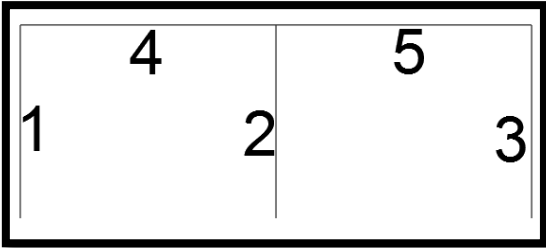


Ilustración 8: Esquema denominación de barras en edificio.

8. Resultados cálculo con SAP2000.

Table: Base Reactions, Part 1 of 2

Table: Base Reactions, Part 1 of 2												
Output Case	CaseType	StepType	GlobalF X KN	GlobalF Y KN	GlobalF Z KN	GlobalM X KN-m	GlobalM Y KN-m	GlobalM Z KN-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCentroidFX m
G	LinStatic		-1,776E-15	0,000	228,736	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	3,720E+16
S	LinStatic		-4,441E-16	0,000	32,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	2,280E+16
N	LinStatic		-5,551E-17	0,000	6,400	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	3,647E+16
V1	LinStatic		-11,650	0,000	0,000	0,0000	-34,9500	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,02232
COMB1	Combination		-3,106E-15	0,000	361,594	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB2	Combination		-10,485	0,000	361,594	0,0000	-31,4550	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB3	Combination		10,485	0,000	361,594	0,0000	31,4550	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB4	Combination		-17,475	0,000	347,194	0,0000	-52,4250	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17
COMB5	Combination		17,475	0,000	347,194	0,0000	52,4250	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17
COMB6	Combination	Max	17,475	0,000	361,594	0,0000	52,4250	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB6	Combination	Min	-17,475	0,000	347,194	0,0000	-52,4250	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17

Table: Base Reactions, Part 2 of 2

Table: Base Reactions, Part 2 of 2

Output Case	StepType	YCentro idFX m	ZCentro idFX m	XCentro idFY m	YCentro idFY m	ZCentro idFY m	XCentroi dFZ m	YCentroi dFZ m	ZCentroi dFZ m
G		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
S		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
N		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
V1		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	15,45357	0,00000	0,00000
COMB1		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
COMB2		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	13,90821	0,00000	0,00000
COMB3		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-13,90821	0,00000	0,00000
COMB4		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	23,18035	0,00000	0,00000
COMB5		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-23,18035	0,00000	0,00000
COMB6	Max	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	23,18035	0,00000	0,00000
COMB6	Min	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-23,18035	0,00000	0,00000

Table: Element Forces - Frames

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
1	0,00000	G	LinStatic		-52,176	-8,260	0,000	0,0000	0,0000	-8,1093	1-1	0,00000
1	3,00000	G	LinStatic		-45,556	-8,260	0,000	0,0000	0,0000	16,6707	1-1	3,00000
1	0,00000	S	LinStatic		-6,979	-1,265	0,000	0,0000	0,0000	-1,2423	1-1	0,00000
1	3,00000	S	LinStatic		-6,979	-1,265	0,000	0,0000	0,0000	2,5539	1-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
1	0,00000	N	LinStatic		-1,396	-0,253	0,000	0,0000	0,0000	-0,2485	1-1	0,00000
1	3,00000	N	LinStatic		-1,396	-0,253	0,000	0,0000	0,0000	0,5108	1-1	3,00000
1	0,00000	V1	LinStatic		1,946	3,576	0,000	0,0000	0,0000	6,2250	1-1	0,00000
1	3,00000	V1	LinStatic		1,946	3,576	0,000	0,0000	0,0000	-4,5035	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB1	Combination		-81,953	-13,239	0,000	0,0000	0,0000	-12,9974	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB1	Combination		-73,017	-13,239	0,000	0,0000	0,0000	26,7194	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB2	Combination		-80,201	-10,020	0,000	0,0000	0,0000	-7,3949	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB2	Combination		-71,265	-10,020	0,000	0,0000	0,0000	22,6663	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB3	Combination		-83,705	-16,457	0,000	0,0000	0,0000	-18,5999	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB3	Combination		-74,768	-16,457	0,000	0,0000	0,0000	30,7725	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB4	Combination		-75,893	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	-3,1008	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB4	Combination		-66,956	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	18,8149	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB5	Combination		-81,732	-18,034	0,000	0,0000	0,0000	-21,7759	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB5	Combination		-72,796	-18,034	0,000	0,0000	0,0000	32,3254	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB6	Combination	Max	-75,893	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	-3,1008	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB6	Combination	Max	-66,956	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	32,3254	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB6	Combination	Min	-83,705	-18,034	0,000	0,0000	0,0000	-21,7759	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB6	Combination	Min	-74,768	-18,034	0,000	0,0000	0,0000	18,8149	1-1	3,00000
2	0,00000	G	LinStatic		-	7,925E-16	0,000	0,0000	0,0000	-8,644E-15	2-1	0,00000
2	3,00000	G	LinStatic		-	7,925E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,102E-14	2-1	3,00000
2	0,00000	S	LinStatic		-18,042	-8,004E-17	0,000	0,0000	0,0000	-3,198E-16	2-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
2	3,00000	S	LinStatic		-18,042	-8,004E-17	0,000	0,0000	0,0000	-7,973E-17	2-1	3,00000
2	0,00000	N	LinStatic		-3,608	3,047E-17	0,000	0,0000	0,0000	-1,472E-16	2-1	0,00000
2	3,00000	N	LinStatic		-3,608	3,047E-17	0,000	0,0000	0,0000	-2,387E-16	2-1	3,00000
2	0,00000	V1	LinStatic		-0,030	4,563	0,000	0,0000	0,0000	7,1620	2-1	0,00000
2	3,00000	V1	LinStatic		-0,030	4,563	0,000	0,0000	0,0000	-6,5260	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB1	Combination		-197,688	9,727E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,226E-14	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB1	Combination		-188,752	9,727E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,518E-14	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB2	Combination		-197,715	4,106	0,000	0,0000	0,0000	6,4458	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB2	Combination		-188,779	4,106	0,000	0,0000	0,0000	-5,8734	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB3	Combination		-197,662	-4,106	0,000	0,0000	0,0000	-6,4458	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB3	Combination		-188,726	-4,106	0,000	0,0000	0,0000	5,8734	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB4	Combination		-189,614	6,844	0,000	0,0000	0,0000	10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB4	Combination		-180,678	6,844	0,000	0,0000	0,0000	-9,7890	2-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
2	0,00000	COMB5	Combination		-189,525	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB5	Combination		-180,589	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	9,7890	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB6	Combination	Max	-189,525	6,844	0,000	0,0000	0,0000	10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB6	Combination	Max	-180,589	6,844	0,000	0,0000	0,0000	9,7890	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB6	Combination	Min	-197,715	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB6	Combination	Min	-188,779	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-9,7890	2-1	3,00000
3	0,00000	G	LinStatic		-52,176	8,260	0,000	0,0000	0,0000	8,1093	3-1	0,00000
3	3,00000	G	LinStatic		-45,556	8,260	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	3-1	3,00000
3	0,00000	S	LinStatic		-6,979	1,265	0,000	0,0000	0,0000	1,2423	3-1	0,00000
3	3,00000	S	LinStatic		-6,979	1,265	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	3-1	3,00000
3	0,00000	N	LinStatic		-1,396	0,253	0,000	0,0000	0,0000	0,2485	3-1	0,00000
3	3,00000	N	LinStatic		-1,396	0,253	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	3-1	3,00000
3	0,00000	V1	LinStatic		-1,917	3,511	0,000	0,0000	0,0000	6,1094	3-1	0,00000
3	3,00000	V1	LinStatic		-1,917	3,511	0,000	0,0000	0,0000	-4,4241	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB1	Combination		-81,953	13,239	0,000	0,0000	0,0000	12,9974	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB1	Combination		-73,017	13,239	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB2	Combination		-83,678	16,399	0,000	0,0000	0,0000	18,4959	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB2	Combination		-74,742	16,399	0,000	0,0000	0,0000	-30,7011	3-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
3	0,00000	COMB3	Combination		-80,228	10,079	0,000	0,0000	0,0000	7,4989	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB3	Combination		-71,291	10,079	0,000	0,0000	0,0000	-22,7377	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB4	Combination		-81,688	17,936	0,000	0,0000	0,0000	21,6025	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB4	Combination		-72,751	17,936	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB5	Combination		-75,937	7,403	0,000	0,0000	0,0000	3,2742	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB5	Combination		-67,001	7,403	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB6	Combination	Max	-75,937	17,936	0,000	0,0000	0,0000	21,6025	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB6	Combination	Max	-67,001	17,936	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB6	Combination	Min	-83,678	7,403	0,000	0,0000	0,0000	3,2742	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB6	Combination	Min	-74,742	7,403	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	3-1	3,00000
4	0,00000	G	LinStatic		-8,260	-45,556	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	4-1	0,00000
4	0,25000	G	LinStatic		-8,260	-39,029	0,000	0,0000	0,0000	-6,0975	4-1	0,25000
4	0,50000	G	LinStatic		-8,260	-32,501	0,000	0,0000	0,0000	2,8437	4-1	0,50000
4	0,75000	G	LinStatic		-8,260	-25,974	0,000	0,0000	0,0000	10,1531	4-1	0,75000
4	1,00000	G	LinStatic		-8,260	-19,446	0,000	0,0000	0,0000	15,8307	4-1	1,00000
4	1,25000	G	LinStatic		-8,260	-12,919	0,000	0,0000	0,0000	19,8764	4-1	1,25000
4	1,50000	G	LinStatic		-8,260	-6,392	0,000	0,0000	0,0000	22,2902	4-1	1,50000
4	1,75000	G	LinStatic		-8,260	0,136	0,000	0,0000	0,0000	23,0722	4-1	1,75000
4	2,00000	G	LinStatic		-8,260	6,663	0,000	0,0000	0,0000	22,2223	4-1	2,00000
4	2,25000	G	LinStatic		-8,260	13,191	0,000	0,0000	0,0000	19,7405	4-1	2,25000
4	2,50000	G	LinStatic		-8,260	19,718	0,000	0,0000	0,0000	15,6269	4-1	2,50000
4	2,75000	G	LinStatic		-8,260	26,246	0,000	0,0000	0,0000	9,8815	4-1	2,75000
4	3,00000	G	LinStatic		-8,260	32,773	0,000	0,0000	0,0000	2,5041	4-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	3,25000	G	LinStatic		-8,260	39,300	0,000	0,0000	0,0000	-6,5051	4-1	3,25000
4	3,50000	G	LinStatic		-8,260	45,828	0,000	0,0000	0,0000	-17,1461	4-1	3,50000
4	3,75000	G	LinStatic		-8,260	52,355	0,000	0,0000	0,0000	-29,4190	4-1	3,75000
4	4,00000	G	LinStatic		-8,260	58,883	0,000	0,0000	0,0000	-43,3238	4-1	4,00000
4	0,00000	S	LinStatic		-1,265	-6,979	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	4-1	0,00000
4	0,25000	S	LinStatic		-1,265	-5,979	0,000	0,0000	0,0000	-0,9341	4-1	0,25000
4	0,50000	S	LinStatic		-1,265	-4,979	0,000	0,0000	0,0000	0,4357	4-1	0,50000
4	0,75000	S	LinStatic		-1,265	-3,979	0,000	0,0000	0,0000	1,5555	4-1	0,75000
4	1,00000	S	LinStatic		-1,265	-2,979	0,000	0,0000	0,0000	2,4253	4-1	1,00000
4	1,25000	S	LinStatic		-1,265	-1,979	0,000	0,0000	0,0000	3,0450	4-1	1,25000
4	1,50000	S	LinStatic		-1,265	-0,979	0,000	0,0000	0,0000	3,4148	4-1	1,50000
4	1,75000	S	LinStatic		-1,265	0,021	0,000	0,0000	0,0000	3,5346	4-1	1,75000
4	2,00000	S	LinStatic		-1,265	1,021	0,000	0,0000	0,0000	3,4044	4-1	2,00000
4	2,25000	S	LinStatic		-1,265	2,021	0,000	0,0000	0,0000	3,0242	4-1	2,25000
4	2,50000	S	LinStatic		-1,265	3,021	0,000	0,0000	0,0000	2,3940	4-1	2,50000
4	2,75000	S	LinStatic		-1,265	4,021	0,000	0,0000	0,0000	1,5138	4-1	2,75000
4	3,00000	S	LinStatic		-1,265	5,021	0,000	0,0000	0,0000	0,3836	4-1	3,00000
4	3,25000	S	LinStatic		-1,265	6,021	0,000	0,0000	0,0000	-0,9966	4-1	3,25000
4	3,50000	S	LinStatic		-1,265	7,021	0,000	0,0000	0,0000	-2,6268	4-1	3,50000
4	3,75000	S	LinStatic		-1,265	8,021	0,000	0,0000	0,0000	-4,5070	4-1	3,75000
4	4,00000	S	LinStatic		-1,265	9,021	0,000	0,0000	0,0000	-6,6372	4-1	4,00000
4	0,00000	N	LinStatic		-0,253	-1,396	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	4-1	0,00000
4	0,25000	N	LinStatic		-0,253	-1,196	0,000	0,0000	0,0000	-0,1868	4-1	0,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	0,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,996	0,000	0,0000	0,0000	0,0871	4-1	0,50000
4	0,75000	N	LinStatic		-0,253	-0,796	0,000	0,0000	0,0000	0,3111	4-1	0,75000
4	1,00000	N	LinStatic		-0,253	-0,596	0,000	0,0000	0,0000	0,4851	4-1	1,00000
4	1,25000	N	LinStatic		-0,253	-0,396	0,000	0,0000	0,0000	0,6090	4-1	1,25000
4	1,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,196	0,000	0,0000	0,0000	0,6830	4-1	1,50000
4	1,75000	N	LinStatic		-0,253	4,162E-03	0,000	0,0000	0,0000	0,7069	4-1	1,75000
4	2,00000	N	LinStatic		-0,253	0,204	0,000	0,0000	0,0000	0,6809	4-1	2,00000
4	2,25000	N	LinStatic		-0,253	0,404	0,000	0,0000	0,0000	0,6048	4-1	2,25000
4	2,50000	N	LinStatic		-0,253	0,604	0,000	0,0000	0,0000	0,4788	4-1	2,50000
4	2,75000	N	LinStatic		-0,253	0,804	0,000	0,0000	0,0000	0,3028	4-1	2,75000
4	3,00000	N	LinStatic		-0,253	1,004	0,000	0,0000	0,0000	0,0767	4-1	3,00000
4	3,25000	N	LinStatic		-0,253	1,204	0,000	0,0000	0,0000	-0,1993	4-1	3,25000
4	3,50000	N	LinStatic		-0,253	1,404	0,000	0,0000	0,0000	-0,5254	4-1	3,50000
4	3,75000	N	LinStatic		-0,253	1,604	0,000	0,0000	0,0000	-0,9014	4-1	3,75000
4	4,00000	N	LinStatic		-0,253	1,804	0,000	0,0000	0,0000	-1,3274	4-1	4,00000
4	0,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	4,5035	4-1	0,00000
4	0,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	4,0169	4-1	0,25000
4	0,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	3,5303	4-1	0,50000
4	0,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	3,0437	4-1	0,75000
4	1,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	2,5570	4-1	1,00000
4	1,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	2,0704	4-1	1,25000
4	1,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	1,5838	4-1	1,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	1,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	1,0972	4-1	1,75000
4	2,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	0,6106	4-1	2,00000
4	2,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	0,1240	4-1	2,25000
4	2,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-0,3626	4-1	2,50000
4	2,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-0,8493	4-1	2,75000
4	3,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-1,3359	4-1	3,00000
4	3,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-1,8225	4-1	3,25000
4	3,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-2,3091	4-1	3,50000
4	3,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-2,7957	4-1	3,75000
4	4,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-3,2823	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB1	Combination		-13,239	-73,017	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB1	Combination		-13,239	-62,555	0,000	0,0000	0,0000	-9,7730	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB1	Combination		-13,239	-52,092	0,000	0,0000	0,0000	4,5579	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB1	Combination		-13,239	-41,630	0,000	0,0000	0,0000	16,2732	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB1	Combination		-13,239	-31,168	0,000	0,0000	0,0000	25,3731	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB1	Combination		-13,239	-20,706	0,000	0,0000	0,0000	31,8574	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB1	Combination		-13,239	-10,244	0,000	0,0000	0,0000	35,7263	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB1	Combination		-13,239	0,218	0,000	0,0000	0,0000	36,9796	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB1	Combination		-13,239	10,680	0,000	0,0000	0,0000	35,6174	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB1	Combination		-13,239	21,142	0,000	0,0000	0,0000	31,6397	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB1	Combination		-13,239	31,604	0,000	0,0000	0,0000	25,0465	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB1	Combination		-13,239	42,066	0,000	0,0000	0,0000	15,8378	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB1	Combination		-13,239	52,528	0,000	0,0000	0,0000	4,0136	4-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	3,25000	COMB1	Combination		-13,239	62,990	0,000	0,0000	0,0000	-10,4262	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB1	Combination		-13,239	73,452	0,000	0,0000	0,0000	-27,4814	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB1	Combination		-13,239	83,914	0,000	0,0000	0,0000	-47,1521	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB1	Combination		-13,239	94,376	0,000	0,0000	0,0000	-69,4384	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB2	Combination		-20,505	-71,265	0,000	0,0000	0,0000	-22,6663	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB2	Combination		-20,505	-60,803	0,000	0,0000	0,0000	-6,1578	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB2	Combination		-20,505	-50,341	0,000	0,0000	0,0000	7,7351	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB2	Combination		-20,505	-39,879	0,000	0,0000	0,0000	19,0125	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB2	Combination		-20,505	-29,417	0,000	0,0000	0,0000	27,6744	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB2	Combination		-20,505	-18,955	0,000	0,0000	0,0000	33,7208	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB2	Combination		-20,505	-8,493	0,000	0,0000	0,0000	37,1517	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB2	Combination		-20,505	1,970	0,000	0,0000	0,0000	37,9671	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB2	Combination		-20,505	12,432	0,000	0,0000	0,0000	36,1669	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB2	Combination		-20,505	22,894	0,000	0,0000	0,0000	31,7513	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB2	Combination		-20,505	33,356	0,000	0,0000	0,0000	24,7201	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB2	Combination		-20,505	43,818	0,000	0,0000	0,0000	15,0735	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB2	Combination		-20,505	54,280	0,000	0,0000	0,0000	2,8113	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB2	Combination		-20,505	64,742	0,000	0,0000	0,0000	-12,0664	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB2	Combination		-20,505	75,204	0,000	0,0000	0,0000	-29,5596	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB2	Combination		-20,505	85,666	0,000	0,0000	0,0000	-49,6683	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB2	Combination		-20,505	96,128	0,000	0,0000	0,0000	-72,3925	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB3	Combination		-5,972	-74,768	0,000	0,0000	0,0000	-30,7725	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB3	Combination		-5,972	-64,306	0,000	0,0000	0,0000	-13,3882	4-1	0,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	0,50000	COMB3	Combination		-5,972	-53,844	0,000	0,0000	0,0000	1,3806	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB3	Combination		-5,972	-43,382	0,000	0,0000	0,0000	13,5339	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB3	Combination		-5,972	-32,920	0,000	0,0000	0,0000	23,0717	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB3	Combination		-5,972	-22,458	0,000	0,0000	0,0000	29,9940	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB3	Combination		-5,972	-11,996	0,000	0,0000	0,0000	34,3008	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB3	Combination		-5,972	-1,534	0,000	0,0000	0,0000	35,9921	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB3	Combination		-5,972	8,928	0,000	0,0000	0,0000	35,0679	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB3	Combination		-5,972	19,390	0,000	0,0000	0,0000	31,5281	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB3	Combination		-5,972	29,852	0,000	0,0000	0,0000	25,3729	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB3	Combination		-5,972	40,314	0,000	0,0000	0,0000	16,6021	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB3	Combination		-5,972	50,776	0,000	0,0000	0,0000	5,2159	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB3	Combination		-5,972	61,238	0,000	0,0000	0,0000	-8,7859	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB3	Combination		-5,972	71,700	0,000	0,0000	0,0000	-25,4032	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB3	Combination		-5,972	82,162	0,000	0,0000	0,0000	-44,6360	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB3	Combination		-5,972	92,624	0,000	0,0000	0,0000	-66,4843	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB4	Combination		-24,780	-66,956	0,000	0,0000	0,0000	-18,8149	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB4	Combination		-24,780	-56,944	0,000	0,0000	0,0000	-3,3273	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB4	Combination		-24,780	-46,932	0,000	0,0000	0,0000	9,6572	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB4	Combination		-24,780	-36,920	0,000	0,0000	0,0000	20,1387	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB4	Combination		-24,780	-26,908	0,000	0,0000	0,0000	28,1173	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB4	Combination		-24,780	-16,896	0,000	0,0000	0,0000	33,5928	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB4	Combination		-24,780	-6,884	0,000	0,0000	0,0000	36,5653	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB4	Combination		-24,780	3,128	0,000	0,0000	0,0000	37,0348	4-1	1,75000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	2,00000	COMB4	Combination		-24,780	13,140	0,000	0,0000	0,0000	35,0013	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB4	Combination		-24,780	23,152	0,000	0,0000	0,0000	30,4648	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB4	Combination		-24,780	33,164	0,000	0,0000	0,0000	23,4252	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB4	Combination		-24,780	43,176	0,000	0,0000	0,0000	13,8827	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB4	Combination		-24,780	53,188	0,000	0,0000	0,0000	1,8371	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB4	Combination		-24,780	63,200	0,000	0,0000	0,0000	-12,7114	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB4	Combination		-24,780	73,212	0,000	0,0000	0,0000	-29,7630	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB4	Combination		-24,780	83,224	0,000	0,0000	0,0000	-49,3176	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB4	Combination		-24,780	93,236	0,000	0,0000	0,0000	-71,3752	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB5	Combination		-0,559	-72,796	0,000	0,0000	0,0000	-32,3254	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB5	Combination		-0,559	-62,784	0,000	0,0000	0,0000	-15,3780	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB5	Combination		-0,559	-52,772	0,000	0,0000	0,0000	-0,9336	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB5	Combination		-0,559	-42,759	0,000	0,0000	0,0000	11,0078	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB5	Combination		-0,559	-32,747	0,000	0,0000	0,0000	20,4461	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB5	Combination		-0,559	-22,735	0,000	0,0000	0,0000	27,3815	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB5	Combination		-0,559	-12,723	0,000	0,0000	0,0000	31,8139	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB5	Combination		-0,559	-2,711	0,000	0,0000	0,0000	33,7432	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB5	Combination		-0,559	7,301	0,000	0,0000	0,0000	33,1695	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB5	Combination		-0,559	17,313	0,000	0,0000	0,0000	30,0928	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB5	Combination		-0,559	27,325	0,000	0,0000	0,0000	24,5131	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB5	Combination		-0,559	37,337	0,000	0,0000	0,0000	16,4304	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB5	Combination		-0,559	47,349	0,000	0,0000	0,0000	5,8447	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB5	Combination		-0,559	57,361	0,000	0,0000	0,0000	-7,2440	4-1	3,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	3,50000	COMB5	Combination		-0,559	67,373	0,000	0,0000	0,0000	-22,8357	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB5	Combination		-0,559	77,385	0,000	0,0000	0,0000	-40,9304	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB5	Combination		-0,559	87,397	0,000	0,0000	0,0000	-61,5282	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-66,956	0,000	0,0000	0,0000	-18,8149	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-56,944	0,000	0,0000	0,0000	-3,3273	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-46,932	0,000	0,0000	0,0000	9,6572	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-36,920	0,000	0,0000	0,0000	20,1387	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-26,908	0,000	0,0000	0,0000	28,1173	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-16,896	0,000	0,0000	0,0000	33,7208	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-6,884	0,000	0,0000	0,0000	37,1517	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	3,128	0,000	0,0000	0,0000	37,9671	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	13,140	0,000	0,0000	0,0000	36,1669	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	23,152	0,000	0,0000	0,0000	31,7513	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	33,356	0,000	0,0000	0,0000	25,3729	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	43,818	0,000	0,0000	0,0000	16,6021	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	54,280	0,000	0,0000	0,0000	5,8447	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	64,742	0,000	0,0000	0,0000	-7,2440	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	75,204	0,000	0,0000	0,0000	-22,8357	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	85,666	0,000	0,0000	0,0000	-40,9304	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	96,128	0,000	0,0000	0,0000	-61,5282	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-74,768	0,000	0,0000	0,0000	-32,3254	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-64,306	0,000	0,0000	0,0000	-15,3780	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-53,844	0,000	0,0000	0,0000	-0,9336	4-1	0,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	0,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-43,382	0,000	0,0000	0,0000	11,0078	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-32,920	0,000	0,0000	0,0000	20,4461	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-22,735	0,000	0,0000	0,0000	27,3815	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-12,723	0,000	0,0000	0,0000	31,8139	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-2,711	0,000	0,0000	0,0000	33,7432	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	7,301	0,000	0,0000	0,0000	33,1695	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	17,313	0,000	0,0000	0,0000	30,0928	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	27,325	0,000	0,0000	0,0000	23,4252	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	37,337	0,000	0,0000	0,0000	13,8827	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	47,349	0,000	0,0000	0,0000	1,8371	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	57,361	0,000	0,0000	0,0000	-12,7114	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	67,373	0,000	0,0000	0,0000	-29,7630	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	77,385	0,000	0,0000	0,0000	-49,6683	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	87,397	0,000	0,0000	0,0000	-72,3925	4-1	4,00000
5	0,00000	G	LinStatic		-8,260	-58,883	0,000	0,0000	0,0000	-43,3238	5-1	0,00000
5	0,25000	G	LinStatic		-8,260	-52,355	0,000	0,0000	0,0000	-29,4190	5-1	0,25000
5	0,50000	G	LinStatic		-8,260	-45,828	0,000	0,0000	0,0000	-17,1461	5-1	0,50000
5	0,75000	G	LinStatic		-8,260	-39,300	0,000	0,0000	0,0000	-6,5051	5-1	0,75000
5	1,00000	G	LinStatic		-8,260	-32,773	0,000	0,0000	0,0000	2,5041	5-1	1,00000
5	1,25000	G	LinStatic		-8,260	-26,246	0,000	0,0000	0,0000	9,8815	5-1	1,25000
5	1,50000	G	LinStatic		-8,260	-19,718	0,000	0,0000	0,0000	15,6269	5-1	1,50000
5	1,75000	G	LinStatic		-8,260	-13,191	0,000	0,0000	0,0000	19,7405	5-1	1,75000
5	2,00000	G	LinStatic		-8,260	-6,663	0,000	0,0000	0,0000	22,2223	5-1	2,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	2,25000	G	LinStatic		-8,260	-0,136	0,000	0,0000	0,0000	23,0722	5-1	2,25000
5	2,50000	G	LinStatic		-8,260	6,392	0,000	0,0000	0,0000	22,2902	5-1	2,50000
5	2,75000	G	LinStatic		-8,260	12,919	0,000	0,0000	0,0000	19,8764	5-1	2,75000
5	3,00000	G	LinStatic		-8,260	19,446	0,000	0,0000	0,0000	15,8307	5-1	3,00000
5	3,25000	G	LinStatic		-8,260	25,974	0,000	0,0000	0,0000	10,1531	5-1	3,25000
5	3,50000	G	LinStatic		-8,260	32,501	0,000	0,0000	0,0000	2,8437	5-1	3,50000
5	3,75000	G	LinStatic		-8,260	39,029	0,000	0,0000	0,0000	-6,0975	5-1	3,75000
5	4,00000	G	LinStatic		-8,260	45,556	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	5-1	4,00000
5	0,00000	S	LinStatic		-1,265	-9,021	0,000	0,0000	0,0000	-6,6372	5-1	0,00000
5	0,25000	S	LinStatic		-1,265	-8,021	0,000	0,0000	0,0000	-4,5070	5-1	0,25000
5	0,50000	S	LinStatic		-1,265	-7,021	0,000	0,0000	0,0000	-2,6268	5-1	0,50000
5	0,75000	S	LinStatic		-1,265	-6,021	0,000	0,0000	0,0000	-0,9966	5-1	0,75000
5	1,00000	S	LinStatic		-1,265	-5,021	0,000	0,0000	0,0000	0,3836	5-1	1,00000
5	1,25000	S	LinStatic		-1,265	-4,021	0,000	0,0000	0,0000	1,5138	5-1	1,25000
5	1,50000	S	LinStatic		-1,265	-3,021	0,000	0,0000	0,0000	2,3940	5-1	1,50000
5	1,75000	S	LinStatic		-1,265	-2,021	0,000	0,0000	0,0000	3,0242	5-1	1,75000
5	2,00000	S	LinStatic		-1,265	-1,021	0,000	0,0000	0,0000	3,4044	5-1	2,00000
5	2,25000	S	LinStatic		-1,265	-0,021	0,000	0,0000	0,0000	3,5346	5-1	2,25000
5	2,50000	S	LinStatic		-1,265	0,979	0,000	0,0000	0,0000	3,4148	5-1	2,50000
5	2,75000	S	LinStatic		-1,265	1,979	0,000	0,0000	0,0000	3,0450	5-1	2,75000
5	3,00000	S	LinStatic		-1,265	2,979	0,000	0,0000	0,0000	2,4253	5-1	3,00000
5	3,25000	S	LinStatic		-1,265	3,979	0,000	0,0000	0,0000	1,5555	5-1	3,25000
5	3,50000	S	LinStatic		-1,265	4,979	0,000	0,0000	0,0000	0,4357	5-1	3,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	3,75000	S	LinStatic		-1,265	5,979	0,000	0,0000	0,0000	-0,9341	5-1	3,75000
5	4,00000	S	LinStatic		-1,265	6,979	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	5-1	4,00000
5	0,00000	N	LinStatic		-0,253	-1,804	0,000	0,0000	0,0000	-1,3274	5-1	0,00000
5	0,25000	N	LinStatic		-0,253	-1,604	0,000	0,0000	0,0000	-0,9014	5-1	0,25000
5	0,50000	N	LinStatic		-0,253	-1,404	0,000	0,0000	0,0000	-0,5254	5-1	0,50000
5	0,75000	N	LinStatic		-0,253	-1,204	0,000	0,0000	0,0000	-0,1993	5-1	0,75000
5	1,00000	N	LinStatic		-0,253	-1,004	0,000	0,0000	0,0000	0,0767	5-1	1,00000
5	1,25000	N	LinStatic		-0,253	-0,804	0,000	0,0000	0,0000	0,3028	5-1	1,25000
5	1,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,604	0,000	0,0000	0,0000	0,4788	5-1	1,50000
5	1,75000	N	LinStatic		-0,253	-0,404	0,000	0,0000	0,0000	0,6048	5-1	1,75000
5	2,00000	N	LinStatic		-0,253	-0,204	0,000	0,0000	0,0000	0,6809	5-1	2,00000
5	2,25000	N	LinStatic		-0,253	-4,162E-03	0,000	0,0000	0,0000	0,7069	5-1	2,25000
5	2,50000	N	LinStatic		-0,253	0,196	0,000	0,0000	0,0000	0,6830	5-1	2,50000
5	2,75000	N	LinStatic		-0,253	0,396	0,000	0,0000	0,0000	0,6090	5-1	2,75000
5	3,00000	N	LinStatic		-0,253	0,596	0,000	0,0000	0,0000	0,4851	5-1	3,00000
5	3,25000	N	LinStatic		-0,253	0,796	0,000	0,0000	0,0000	0,3111	5-1	3,25000
5	3,50000	N	LinStatic		-0,253	0,996	0,000	0,0000	0,0000	0,0871	5-1	3,50000
5	3,75000	N	LinStatic		-0,253	1,196	0,000	0,0000	0,0000	-0,1868	5-1	3,75000
5	4,00000	N	LinStatic		-0,253	1,396	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	5-1	4,00000
5	0,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	3,2436	5-1	0,00000
5	0,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	2,7644	5-1	0,25000
5	0,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	2,2852	5-1	0,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	0,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	1,8059	5-1	0,75000
5	1,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	1,3267	5-1	1,00000
5	1,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	0,8475	5-1	1,25000
5	1,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	0,3682	5-1	1,50000
5	1,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-0,1110	5-1	1,75000
5	2,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-0,5902	5-1	2,00000
5	2,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-1,0695	5-1	2,25000
5	2,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-1,5487	5-1	2,50000
5	2,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,0279	5-1	2,75000
5	3,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,5072	5-1	3,00000
5	3,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,9864	5-1	3,25000
5	3,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-3,4656	5-1	3,50000
5	3,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-3,9449	5-1	3,75000
5	4,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-4,4241	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB1	Combination		-13,239	-94,376	0,000	0,0000	0,0000	-69,4384	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB1	Combination		-13,239	-83,914	0,000	0,0000	0,0000	-47,1521	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB1	Combination		-13,239	-73,452	0,000	0,0000	0,0000	-27,4814	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB1	Combination		-13,239	-62,990	0,000	0,0000	0,0000	-10,4262	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB1	Combination		-13,239	-52,528	0,000	0,0000	0,0000	4,0136	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB1	Combination		-13,239	-42,066	0,000	0,0000	0,0000	15,8378	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB1	Combination		-13,239	-31,604	0,000	0,0000	0,0000	25,0465	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB1	Combination		-13,239	-21,142	0,000	0,0000	0,0000	31,6397	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB1	Combination		-13,239	-10,680	0,000	0,0000	0,0000	35,6174	5-1	2,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	2,25000	COMB1	Combination		-13,239	-0,218	0,000	0,0000	0,0000	36,9796	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB1	Combination		-13,239	10,244	0,000	0,0000	0,0000	35,7263	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB1	Combination		-13,239	20,706	0,000	0,0000	0,0000	31,8574	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB1	Combination		-13,239	31,168	0,000	0,0000	0,0000	25,3731	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB1	Combination		-13,239	41,630	0,000	0,0000	0,0000	16,2732	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB1	Combination		-13,239	52,092	0,000	0,0000	0,0000	4,5579	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB1	Combination		-13,239	62,555	0,000	0,0000	0,0000	-9,7730	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB1	Combination		-13,239	73,017	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB2	Combination		-16,399	-92,651	0,000	0,0000	0,0000	-66,5191	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB2	Combination		-16,399	-82,189	0,000	0,0000	0,0000	-44,6642	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB2	Combination		-16,399	-71,727	0,000	0,0000	0,0000	-25,4247	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB2	Combination		-16,399	-61,265	0,000	0,0000	0,0000	-8,8008	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB2	Combination		-16,399	-50,803	0,000	0,0000	0,0000	5,2076	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB2	Combination		-16,399	-40,341	0,000	0,0000	0,0000	16,6005	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB2	Combination		-16,399	-29,879	0,000	0,0000	0,0000	25,3779	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB2	Combination		-16,399	-19,417	0,000	0,0000	0,0000	31,5398	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB2	Combination		-16,399	-8,955	0,000	0,0000	0,0000	35,0862	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB2	Combination		-16,399	1,508	0,000	0,0000	0,0000	36,0171	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB2	Combination		-16,399	11,970	0,000	0,0000	0,0000	34,3324	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB2	Combination		-16,399	22,432	0,000	0,0000	0,0000	30,0323	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB2	Combination		-16,399	32,894	0,000	0,0000	0,0000	23,1166	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB2	Combination		-16,399	43,356	0,000	0,0000	0,0000	13,5855	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB2	Combination		-16,399	53,818	0,000	0,0000	0,0000	1,4388	5-1	3,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	3,75000	COMB2	Combination		-16,399	64,280	0,000	0,0000	0,0000	-13,3234	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB2	Combination		-16,399	74,742	0,000	0,0000	0,0000	-30,7011	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB3	Combination		-10,079	-96,101	0,000	0,0000	0,0000	-72,3577	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB3	Combination		-10,079	-85,639	0,000	0,0000	0,0000	-49,6401	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB3	Combination		-10,079	-75,177	0,000	0,0000	0,0000	-29,5381	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB3	Combination		-10,079	-64,715	0,000	0,0000	0,0000	-12,0515	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB3	Combination		-10,079	-54,253	0,000	0,0000	0,0000	2,8195	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB3	Combination		-10,079	-43,791	0,000	0,0000	0,0000	15,0751	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB3	Combination		-10,079	-33,329	0,000	0,0000	0,0000	24,7151	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB3	Combination		-10,079	-22,867	0,000	0,0000	0,0000	31,7396	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB3	Combination		-10,079	-12,405	0,000	0,0000	0,0000	36,1486	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB3	Combination		-10,079	-1,943	0,000	0,0000	0,0000	37,9421	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB3	Combination		-10,079	8,519	0,000	0,0000	0,0000	37,1201	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB3	Combination		-10,079	18,981	0,000	0,0000	0,0000	33,6826	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB3	Combination		-10,079	29,443	0,000	0,0000	0,0000	27,6295	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB3	Combination		-10,079	39,905	0,000	0,0000	0,0000	18,9610	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB3	Combination		-10,079	50,367	0,000	0,0000	0,0000	7,6769	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB3	Combination		-10,079	60,829	0,000	0,0000	0,0000	-6,2226	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB3	Combination		-10,079	71,291	0,000	0,0000	0,0000	-22,7377	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB4	Combination		-17,936	-87,441	0,000	0,0000	0,0000	-61,5862	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB4	Combination		-17,936	-77,429	0,000	0,0000	0,0000	-40,9774	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB4	Combination		-17,936	-67,417	0,000	0,0000	0,0000	-22,8716	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB4	Combination		-17,936	-57,405	0,000	0,0000	0,0000	-7,2688	5-1	0,75000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	1,00000	COMB4	Combination		-17,936	-47,393	0,000	0,0000	0,0000	5,8310	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB4	Combination		-17,936	-37,381	0,000	0,0000	0,0000	16,4278	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB4	Combination		-17,936	-27,369	0,000	0,0000	0,0000	24,5215	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB4	Combination		-17,936	-17,357	0,000	0,0000	0,0000	30,1123	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB4	Combination		-17,936	-7,345	0,000	0,0000	0,0000	33,2001	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB4	Combination		-17,936	2,667	0,000	0,0000	0,0000	33,7848	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB4	Combination		-17,936	12,679	0,000	0,0000	0,0000	31,8665	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB4	Combination		-17,936	22,691	0,000	0,0000	0,0000	27,4452	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB4	Combination		-17,936	32,703	0,000	0,0000	0,0000	20,5210	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB4	Combination		-17,936	42,715	0,000	0,0000	0,0000	11,0937	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB4	Combination		-17,936	52,727	0,000	0,0000	0,0000	-0,8366	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB4	Combination		-17,936	62,739	0,000	0,0000	0,0000	-15,2700	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB4	Combination		-17,936	72,751	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB5	Combination		-7,403	-93,192	0,000	0,0000	0,0000	-71,3171	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB5	Combination		-7,403	-83,180	0,000	0,0000	0,0000	-49,2706	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB5	Combination		-7,403	-73,168	0,000	0,0000	0,0000	-29,7271	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB5	Combination		-7,403	-63,156	0,000	0,0000	0,0000	-12,6866	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB5	Combination		-7,403	-53,144	0,000	0,0000	0,0000	1,8509	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB5	Combination		-7,403	-43,132	0,000	0,0000	0,0000	13,8854	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB5	Combination		-7,403	-33,120	0,000	0,0000	0,0000	23,4168	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB5	Combination		-7,403	-23,108	0,000	0,0000	0,0000	30,4453	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB5	Combination		-7,403	-13,096	0,000	0,0000	0,0000	34,9707	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB5	Combination		-7,403	-3,084	0,000	0,0000	0,0000	36,9932	5-1	2,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	2,50000	COMB5	Combination		-7,403	6,928	0,000	0,0000	0,0000	36,5126	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB5	Combination		-7,403	16,940	0,000	0,0000	0,0000	33,5290	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB5	Combination		-7,403	26,952	0,000	0,0000	0,0000	28,0425	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB5	Combination		-7,403	36,964	0,000	0,0000	0,0000	20,0529	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB5	Combination		-7,403	46,976	0,000	0,0000	0,0000	9,5603	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB5	Combination		-7,403	56,988	0,000	0,0000	0,0000	-3,4354	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB5	Combination		-7,403	67,001	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-87,441	0,000	0,0000	0,0000	-61,5862	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-77,429	0,000	0,0000	0,0000	-40,9774	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-67,417	0,000	0,0000	0,0000	-22,8716	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-57,405	0,000	0,0000	0,0000	-7,2688	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-47,393	0,000	0,0000	0,0000	5,8310	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-37,381	0,000	0,0000	0,0000	16,6005	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-27,369	0,000	0,0000	0,0000	25,3779	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-17,357	0,000	0,0000	0,0000	31,7396	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-7,345	0,000	0,0000	0,0000	36,1486	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	2,667	0,000	0,0000	0,0000	37,9421	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	12,679	0,000	0,0000	0,0000	37,1201	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	22,691	0,000	0,0000	0,0000	33,6826	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	32,894	0,000	0,0000	0,0000	28,0425	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	43,356	0,000	0,0000	0,0000	20,0529	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	53,818	0,000	0,0000	0,0000	9,5603	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	64,280	0,000	0,0000	0,0000	-3,4354	5-1	3,75000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	4,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	74,742	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-96,101	0,000	0,0000	0,0000	-72,3577	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-85,639	0,000	0,0000	0,0000	-49,6401	5-1	0,25000
5	0,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-75,177	0,000	0,0000	0,0000	-29,7271	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-64,715	0,000	0,0000	0,0000	-12,6866	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-54,253	0,000	0,0000	0,0000	1,8509	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-43,791	0,000	0,0000	0,0000	13,8854	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-33,329	0,000	0,0000	0,0000	23,4168	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-23,108	0,000	0,0000	0,0000	30,1123	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-13,096	0,000	0,0000	0,0000	33,2001	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-3,084	0,000	0,0000	0,0000	33,7848	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	6,928	0,000	0,0000	0,0000	31,8665	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	16,940	0,000	0,0000	0,0000	27,4452	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	26,952	0,000	0,0000	0,0000	20,5210	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	36,964	0,000	0,0000	0,0000	11,0937	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	46,976	0,000	0,0000	0,0000	-0,8366	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	56,988	0,000	0,0000	0,0000	-15,2700	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	67,001	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	5-1	4,00000

Table: Material List 1 - By Object Type

Table: Material List 1 - By Object Type

ObjectT ype	Material	TotalWe ight KN	NumPie ces
Frame	HA-30	46,336	5

Table: Material List 2 - By Section Property

Table: Material List 2 - By Section Property

Section	ObjectT ype	NumPie ces	TotalLe ngth m	TotalWe ight KN
J.30x45	Frame	2	8,00000	26,478
P. 30x30	Frame	3	9,00000	19,858

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 17

Cálculo estructural edificio del cabezal

Índice Anejo 17

1.	Introducción.	9
2.	Datos de partida.....	9
2.1.	Normativa empleada.	9
2.2.	Materiales empleados.	10
2.3.	Bases de cálculo.	10
2.4.	Predimensionado de la estructura.	11
2.5.	Acciones previstas en el cálculo.	12
2.6.	Asignación de cargas.	14
2.6.1.	Cargas permanentes (G).....	14
2.6.2.	Sobre carga de uso (S) y nieve (N).....	14
2.6.3.	Viento (V).	14
2.6.4.	Resumen de cargas a introducir.	14
2.7.	Condiciones de seguridad.....	15
2.7.1.	Hipótesis de carga.....	15
2.7.2.	Combinaciones de carga.	15
3.	Cálculo de la estructura.	16
4.	Verificación de resultados.	16
4.1.	Fuerzas verticales y horizontales.	16
4.2.	Momentos flectores de la barra más solicitada.	17
4.3.	Dimensionado de armadura de jácenas.	17
4.3.1.	Armadura longitudinal de jácenas.	17
4.3.2.	Viga de canto de cubierta.....	19

4.3.3.	Armadura transversal de jácenas.	24
4.4.	Dimensionado armadura pilares.	26
4.4.1.	Esfuerzos a adoptar en el cálculo.....	26
4.4.2.	Dimensionado pilares extremos.	27
4.4.3.	Dimensionado de pilares centrales.....	31
4.4.4.	Resumen armadura pilares.....	36
5.	Calculo de la cimentación.....	36
5.1.	Datos de partida.	36
5.2.	Esfuerzos a soportar por las zapatas.	37
5.3.	Dimensionado de las zapatas aisladas.	38
5.4.	Dimensionado zapatas en extremos.	38
5.4.1.	Dimensionado del enano.	38
5.4.2.	Dimensionado del zuncho de atado.....	39
5.4.3.	Predimensionado de la zapata pilares extremos.....	39
5.4.4.	Cálculos.	39
5.4.5.	Armadura para la zapata.	43
5.5.	Dimensionado zapatas centrales.....	45
5.5.1.	Dimensionado del enano.	45
5.5.2.	Dimensionado del zuncho de atado.....	46
5.5.3.	Predimensionado de la zapata pilares centrales.	46
5.5.4.	Cálculos.	46
5.5.5.	Armadura para la zapata.	50
6.	Cálculo del forjado.....	52
6.1.	Normativa aplicable.....	52

6.2.	Tipología de forjado.....	52
6.3.	Características técnicas del forjado	53
6.4.	Acciones.....	57
6.5.	Estados Límites de Servicio.	58
6.6.	Descripción de los elementos.....	59
6.7.	Cálculos.....	59
6.7.1.	Canto mínimo del forjado.....	59
6.7.2.	Simplificación estructural.	60
6.7.3.	Cargas lineales.....	61
6.7.4.	Momentos de cálculo.....	61
6.7.5.	Comprobaciones.....	62
6.7.6.	Resumen forjado.	62
7.	Resumen y conclusiones finales de la construcción.	63
8.	Resultados SAP2000.	63

Índice de tablas.

Tabla 1: Cargas permanentes (G).	12
Tabla 2: Sobrecarga de uso (S).	12
Tabla 3: Sobrecarga por nieve (N).	13
Tabla 4: Resumen de cargas sobre el edificio.....	14
Tabla 5: Hipótesis de carga.....	15
Tabla 6: Combinaciones de carga.	15
Tabla 7: Combinación de cargas envolvente.	16
Tabla 8: Fletores máximos en las jácenas.....	18
Tabla 9: Flector de agotamiento para varias cantidades de armadura.	21
Tabla 10: Fletores para las jácenas 4 y 5.....	21
Tabla 11: Resumen de armaduras vigas 4 y 5.....	24
Tabla 12: Valores de cortante en distintas secciones.	24
Tabla 13: Propiedades geométricas pilares extremos.....	27
Tabla 14: Esfuerzos para los pilares extremos.....	27
Tabla 15: Propiedades geométricas pilares centrales.	31
Tabla 16: Esfuerzos para los pilares extremos.....	31
Tabla 17: Resumen armadura pilares.	36
Tabla 18: Reacciones en los apoyos para pilares extremos.....	37
Tabla 19: Reacciones en los apoyos para pilares centrales.	38
Tabla 20: Predimensionado zapatas extremas.....	39
Tabla 21: Predimensionado zapatas centrales.....	46
Tabla 22: Cargas permanentes (G).	57

Tabla 23: Sobrecarga de uso (S).	58
Tabla 24: Sobrecarga por nieve (N).	58
Tabla 25: Resumen forjado.	62
Tabla 26: Resumen de resultados.	63

Índice de ilustraciones

Ilustración 2: Distribución de cargas trapezoidal.	42
Ilustración 3: Distribución de cargas triangular.	42
Ilustración 2: Distribución de cargas trapezoidal.	49
Ilustración 3: Distribución de cargas triangular.	49
Ilustración 5: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los ELU.	57
Ilustración 6: Esquema estructural de referencia.	60
Ilustración 7: Gráfica básica y envolvente de momentos flectores.	60
Ilustración 1: Esquema denominación de barras en edificio.	63

1. Introducción.

El presente anejo tiene por objetivo justificar las soluciones a adoptar en la construcción del edificio en el cual se van a ubicar el cabezal de riego con todos los elementos que lo componen y espacio suficiente para realizar las tareas de manejo y mantenimiento pertinentes.

El edificio que se diseña tiene una luz de 8 metros y una anchura de 8 m (medidas tomadas desde los ejes de los pilares). Se compone de 3 pórticos con una separación entre pilares de 4 m y una separación entre pórticos de 4 m.

Estará situado en la esquina sur-este de la instalación junto al campo de fútbol y al lado del depósito subterráneo de almacenamiento de agua. La superficie total del mismo es de 64 m².

La ubicación y detalles constructivos se contemplan en el Plano N^o 14 "Estructura cabezal".

2. Datos de partida.

2.1. Normativa empleada.

En el cálculo de este edificio se tendrá en cuenta la siguiente normativa.

- Normas básicas de edificación NBE.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Normas tecnológicas de la edificación NTE.
- Código Técnico de la Edificación CTE.

El cálculo de la estructura de hormigón armado se realiza siguiendo las prescripciones de la normativa de obligado cumplimiento en España: Código Técnico de la Edificación y la instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Del mismo modo, las acciones y combinaciones de carga se han calculado a partir del DB SE Acciones en la Edificación.

Se seguirán las normativas específicas siguientes:

- Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural – Cimientos.

Se dimensionará atendiendo a que cumplan, además:

- Documento Básico SUA. Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

2.2. Materiales empleados.

La vida útil del proyecto se establece en 50 años. Se considera hormigón y acero sin distintivo de calidad y control normal de la ejecución. Los materiales estructurales (Instrucción EHE-08) utilizados en la estructura son:

- **Hormigón HA-30/B/15/I** para los forjados, jácenas, pilares y cimentaciones de características:
 - o $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o Consistencia blanda.
 - o Tamaño máximo de árido 15 mm.
 - o Clase general de exposición *no agresiva*.
 - o Recubrimiento mínimo $r_{\min} = 20 \text{ mm}$.
 - o Recubrimiento nominal $r_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$.
- **Acero corrugado B-400-S** de características (Instrucción EHE-08)
 - o $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_s = 1,15$; $f_{yd} = 347,8 \text{ N/mm}^2$

2.3. Bases de cálculo.

Para el dimensionado de todos los elementos estructurales que se tratan en este anejo se van a seguir las siguientes bases de cálculo que dicta el DB SE-C.

El dimensionado se lleva a cabo según la Teoría de los Estados Límites Últimos (ELU) del DB SE. También se realiza con los Estados Límites de Servicio (ELS).

El comportamiento de la cimentación se comprobará con su capacidad portante y la aptitud de servicio.

A todas las zapatas se les verifica la estabilidad a vuelco, a deslizamiento, la resistencia del suelo al hundimiento y la resistencia de la zapata que determinará el armado de la misma.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones, a partir de la fórmula:

$$\sum_{J \geq 1} \gamma_{G,J} \cdot G_{K,J} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{I \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,1} \cdot Q_{K,i}$$

Donde se considera la acción simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$).
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis.
- El resto de acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot G_k \cdot Q_k$).

En una situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ($\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$) son 0 si su efecto es favorable, o la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores. Los valores de los coeficientes de seguridad γ para las acciones son:

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES. ELU				
TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35 / 1,50$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,50 / 1,60$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,50 / 1,60$	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES. ELS		
TIPO DE ACCIÓN	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretensa	$\gamma_P = 0,95$
	Armadura postensa	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_G = 0$	$\gamma_G = 1,00$
Accidental	-	-

Los coeficientes de seguridad son los siguientes:

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

2.4. Predimensionado de la estructura.

Se van a establecer unas dimensiones para las jácenas, zunchos y pilares que constituyen la estructura. En el caso que el armado resultase escaso o excesivo, conviene modificar las dimensiones.

Se establecen las siguientes distancias para la edificación, contada desde sus ejes:

- Distancia entre pilares del mismo pórtico: 4 m
- Distancia entre pórticos: 4 m
- Altura: 3 m
- Longitud total: 64 m

Los elementos constructivos a predimensionar son los siguientes:

- **Pilares:** Los pilares, tanto los exteriores como interiores, se predimensionan con unos valores de 30 cm x 30 cm.
- **Vigas:** en este caso, se les da unos valores de dimensiones a las vigas de 30 cm x 45 cm, colocándose las mismas horizontales.
- **Forjado:** se plantea un forjado de viguetas pretensadas de 20 cm de canto, interejos de 70 cm (26 cm total) incluida losa superior de hormigón de 4 cm y bovedillas de bloque de hormigón.

2.5. Acciones previstas en el cálculo.

Las acciones que se exponen a continuación se obtienen de la norma CTE-SE AE.

Cubierta.

- **Cargas permanentes (G).**

Tabla 1: Cargas permanentes (G).

Denominación	Peso
Forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 18 cm, interejos 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m ² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.	4 kN/m ²
Impermeabilizante, aislamiento térmico, formación de pendientes y doble tablero de rasilla.	1,5 kN/m ²
Falso techo de escayola incluso instalaciones	0,2 kN/m ²
TOTAL PERMANENTE (G)	5,7kN/m²

- **Sobrecarga de uso (S).**

Tabla 2: Sobrecarga de uso (S).

Denominación	Peso
Cubierta transitable accesible solo privadamente (F)	1 kN/m ²

- **Sobrecarga de nieve (N)**

Tabla 3: Sobrecarga por nieve (N).

Denominación	Peso
Para cubiertas planas de un edificio de pisos (h < 200 m)	0,2 kN/m ²

- Viento (V)

Se calcula a partir de la siguiente expresión.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

La presión dinámica del viento, q_b , para la zona de la costa de Levante se establece en un valor de:

$$q_b = 42 \text{ kg/m}^2 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

El coeficiente de exposición:

- El grado de aspereza del entorno, siendo este terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia, para una altura de 3 m el valor es:

$$C_e = 2,1$$

- El coeficiente de presión C_p para edificios de pisos distinguiendo entre barlovento y sotavento es:

Se calcula en primer lugar la esbeltez del pilar, que en este caso tiene una $h = 3$ m y el pórtico en la dirección del viento mide 8 m de luz. Su esbeltez sería de:

$$\lambda = h/L = 3 \text{ m}/8 \text{ m} = 0,375$$

Por tanto, el coeficiente eólico de presión (C_p) y de succión (C_s) sería:

- $C_p = 0,7$ (Presión sobre la fachada)
- $C_s = -0,3$ (Succión sobre la fachada-9)

Siendo el coeficiente eólico global en la dirección horizontal es la suma de los 2 en valor absoluto:

$$C_p = 1,0$$

No se considera succión del viento en la cubierta.

Por tanto, el valor de la presión estática global sería:

$$q_e = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1 \cdot 1,0 = \mathbf{0,88 \text{ kN/m}^2}$$

2.6. Asignación de cargas.

Las acciones definidas en el apartado anterior y referidas a la unidad de superficie de elemento constructivo (kg/m^2), se aplicarán a los nudos (en kg) o barras (en kg/m) del plano del pórtico que tiene que soportarlas, dependiendo de su situación sobre la planta del edificio.

2.6.1. Cargas permanentes (G).

- Forjado: se multiplica la carga del mismo por el ancho de banda que soporta la jácena, es decir, 4 m. en él se cuenta el impermeabilizante y el falso techo.

$$G = 5,7 \text{ kN}/\text{m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 22,8 \text{ kN}/\text{ml}$$

2.6.2. Sobre carga de uso (S) y nieve (N).

- Forjado: se procede del mismo modo que en el punto anterior. Se multiplica la carga por el ancho de banda del forjado que soporta la jácena.

$$S = 1 \text{ kN}/\text{m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 4 \text{ kN}/\text{ml}$$

$$N = 0,2 \text{ kN}/\text{m}^2 \cdot 4 \text{ m} = 0,8 \text{ kN}/\text{ml}$$

2.6.3. Viento (V).

La acción del viento podría interpretarse como carga uniforme sobre el pilar. Sin embargo, esta actúa sobre el cerramiento que se encuentra sujeto por sus cuatro lados a los pilares y forjados. Se define por tanto como una carga puntual. Toda ella puede aplicarse al lado de barlovento ($C_P = 1,0$).

Por tanto, la carga puntual del viento sobre la cubierta en la dirección del pórtico será la siguiente, sabiendo que los pilares tienen 3 metros de altura y el forjado ocupa un lugar por encima de 0,3 m junto con la jácena superior:

$$V = 0,88 \text{ kN}/\text{m}^2 \cdot (3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \cdot 4 \text{ m} = 11,65 \text{ kN}$$

2.6.4. Resumen de cargas a introducir.

Las cargas a considerar en el cálculo serán:

Tabla 4: Resumen de cargas sobre el edificio.

Acciones	kN/m^2	kN/ml
G	5,7	22,8
S	1	4
N	0,2	0,8

Acciones	kN/m ²	kN/ml
V1	0,88	11,65 (kN)*

*Se coloca como carga puntual en la máxima altura del edificio en la dirección positiva del eje X.

2.7. Condiciones de seguridad.

A continuación, se definen las hipótesis de carga y combinaciones de carga a tener en cuenta en los posteriores cálculos.

2.7.1. Hipótesis de carga.

- Gravitatorias: Permanentes (G), Sobre carga de uso (S) y nieve (N).
- Viento en cada dirección:
 - o V1: viento en dirección de izquierda a derecha en el plano del pórtico.
 - o V2: viento en dirección de derecha a izquierda en el plano del pórtico.

De manera simplificada se va a establecer que $V1 = - V2$, es decir, el cambio en la dirección del viento se efectúa simplemente cambiando el signo de las cargas puntuales calculadas anteriormente sobre la fachada a barlovento.

2.7.2. Combinaciones de carga.

Se aplican los coeficientes de simultaneidad ψ_0 y ponderación γ según el CTE-SE y se definen las distintas combinaciones de carga tal y como indica el Artículo 13 de la EHE-08 "Combinación de acciones".

Los coeficientes de simultaneidad y de mayoración de cargas a aplicar son:

Tabla 5: Hipótesis de carga.

Hipótesis		ψ_0	γ	Factor final como carga variable acompañante $\psi_0 \cdot \gamma$
Permanente	G	1,0	1,35	-
Sobrecarga de uso	S	0,7	1,50	1,05
Nieve	N	0,6	1,50	0,90
Viento	V	0,5	0,75	0,75

Las combinaciones más desfavorables que resultan son diferentes, al considerar cada dirección del viento $\pm V1$.

Tabla 6: Combinaciones de carga.

Nº	Variable principal	Combinación
1	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N$
2	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N + 0,90 \cdot V1$

Nº	Variable principal	Combinación
3	S	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot S + 0,75 \cdot N - 0,90 \cdot V1$
4	V1	$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot V1 + 0,75 \cdot N + 1,05 \cdot S$
5	V1	$1,35 \cdot G - 1,50 \cdot V1 + 0,75 \cdot N + 1,05 \cdot S$
6	-	Envolvente

3. Cálculo de la estructura.

El cálculo se ha realizado mediante el programa de ordenador por el método de elementos finitos *SAP2000 versión 14.0*.

Entre otras opciones el programa realiza un cálculo elástico lineal clásico, para lo que se introducen los pórticos como estructuras planas, teniendo en cuenta las rigideces a axil, flector y cortante de las distintas barras.

Los resultados obtenidos del programa informático *SAP2000* se pueden consultar en el último punto de este anejo. Debido a la ingente cantidad de resultados obtenidos, solamente se aportan los correspondientes a las COMB6 ya que son estos la combinación de los más desfavorables.

4. Verificación de resultados.

A partir del listado de resultados que ofrece la aplicación informática sobre los esfuerzos que debe resistir cada barra, se adjuntan a continuación las comprobaciones pertinentes con el fin de conocer si el predimensionado era el correcto.

4.1. Fuerzas verticales y horizontales.

Del cálculo con el programa se obtuvieron la resultante de las acciones según los ejes globales para la COM6:

Tabla 7: Combinación de cargas envolvente.

Combinación		Global FX	Global FZ
COMB6	Máx	17,475	361,594
COMB6	Mín	-17,475	347,194

Fuerzas horizontales:

Las acciones que se obtuvieron en anteriores apartados y se aplicaron a la estructura fueron las siguientes:

$$G \rightarrow 5,7 \frac{kN}{m^2} \cdot 4 m \cdot 8 m + \text{peso propio } (46,336 kN) = 228,736 kN$$

$$S \rightarrow 1 \frac{kN}{m^2} \cdot 4 m \cdot 8 m = 32 kN$$

$$N \rightarrow 0,2 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} = 6,4 \text{ kN}$$

Que mayoradas hacen un total del:

$$total = 228,736 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 32 + 0,75 \cdot 6,4 = 361,594 \text{ kN}$$

Valor que coincide exactamente con el obtenido en el programa.

Fuerzas horizontales:

Para el viento, la superficie de la fachada es de $4 \text{ m} \cdot 3,3 \text{ m} = 13,2 \text{ m}^2$. Si se contabiliza la resultante (coef. De mayoración 1,5) queda:

$$V = 0,88 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \cdot 4 \text{ m} \cdot 1,5 = 17,475 \text{ kN}$$

Valor que coincide con el de la tabla *carga global horizontal*.

4.2. Momentos flectores de la barra más solicitada.

Al ser las dos jácenas de igual longitud, se va a estimar el momento flector máximo en la misma, cuya longitud es de 4 m.

El valor de la carga uniforme se obtiene a partir de las cargas introducidas más el peso propio del dintel, todas mayoradas según la COMB1.

$$q = (5,7 \cdot 1,35 + 1 \cdot 1,5) \cdot 4 + (0,3 \cdot 0,45 \cdot 24,517) \cdot 1,35 = 41,248 \text{ kN/ml}$$

Se toma, como máximo momento negativo la expresión aproximada:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{41,248 \cdot 4^2}{9} = 73,33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Con el programa se ha obtenido: un valor de: 72,39 kN/m.

4.3. Dimensionado de armadura de jácenas.

4.3.1. Armadura longitudinal de jácenas.

Sea cual sea la regla de dimensionado que se establezca, deberá siempre comprobarse que en cada sección el momento de agotamiento M_u sea superior al momento de cálculo M_d provocado por las acciones en cualquier estado límite que se planté para cualquier sección de la viga.

Se toman los valores correspondientes a la jácena más solicitada. Los valores de las 2 jácenas serán iguales o muy similares al ser el pórtico simétrico. En este caso, los resultados corresponden a las barras (*frames*) 4 y 5.

Tabla 8: Flectores máximos en las jácenas.

Viga de canto 30 x 45 (kN·m)						
Jácena	4			5		
Signo	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)
Denom	$M_{izq,4}$	$M_{máx,4}$	$M_{der,4}$	$M_{izq,5}$	$M_{máx,5}$	$M_{der,5}$
Flector	-32,32	37,98	-72,39	-72,36	37,94	-32,20
Punto (m)	0,00	1,75	4,00	0,00	2,25	4,00

Regla de armado a aplicar

- Dimensionado del armado máximo cara superior o negativos:

Se obtiene la mayor cuantía de armadura necesaria en la cara superior de uno de los apoyos extremos.

La armadura se divide en dos grupos, uno fijo a lo largo de toda la viga (armadura de montaje) y otro de refuerzo sólo en los tramos extremos de momento máximo negativo. La armadura básica debe superar la cuantía mínima de flexión.

Esto se debe a que el diagrama de momentos negativos decrece rápidamente desde los apoyos, por lo que es económico el reforzar únicamente esas zonas y colocar menos armadura en los tramos menos solicitados.

- Momentos resistidos o de agotamiento M_u para otras cuantías de armadura.

Se confecciona un cuadro con el flector resistido M_u para unas cuantías inferiores al armado máximo calculado ($M_{min,i}$), siendo el mínimo de armadura, la considerada como básica o de montaje.

- o Si por cálculo no es necesaria armadura a compresión en la sección de máximo momento, no se considerará armadura en la zona comprimida, aunque en la realidad siempre va a existir.
- o Si por cálculo es necesaria armadura a compresión, se considerará esa armadura como la existente en la zona comprimida, aunque pueda ser superior.
- Armado negativos extremo opuesto M_{min} .

Con el cuadro se define la armadura necesaria en el extremo opuesto a M_{min} .

- Armado cara inferior o positivos M_{max} .

Con el cuadro anterior se determina la armadura necesaria para la sección de máximo flector positivo $M_{m\acute{a}x}$. Se establece constante en toda la viga. Esto se hace porque el diagrama de momentos positivo se extiende bastante a lo largo de la viga.

- Reparto de la armadura de refuerzo a negativos (o despiece)
 - o Mediante el listado de flectores se calcula la longitud central de la viga que con la armadura básica es suficiente para soportar los pequeños flectores negativos en esa zona.
Este cálculo consiste en anotar la abscisa de los dos puntos en extremos del tramo central que tienen un flector de cálculo que es justamente inferior al momento de agotamiento con la armadura básica. Así, la longitud reforzada se contabiliza desde el eje del apoyo hasta la sección en la que el flector debido a las cargas se sitúa justo por debajo del flector resistido por la armadura básica.
 - o Se calcula la longitud necesaria de esfuerzos a negativos en los apoyos y de cada tramo, si se escalona la armadura. Esta longitud es la suma de las siguientes longitudes.
 - Por resistencia a flexión.
 - El decalaje o traslación del diagrama de flectores (d).
 - Si por aprovechar mejor la resistencia del hormigón a cortante es necesario aumentar la longitud de la armadura longitudinal a tracción.
 - Longitudes de anclaje (L_b).
 - Redondeos. A múltiplos de 100, 200 mm, etc. Ajustes finales agrupando tramos de armadura muy cercanos o desagrupando si en un escalón se eliminan demasiados redondos. Empalmes por solape entre armaduras.

4.3.2. Viga de canto de cubierta.

1-Armado máximo cara superior o negativos:

Se trata de una sección rectangular de 30 cm de canto y 45 cm de ancho, solicitada por el momento de cálculo $M_{min,4} = -72,39 \text{ kN}\cdot\text{m}$. El hormigón es HA-30 y el acero es B-400-S. los coeficientes de seguridad son $\gamma_c = 1,5$ (hormigón) y $\gamma_s = 1,15$ (acero).

- o Determinación del canto útil d :

Se obtiene a partir de los recubrimientos:

- *Recubrimiento mínimo:* 20 mm para cualquier clase de armadura.
- *Recubrimiento mecánico:* si se estima máximo para los estribos $\emptyset 10$ y armadura longitudinal $\emptyset 20$, el recubrimiento mecánico sería:

$$r_{mec} = 20 + 10 + 20/2 = 40 \text{ mm}$$

$$\blacksquare \text{ Canto útil: } d = 0,3 - 0,04 = 0,26 \text{ m}$$

- Dimensionado por el método parábola-rectángulo:

o Cálculo del momento reducido:

$$\mu_d = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{72,39 \text{ kN} \cdot \text{m}}{0,45 \text{ m} \cdot 0,26^2 \text{ m}^2 \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2/\text{m}^2}{10^3 \text{ N/kN}}} = 0,119$$

Como $0,119 < 0,296$ no es necesaria armadura a compresión (canto igual o superior al mínimo requerido).

o Cálculo de la cuantía mecánica ω_1 :

A partir de la tabla ecuación siguiente y del valor de μ_d se obtiene, para el dominio 3 un valor de la cuantía mecánica:

$$\omega_1 = 2,002 \cdot \mu_d^2 + 0,4396 \cdot \mu_d + 0,0589$$

$$\mu_d = 0,119 \rightarrow \text{Dominio 3} \rightarrow \omega_1 = 0,2262$$

o Cálculo de la capacidad mecánica U_1 y área de armadura necesaria A_s :

$$U_1 = \omega_1 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0,2262 \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 0,26 \text{ m} \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2/\text{m}^2}{10^3 \text{ N/kN}} = 529,31 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{U_1}{f_{yd}} = \frac{529310 \text{ N}}{400/1,15 \text{ N/mm}^2} = 1522 \text{ mm}^2$$

Si se colocan 5 \emptyset 20 se obtiene un $A_{5-20} = 1571 \text{ mm}^2$ que es mayor que la requerida estrictamente y un valor de $U_{1, 5-20} = 546,35 \text{ kN} > 529 \text{ kN}$. Por tanto, la solución es correcta y se colocan como armadura a tracción en la parte superior al ser los flectores en este tramo negativos.

Se marca la separación libre entre armaduras mayor a 20 mm, por tanto:

$$S_{\text{libre}} = \frac{b - 2 \cdot r_{\text{libre}} - n \cdot \emptyset}{n - 1} = \frac{450 - 2 \cdot 50 - 5 \cdot 20}{5 - 1} = 62,5 \text{ mm}$$

Cumpléndose la condición de que:

$$62,5 \text{ mm} > [20 \text{ mm}; \emptyset; 1,25 \cdot TM = 1,25 \cdot 15 = 19 \text{ mm}]$$

Por tanto, queda:

$$r_{\text{mec}} = 40 \text{ mm}; \quad r_{\text{libre}} = 40 - \frac{20}{2} = 30 \text{ mm}$$

- Distribución de armadura:

- o **Básica:** 3Ø20 a lo largo de las jácenas. Separación libre entre armaduras tiene que ser menor a 30 cm para que no quede mucha zona sin armadura, en este caso queda:

$$S_{Lo} = \frac{450 - 2 \cdot 30 - 3 \cdot 20}{3 - 1} = 165 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \text{ correcto}$$

- o **Refuerzo:** resto según las necesidades de cada apoyo.

- Comprobación de cuantía mínima en flexión:

El armado básico a tracción debe superar la cuantía geométrica mínima de la EHE-08, es decir, 2,8 por mil de la sección del hormigón:

$$A_{min} = 0,0028 \cdot 300 \cdot 450 = 378 \text{ mm}^2 < 3 \cdot 314 \text{ mm}^2 = 942 \text{ mm}^2 (3\text{Ø}20). \text{Correcto}$$

2-Cuadro de flectores resistidos.

Se confecciona un cuadro con el momento de agotamiento para números de armadura *i* inferiores a la máxima utilizada:

Tabla 9: Flector de agotamiento para varias cantidades de armadura.

Armado a tracción	<i>i</i>	$U_{l,i}$	$\omega_{0,i}$	$\mu_{i\phi}$	$M_{u,i\phi} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
5Ø20	5	682,95	0,202	0,180	421,20
4Ø20	4	546,36	0,162	0,148	346,32
3Ø20 (básico)	3	409,77	0,121	0,113	283,14

3-Armado en los apoyos y vano.

Al tratarse de una viga de canto medianamente armada, se va a efectuar un único escalón de armado, es decir, se eliminará armadura de una sola vez hasta obtener la armadura básica.

Se trata del procedimiento más simple. A partir de la tabla 8 y tabla 9 se rellena el siguiente cuadro:

Tabla 10: Flectores para las jácenas 4 y 5.

Viga de canto 30 x 45 (kN·m)						
Jácena	4			5		
Signo	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)
Denom	$M_{izq,4}$	$M_{máx,4}$	$M_{der,4}$	$M_{izq,5}$	$M_{máx,5}$	$M_{der,5}$

Viga de canto 30 x 45 (kN·m)						
Flector M_d	-32,32	37,98	-72,39	-72,36	37,94	-32,20
$M_{u,i\phi}$	-283,14	283,14	-421,20	-421,20	283,14	-283,14
$i\phi$	3 ϕ 20	-	5 ϕ 20	5 ϕ 20	-	3 ϕ 20
$j\phi$	-	3 ϕ 20	-	-	3 ϕ 20	-

En las caras libres la separación libre de armaduras es:

$$S_L = 300 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 20 = 200 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \text{ Correcto}$$

Por tanto, no es necesario colocar una barra intermedia.

4-Longitud necesaria de refuerzo:

Se va a estimar cual es el tramo central de la viga en la que con la armadura básica se resisten los fletores negativos. En el resto es necesario reforzar.

- Longitud necesaria por esfuerzo.

Se extrae del listado de la envolvente del diagrama de momentos de la COMB6 para las 2 jácenas, que son idénticas.

En dicha tabla se localiza cada extremo de la viga el flector más próximo e inferior a $M_{3\phi 20} = 283,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$.

- Jácena 4:
 - Extremo izq: No es necesario refuerzo.
 - Extremo der: No es necesario refuerzo.
- Jácena 5:
 - Extremo izq: No es necesario refuerzo.
 - Extremo der: No es necesario refuerzo.
- Decalaje:

Éste es necesario añadirlo al diagrama de momentos y de forma simplificada se toma el canto útil d .

- Jácena 4:
 - Extremo izq: $X_d = 0,26 \text{ m}$
 - Extremo der: $X_d = 0,26 \text{ m}$
- Jácena 5:
 - Extremo izq: $X_d = 0,26 \text{ m}$
 - Extremo der: $X_d = 0,26 \text{ m}$
- Cortante:

Para poder considerar que toda la armadura a tracción que se dimensione en los apoyos contribuya a la resistencia a cortante, es necesario que esté anclada a partir de una distancia del canto útil de donde se toma el cortante.

El cortante V_{d2} se toma a la distancia del canto útil del extremo del apoyo o borde del pilar. Esta distancia total es:

$$\frac{h_{pilar}}{2} + d_{vd2} + d_{anclaje} = 0,15 + 2 \cdot 0,26 = 0,67 \text{ m}$$

Por tanto, para las jácenas:

- Jácena 4:
 - Extremo izq: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
- Jácena 5:
 - Extremo izq: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,26 \text{ m} < 0,67 \text{ m} \rightarrow X_c = 0,67 \text{ m}$

Se aumenta la longitud en todos los extremos de las dos jácenas para poder considerar que toda la armadura a tracción existente colabora a resistir el cortante.

- Longitud de anclaje:

Posición II (armadura superior) en prolongación recta (X_L) y redondeo ($L_{refuerzo}$):

$$L_{b,II} = \text{Máx} \left[1,4 \cdot m \cdot \phi^2 = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 20^2 = 560 \text{ mm}; \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi = \frac{400}{14} \cdot 20 = 571 \text{ mm} \right]$$

$$L_{b,II} = 0,57 \text{ m}$$

Longitud neta de anclaje:

$$L_{b,II,neto} = L_{b,II} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} = 0,57 \cdot 0,7 \cdot \frac{5,91}{9,426} = 0,25 \text{ m}$$

- Jácena 4:
 - Extremo izq: $0,67 \text{ m} + 0,25 \rightarrow X_c = 0,92 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,67 \text{ m} + 0,25 \rightarrow X_c = 0,92 \text{ m}$
- Jácena 5:
 - Extremo izq: $0,67 \text{ m} + 0,25 \rightarrow X_c = 0,92 \text{ m}$
 - Extremo der: $0,67 \text{ m} + 0,25 \rightarrow X_c = 0,92 \text{ m}$

En obra, estas distancias se tomarán desde el eje del pilar hacia el centro del vano.

5-Cuadro de armaduras.

Tabla 11: Resumen de armaduras vigas 4 y 5.

Viga	Armado	Negativos		Positivos
		A. izq	A. der	Cara inferior
4	Básico	3φ20		3φ20
	Refuerzo	3φ20	3φ20	
		L = 0,92 m	L = 0,92 m	
Total	6φ20	8φ20		
5	Básico	3φ20		3φ20
	Refuerzo	3φ20	3φ20	
		L = 0,92 m	L = 0,92 m	
Total	6φ20	8φ20		

4.3.3. Armadura transversal de jácenas.

1-Obtención de los valores del cortante.

Se van a calcular los estribos necesarios para las jácenas de la cubierta. Se puede analizar cualquiera de los dos vanos ya que tienen la misma longitud (4 m). El cortante adopta su valor máximo en el apoyo continuo correspondiente a las 3 jácenas.

Las comprobaciones que deben realizarse son:

- Compresión oblicua del alma V_{u1} : cortante en el borde del apoyo V_{d1} .
- Tracción en el alma V_{u2} : constante a un canto útil del borde del apoyo V_{d2} . Se dimensiona la armadura transversal, formada por estribos verticales.

Estas distancias son:

- Borde del apoyo: $h_{pilar}/2 = 0,30/2 = 0,15 \text{ m}, 3,85 \text{ m}$.
- Canto útil más borde del apoyo: $h_{pilar}/2 + d_{viga} = 0,15 + 0,26 = 0,41 \text{ m}, 3,59 \text{ m}$.

Se puede obtener el cortante en las secciones anteriores con el listado de cálculos del programa. Entre ambos extremos cogemos el valor mayor de cortante.

Tabla 12: Valores de cortante en distintas secciones.

Jácenas	$h/2 + d$ m	V_{d2} kN	$h/2$ m	V_{d1} kN
4 y 5	0,41	75,177	0,15	96,101
	3,59	46,976	3,85	67,001

2-Comprobación compresión oblicua del alma.

$$V_{U1} = 0,3 \cdot b_0 \cdot d \cdot f_{cd} \geq V_{d1}$$

Como las dos vigas son de igual longitud e idénticas dimensiones, se hace una comprobación válida para las 2. En este caso $b_0 = 0,45 \text{ m}$, $d = 0,26 \text{ m}$, $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$. Siendo el valor de $V_{d1} = 96,101 \text{ kN}$.

$$V_{U1} = 0,3 \cdot 0,45 \cdot 0,26 \cdot 20 \cdot 10^3 = 702 \text{ kN} \geq 96,101 \text{ kN} \quad \text{Correcto}$$

Se observa que lo normal es que la exigencia se cumpla sobradamente en vigas de sección rectangular.

3-Tracción en el alma (dimensionado de estribos).

- Contribución del hormigón V_{cu} :

$$V_{cu} = 0,10 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_0 \cdot d ; \xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} ; \rho = \frac{A_s}{b_0 \cdot d} \leq 0,02$$

Recordar que A_s es el área de la armadura a tracción anclada a una distancia igual o mayor al canto útil a partir de la sección en estudio. Como se tuvo en cuenta este detalle en las longitudes de los esfuerzos en los apoyos, se considera el armado total a tracción.

V_{cu} para V_d a una distancia $h/2 + d$ del eje del apoyo:

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{260}} = 1,877$$

Contribución del hormigón para $5\phi 20$:

$$\rho = \frac{5 \cdot 314}{450 \cdot 260} = 0,013 \leq 0,02$$

Por tanto, el valor de V_{cu} :

$$V_{cu, \phi 5} = 0,10 \cdot 1,877 \cdot (100 \cdot 0,013 \cdot 30)^{1/3} \cdot 450 \cdot 260 = 74,474 \text{ kN}$$

- Cálculo de los estribos:

$$V_{su} \geq V_{d2} - V_{cu} \text{ siendo } V_{su} = \frac{0,9 \cdot d}{s} \cdot A_{90} \cdot f_{y90,d} ; s \leq \frac{0,9 \cdot d \cdot U_{90}}{(V_{d2} - V_{cu})_{\text{máx}}}$$

Para estas vigas de cubierta se dispondrán dos ramas de estribos mediante un cerco perimetral. La cuantía mecánica para $2\phi 6$ es $U_{90} = 22,62 \text{ kN}$.

$$s \leq \frac{0,9 \cdot 0,26 \cdot 22,62 \cdot 10^3}{(75,177 - 74,474)_{\text{máx}}} = 13.384 \text{ mm}$$

Se fija la separación en **125 mm**. Son 8 unidades por metro de longitud de jácena.

4-Cuantía mínima del armado transversal.

- o La cuantía mecánica debe ser superior a:

$$A_{90} \cdot f_{y90,d} \geq 0,04 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_0 \cdot t$$

Por tanto, para estas jácenas queda:

$$U_{2\phi6} = 22,62 \text{ kN} \geq 0,04 \cdot 30^{\frac{2}{3}} \cdot 0,45 \cdot 0,125 \cdot 10^3 = 21,72 \text{ kN} \text{ **Correcto**}$$

- o La separación entre estribos debe ser menor a:

$si \frac{1}{5} \cdot V_{u1} \geq V_d$	$s_t \leq 0,75 \cdot d$	$s_t \leq 600 \text{ mm}$
$si \frac{1}{5} \cdot V_{u1} < V_d \leq \frac{2}{3} V_{u1}$	$s_t \leq 0,60 \cdot d$	$s_t \leq 450 \text{ mm}$

Por tanto, para las jácenas de la cubierta, siendo $V_{d1} = 96,101 \text{ kN}$, quedaría:

$$\frac{1}{5} \cdot V_{u1} = \frac{1}{5} \cdot 702 = 140,4 \text{ kN} > 96,101 \text{ kN}$$

$$s_t = \mathbf{0,125 \text{ mm}} \leq 0,75 \cdot 0,26 = 0,95 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \text{ **Correcto.**}$$

- o Además, los estribos cumplen el resto de condiciones en todos los casos:

$s_t < h = 300 \text{ mm}, s_t < b = 450 \text{ mm}$
$s_t < 15 \cdot \phi_{c,min} = 15 \cdot 20 = 300 \text{ mm}$
$s_t < 300 \text{ mm}$
$\phi_{acero} = 6 \text{ mm} \geq 0,25 \cdot \phi_{c,máx} = 20/4 = 5 \text{ mm}$

4.4. Dimensionado armadura pilares.

4.4.1. Esfuerzos a adoptar en el cálculo.

- Solo son necesarias las secciones extremas para obtener los valores del axil y flector al ser su variación en el tramo del pilar lineal.
- La COMB6 proporciona el máximo axil y el máximo flector en cada extremo de la barra, con lo que esos valores pueden pertenecer a combinaciones distintas. No se pueden utilizar estos valores para el dimensionado, ya que los esfuerzos deben pertenecer a la misma combinación de cargas.

- Como no está claro cuál es la peor combinación, si la de mayor axil, o de mayor momento u otra que sin existir un máximo los valores sean elevados. En el dimensionado a flexión compuesta con armadura simétrica, para una sección con un momento constante, el incremento de axil al principio reduce la necesidad de armadura hasta volver a aumentarla a partir de un determinado valor. Por ello, se busca en el listado de resultados la combinación entre las 5 definidas que proporcione el mayor flector, acompañado de su axil y se dimensiona.

4.4.2. Dimensionado pilares extremos.

En el listado de resultados corresponden los valores de cálculo a la barra 1. Se podrían tomar también los de la 3 ya que se trata de un pórtico simétrico.

- Las propiedades geométricas de los mismos son:

Tabla 13: Propiedades geométricas pilares extremos.

	h x b (canto x ancho)	Longitud
Soporte de la planta	0,30 m x 0,30 m	3,0 m

- Los esfuerzos que debe soportar según a combinación considerada son:

Tabla 14: Esfuerzos para los pilares extremos.

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
1	m	Text	KN	KN	KN·m
	0	COMB1	-81,95	-13,24	-13,00
	3	COMB1	-73,02	-13,24	26,72
	0	COMB2	-80,20	-10,02	-7,39
	3	COMB2	-71,27	-10,02	22,67
	0	COMB3	-83,71	-16,46	-18,60
	3	COMB3	-74,77	-16,46	30,77
	0	COMB4	-75,89	-7,31	-3,10
	3	COMB4	-66,96	-7,31	18,81
	0	COMB5	-81,73	-18,03	-21,78
	3	COMB5	-72,80	-18,03	32,33
	Axil de cálculo N_d		M_{d2} en la base	M_{d1} en cabeza	
-81,73 kN		-21,78 kN·m	32,33 kN·m		

- Materiales y seguridad
 - o **Hormigón HA-30** ; $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 - o **Acero B-400-S** ; $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yd} = 347 \text{ N/mm}^2$

Se hace la previsión que la armadura longitudinal será de $\phi 16$ y estribos $\phi 6$.

$$\circ \quad r_{mec} \geq r_{min} + \phi_{estribo} + \phi_{long}/2 = 20 + 6 + 16/2 = 34 \text{ mm}$$

Recubrimiento mecánico de 45 mm > 34 mm

1-Cálculo de la longitud a pandeo. $L_K = \alpha \cdot L$

Para el nudo superior del pilar quedaría del siguiente modo:

$$\psi_B = \frac{2 \cdot (0,3^3 \cdot 0,3)/3}{(0,3^3 \cdot 0,45)/4} = 1,778$$

Para el nudo inferior del pilar:

$$\psi_A = 0 \text{ (Empotramiento)}$$

El valor de α de pandeo queda para esta figura, siendo una estructura traslacional*:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (\psi_A + \psi_B) + 1,6 \cdot \psi_A \cdot \psi_B}{7,5 \cdot (\psi_A \cdot \psi_B)}} = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (0 + 1,778)}{7,5 + (0 + 1,778)}} = 1,255$$

*De aplicación en estructuras usuales de edificación de menos de 15 plantas, en las que el desplazamiento máximo en cabeza bajo cargas horizontales características, calculado mediante la teoría de 1º orden y con las rigideces de las secciones brutas, no supere 1/750 de la altura total.

Por lo que la **longitud de pandeo** queda:

$$L_K = 1,255 \cdot 3 = 3,765 \text{ m}$$

Se adoptará la misma longitud en los dos planos de pandeo.

2-La esbeltez geométrica.

En el plano del pórtico:

$$\lambda_{p,P} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

En el plano lateral:

$$\lambda_{p,L} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

3-Cálculo de excentricidades de cálculo de 1º orden.

En el plano de la flexión:

$$e_2 = \frac{M_2}{N} = \frac{32,33 \text{ kN} \cdot \text{m}}{81,73 \text{ kN}} = 0,40 \text{ m}$$

Como el pórtico es traslacional $\rightarrow e_e = e_2 = 0,40 \text{ m}$

En el plano lateral:

$$e_{TOT} = e_2 = e_{accidental} = 0,02 \text{ m}$$

4-Esbeltez límite inferior λ_{inf} .

Se calcula para los dos planos como:

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} \right]}$$

Donde:

- v : Axil adimensional $v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = 81,73 \cdot 10^{-3} / (0,3 \cdot 0,3 \cdot 20) = 0,045$
- e_2 : Excentricidad de 1º orden en el extremo soporte con mayor momento, considerada positiva. En cada plano.
- h : Canto de la sección en el plano de flexión.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de las armaduras.
 - o C_{PP} : 0,24. Armadura simétrica en dos caras opuestas en el plano de flexión.
 - o C_{PL} : 0,16. Armadura simétrica en caras laterales.

Se formula esta hipótesis, aunque no se conoce como se distribuirá la armadura finalmente en el pilar.

Para el plano del pórtico queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,24}{0,045} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,4/0,3} \right]} = 87,80 > \lambda_{P,P} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

Para el plano lateral queda:

$$\lambda_{inf,PL} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,16}{0,045} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,02/0,3} \right]} = 141,54 > \lambda_{P,L} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

5-Excentricidad ficticia.

Para el plano de flexión:

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot \beta) \cdot (\varepsilon_y + 0,0035) \cdot \frac{h + 20 \cdot e_e}{h + 10 \cdot e_e} \cdot \frac{I_0^2}{50 \cdot i_c}$$

Donde:

- $e_e = e_2 = 0,40 \text{ m}$
- $I_0 = L_K = 3,765$
- $h = 0,30 \text{ m}$
- $i_c = h/\sqrt{12} = 0,0866$
- $\varepsilon_y = B400S = 0,00166$
- $\beta = 1$. Armado de las 2 caras para el plano del pórtico.

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot 1) \cdot (0,00166 + 0,0035) \cdot \frac{0,3 + 20 \cdot 0,4}{0,3 + 10 \cdot 0,4} \cdot \frac{3,765^2}{50 \cdot 0,0866}$$

$$e_a = 0,0365 \text{ m}$$

$$e_{Total,PP} = e_a + e_e = 0,0365 + 0,4 = 0,4365 \text{ m}$$

Para el plano lateral:

$$e_{Total,PL} = e_a + e_e = 0 + 0,02 = 0,02 \text{ m}$$

6-Cálculo de la armadura (disposición simétrica)

En el plano de flexión:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 0,4365 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,066$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,046$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. No entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

En el plano lateral:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,001$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{81,73 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,046$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. no entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

Las comprobaciones que quedarían por hacer son:

- Cuantía mínima: que para pilares es del 4 por mil.

$$\text{Cuantía mínima} = 0,004 \cdot 300 \cdot 300 = 360 \text{ mm}^2$$

Si se colocan 8φ16 (entre las 2 caras) el área es de 1.608 mm² > 360 mm², por lo que es una solución correcta.

- Separación entre barras: no excede de 350 mm.

La separación quedaría para 4 φ16:

$$s = \frac{300 - 2 \cdot \left(45 - \frac{16}{2}\right) - 4 \cdot 16}{3} = 54 \text{ mm}$$

- Estribos: como estribos se pueden disponerse φ8 cada 100 mm. Debido a que el valor del cortante es pequeño (18,03 kN) y la compresión del pilar incrementa la resistencia, puede comprobarse que cumple con el cortante V_{2d} .
- La armadura longitudinal deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_d \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \geq 0,1 \cdot 81,73 = 8,173 \text{ kN}$$

$$A_s \cdot f_{yd} \leq A_c \cdot f_{cd} \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^3 = 1.800 \text{ kN}$$

Todos los resultados han sido satisfactorios para la hipótesis planteada, por tanto, se toma como solución final:

Pilares extremos

Longitudinal → 8Ø20 – B400S; s = 54 mm; r_{mec} = 45 mm

Transversal → Ø8 – B400S; s = 100 mm; r_{mec} = 45 mm

4.4.3. Dimensionado de pilares centrales.

En el listado de resultados corresponden los valores de cálculo a la barra 2.

- Las propiedades geométricas de los mismos son:

Tabla 15: Propiedades geométricas pilares centrales.

	h x b (canto x ancho)	Longitud
Soporte de la planta	0,30 m x 0,30 m	3,0 m

- Los esfuerzos que debe soportar según a combinación considerada son:

Tabla 16: Esfuerzos para los pilares extremos.

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
2	m	Text	KN	KN	KN·m

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	0	COMB1	-197,688	9,727E-16	-1,226E-14
	3	COMB1	-188,752	9,727E-16	-1,518E-14
	0	COMB2	-197,715	4,106	6,4458
	3	COMB2	-188,779	4,106	-5,8734
	0	COMB3	-197,662	-4,106	-6,4458
	3	COMB3	-188,726	-4,106	5,8734
	0	COMB4	-189,614	6,844	10,743
	3	COMB4	-180,678	6,844	-9,789
	0	COMB5	-189,525	-6,844	-10,743
	3	COMB5	-180,589	-6,844	9,789
Axil de cálculo N_d		M_{d2} en la base		M_{d1} en cabeza	
-189,614 kN		-10,743 kN·m		5,8734 kN·m	

- Materiales y seguridad

- **Hormigón HA-30** ; $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
- **Acero B-400-S** ; $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yd} = 347 \text{ N/mm}^2$

Se hace la previsión que la armadura longitudinal será de $\phi 16$ y estribos $\phi 6$.

- $r_{mec} \geq r_{min} + \phi_{estribo} + \phi_{long}/2 = 20 + 6 + 16/2 = 34 \text{ mm}$

Recubrimiento mecánico de 45 mm > 34 mm

1-Cálculo de la longitud a pandeo. $L_K = \alpha \cdot L$

Para el nudo superior del pilar quedaría del siguiente modo:

$$\psi_B = \frac{2 \cdot (0,3^3 \cdot 0,3)/3}{(0,3^3 \cdot 0,45)/4} = 1,778$$

Para el nudo inferior del pilar:

$$\psi_A = 0 \text{ (Empotramiento)}$$

El valor de α de pandeo queda para esta figura, siendo una estructura traslacional*:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (\psi_A + \psi_B) + 1,6 \cdot \psi_A \cdot \psi_B}{7,5 \cdot (\psi_A \cdot \psi_B)}} = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (0 + 1,778)}{7,5 + (0 + 1,778)}} = 1,255$$

*De aplicación en estructuras usuales de edificación de menos de 15 plantas, en las que el desplazamiento máximo en cabeza bajo cargas horizontales características, calculado mediante la teoría de 1º orden y con las rigideces de las secciones brutas, no supere 1/750 de la altura total.

Por lo que la **longitud de pandeo** queda:

$$L_K = 1,255 \cdot 3 = 3,765 \text{ m}$$

Se adoptará la misma longitud en los dos planos de pandeo.

2-La esbeltez geométrica.

En el plano del pórtico:

$$\lambda_{P,P} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

En el plano lateral:

$$\lambda_{P,L} = \sqrt{12} \cdot 3,765/0,3 = 43,47$$

3-Cálculo de excentricidades de cálculo de 1º orden.

En el plano de la flexión:

$$e_2 = \frac{M_2}{N} = \frac{10,743 \text{ kN} \cdot \text{m}}{189,614 \text{ kN}} = 0,06 \text{ m}$$

Como el pórtico es traslacional $\rightarrow e_e = e_2 = 0,06 \text{ m}$

En el plano lateral:

$$e_{TOT} = e_2 = e_{accidental} = 0,02 \text{ m}$$

4-Esbeltez límite inferior λ_{inf} .

Se calcula para los dos planos como:

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} \right]}$$

Donde:

- v : Axil adimensional $v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = 189,614 \cdot 10^{-3} / (0,3 \cdot 0,3 \cdot 20) = 0,105$
- e_2 : Excentricidad de 1º orden en el extremo soporte con mayor momento, considerada positiva. En cada plano.
- h : Canto de la sección en el plano de flexión.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de las armaduras.
 - o C_{PP} : 0,24. Armadura simétrica en dos caras opuestas en el plano de flexión.
 - o C_{PL} : 0,16. Armadura simétrica en caras laterales.

Se formula esta hipótesis, aunque no se conoce como se distribuirá la armadura finalmente en el pilar.

Para el plano del pórtico queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,24}{0,105} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,06/0,3}\right]} = 78,49 > \lambda_{P,P} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

Para el plano lateral queda:

$$\lambda_{inf,PP} = 35 \cdot \sqrt{\frac{0,16}{0,105} \cdot \left[1 + \frac{0,24}{0,02/0,3}\right]} = 92,66 > \lambda_{P,L} = 43,47 \text{ (sin pandeo)}$$

5-Excentricidad ficticia.

Para el plano de flexión:

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot \beta) \cdot (\varepsilon_y + 0,0035) \cdot \frac{h + 20 \cdot e_e}{h + 10 \cdot e_e} \cdot \frac{I_0^2}{50 \cdot i_c}$$

Donde:

- $e_e = e_2 = 0,06 \text{ m}$
- $I_0 = L_K = 3,765$
- $h = 0,30 \text{ m}$
- $i_c = h/\sqrt{12} = 0,0866$
- $\varepsilon_y = B400S = 0,00166$
- $\beta = 1$. Armado de las 2 caras para el plano del pórtico.

$$e_a = (1 + 0,12 \cdot 1) \cdot (0,00166 + 0,0035) \cdot \frac{0,3 + 20 \cdot 0,06}{0,3 + 10 \cdot 0,06} \cdot \frac{3,765^2}{50 \cdot 0,0866}$$

$$e_a = 0,0315 \text{ m}$$

$$e_{Total,PP} = e_a + e_e = 0,0315 + 0,06 = 0,0915 \text{ m}$$

Para el plano lateral:

$$e_{Total,PL} = e_a + e_e = 0 + 0,02 = 0,02 \text{ m}$$

6-Cálculo de la armadura (disposición simétrica)

En el plano de flexión:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10,743 \cdot 0,0915 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,0018$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{189,614 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,105$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. No entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

En el plano lateral:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10,743 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20} = 0,0004$$

$$v = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{189,614 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,105$$

Recubrimiento ($d_2/h = 45/300 = 0,15$): se utiliza el ábaco de $0,15 \cdot h$. no entra dentro del ábaco, no es necesario colocar armadura por esfuerzos. Solo es necesario verificar la cuantía mínima.

Las comprobaciones que quedarían por hacer son:

- Cuantía mínima: que para pilares es del 4 por mil.

$$\text{Cuantía mínima} = 0,004 \cdot 300 \cdot 300 = 360 \text{ mm}^2$$

Si se colocan $8\phi 16$ (entre las 2 caras) el área es de $1.608 \text{ mm}^2 > 360 \text{ mm}^2$, por lo que es una solución correcta.

- Separación entre barras: no excede de 350 mm.

La separación quedaría para 4 $\phi 16$:

$$s = \frac{300 - 2 \cdot \left(45 - \frac{16}{2}\right) - 4 \cdot 16}{3} = 54 \text{ mm}$$

- Estribos: como estribos se pueden disponerse $\phi 8$ cada 100 mm. Debido a que el valor del cortante es pequeño (6,844 kN) y la compresión del pilar incrementa la resistencia, puede comprobarse que cumple con el cortante V_{2d} .
- La armadura longitudinal deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_d \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \geq 0,1 \cdot 189,614 = 18,96 \text{ kN}$$

$$A_s \cdot f_{yd} \leq A_c \cdot f_{cd} \rightarrow \text{Para } 4\phi 20, U_1 = 502,65 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^3 = 1.800 \text{ kN}$$

Todos los resultados han sido satisfactorios para la hipótesis planteada, por tanto, se toma como solución final:

Pilares centrales

Longitudinal → 8Ø20 – B400S; $s = 54 \text{ mm}$; $r_{mec} = 45 \text{ mm}$

Transversal → Ø8 – B400S; $s = 100 \text{ mm}$; $r_{mec} = 45 \text{ mm}$

4.4.4. Resumen armadura pilares.

En el cuadro siguiente se adjunta el resumen de armadura correspondiente a cada tipo de pilar del edificio.

Tabla 17: Resumen armadura pilares.

<i>Pilar</i>	<i>Tipo</i>	<i>Longitudinal</i>	S_L (mm)	<i>Transversal</i>	S_T (mm)	r_{mec} (mm)
Extremo	Simétrico	8Ø20	54	Ø8	100	45
Central	Simétrico	8Ø20	54	Ø8	100	45

Debido a que la exigencia de esfuerzos en los dos tipos de pilares es similar y son lo suficientemente aptos para ello, se opta por uniformizar su tipo de armadura para reducir los costes de construcción y el manejo en obra de los mismos.

5. Cálculo de la cimentación.

En la cimentación se reciben los esfuerzos de la estructura y los que transmite el terreno, por tanto, la misma se ha de dimensionar de forma que pueda resistir la combinación de ambos. Para el cálculo de esta parte se utiliza el DB SE-C.

El procedimiento más habitual para resolver la cimentación de un pórtico de hormigón consiste en disponer zapatas aisladas bajos los pilares. Se trata de una cimentación superficial a una cota de apoyo cercana al terreno firme de referencia. Para ello, es necesario que la resistencia superficial del terreno no sea deficiente.

En este caso el tipo de zapata va a ser superficial. Estas se caracterizan por situarse sobre terrenos con optimas características a poca profundidad. Cuando existe roca o estratos duros o se ha realizado un desmante del suelo.

5.1. Datos de partida.

Los materiales a utilizar son los siguientes:

- **Hormigón HA-30/B/15/I** para los forjados, jácenas, pilares y cimentaciones de características:

- $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_c = 1,5$; $f_{cd} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Consistencia blanda.
- Tamaño máximo de árido 15 mm.
- Clase general de exposición *no agresiva*.
- Recubrimiento mínimo $r_{\min} = 20 \text{ mm}$.
- Recubrimiento nominal $r_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$.
- **Acero corrugado B-400-S** de características (Instrucción EHE-08)
 - $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_s = 1,15$; $f_{yd} = 347,8 \text{ N/mm}^2$

Los datos correspondientes a suelo son los siguientes:

- Densidad: 1.800 kg/m^3
- $\varphi: 35^\circ$
- $E: 150 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma: 0,25 \text{ N/mm}^2$

5.2. Esfuerzos a soportar por las zapatas.

Para las condiciones de estabilidad al vuelco y resistencia del suelo se utilizan las combinaciones en Estado Límite de Servicio (ELS) mientras que para la resistencia de la zapata se utilizan las del Estado Límite Último (ELU). Puede ser suficiente con utilizar las siguientes para el cálculo de las mismas.

$$ELS2 \rightarrow 1 \cdot G + 1 \cdot S + 0,5 \cdot N + 0,6 \cdot V2$$

$$COMB2 \rightarrow 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S + 0,75 \cdot N + 0,9 \cdot V2$$

Se utilizan los listados de reacciones en apoyos:

- $F1 = Fx$ (componente horizontal de la fuerza o cortante)
- $F3 = Fz$ (componente vertical de la fuerza o axil)
- $M2 = My$ (flector).

Las reacciones en el apoyo, para el pilar a sotavento (*frame 3*) son:

Tabla 18: Reacciones en los apoyos para pilares extremos.

ELU	F1 kN	F2 kN	M2 kN·m
Comb2	-83,678	16,399	18,496

Las reacciones en el apoyo, para el pilar a central (*frame 2*) son:

Tabla 19: Reacciones en los apoyos para pilares centrales.

ELU	F1 kN	F2 kN	M2 kN·m
Comb2	-197,715	4,106	6,446

5.3. Dimensionado de las zapatas aisladas.

Tanto las bases de cálculo como las combinaciones de carga utilizadas en este apartado son las mismas que se utilizaron para el dimensionado de la estructura del edificio.

Las zapatas van a ser todas aisladas. Se va a distinguir entre dos tipos de zapatas.

- Zapatas situadas en el eje central longitudinal del edificio.
- Zapatas situadas en los laterales longitudinales del edificio.

Con el fin de optimizar el uso de materiales y la construcción de las mismas, se van a dimensionar por separado ya que tienen unas exigencias distintas en cada caso.

5.4. Dimensionado zapatas en extremos.

En este subapartado se va a dimensionar las zapatas correspondientes a los pilares extremos a partir de los resultados de esfuerzos de *frame 3*.

5.4.1. Dimensionado del enano.

El enano es un pilar de hormigón armado de pequeña altura, desde la cara superior de la zapata hasta la base de anclaje del pilar. Cuando el suelo presenta buenas cualidades en superficie se puede prescindir de este elemento y anclar la base de anclase directamente sobre la zapata.

Sus dimensiones transversales son como mínimo las de la base de anclaje, aunque se puede añadir entre 2,5 cm y 5 cm a cada lado para disponer de cierta holgura respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir en el replanteo de las bases de anclaje en obra. Respecto a la altura, debe ser suficiente para poder colocar los pernos de anclaje con la longitud de anclaje requerida.

Para el enano, en general, es suficiente con cumplir las cuantías mínimas de armadura longitudinal y transversal y las condiciones geométricas de la EHE-08, ya que su sección es elevada en relación a los esfuerzos que va a estar sometido.

- **Placa de anclaje:** #700x700x20, profundidad de la placa 25 cm.
- **Enano:** 0,75 x 075 m².
- **Cuantía mínima:** $0,004 \cdot 75 \cdot 75 = 22,5 \text{ mm}^2$
- **Armadura:** 4φ16 en cada cara, total 12φ16: $A_{\text{total}} = 12 \cdot 2,01 = 24,12 \text{ mm}^2 > 22,5 \text{ mm}^2$

- **Estribos:** 2 ramas de estribos $\phi 8$ cada 15 cm
- **Altura mínima:** $70 + 5 = 75$ cm (se fija en 80 cm) (5 cm doblado patilla).

5.4.2. Dimensionado del zuncho de atado.

El zuncho de atado es una viga de hormigón que ata las zapatas. Suele colocarse enrasada a la cara superior del enano. Se dimensiona o estima como elemento estructural secundario siendo el tamaño de la sección de hormigón función de la necesidad de arriostrado y acorde a la magnitud de la obra. Su armado se realiza por cuantías mínimas. En este proyecto, como obra de pequeñas dimensiones, se dispone el siguiente tipo de zuncho.

Zuncho de 0,40 x 0,30 m ($h \times b$) con armado de 3 ϕ 16 en la cara superior e inferior y estribos 2 ϕ 6 cada 0,20 m

5.4.3. Predimensionado de la zapata pilares extremos.

En primer lugar, se realiza un predimensionado de las dimensiones que finalmente tendrá la zapata. Las dimensiones que habrá que otorgarle son:

- a : Longitud o canto de la zapata (dimensión en el plano de la estructura)
- b : Anchura (dimensión de profundidad)
- h : Altura o espesor
- H : Profundidad (distancia vertical desde la base del pilar a la base de la zapata)

Será necesario realizar tanteos para establecer las dimensiones adecuadas.

- Forma en planta: debido a la gran excentricidad que caracteriza a las zapatas de pilares de naves, interesa que sea rectangular ($a > b$) no superando $a/b = 2$.
- Espesor o canto de la zapata (h): para que la zapata sea rígida, no debe ser menor a la mitad del vuelo de la zapata (distancia entre el borde del pilar o enano al borde de la zapata).

5.4.4. Cálculos.

Las dimensiones que se establecen en un principio para comprobar su aceptación con los cálculos son:

Tabla 20: Predimensionado zapatas extremas.

Dimensiones zapata (m)					
a	2,00	h	0,7	a_o	0,75
b	2,00	H	1,4	b_o	0,75

A continuación, se va a caracterizar la zapata en función de su vuelo (V). Para el cálculo del mismo se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2,00}{2} - \frac{0,75}{2} = 0,625 \text{ m}$$

Las condiciones para caracterizar la zapata son las siguientes:

$$\mathbf{RÍGIDA} \rightarrow V \leq 2 \cdot h$$

$$\mathbf{FLEXIBLE} \rightarrow V > 2 \cdot h$$

En este caso, el producto $2 \cdot h = 2 \cdot 0,7 \text{ m} = 1,4 \text{ m}$, por tanto, la zapata que se va a dimensionar para el muro queda caracterizada como *RÍGIDA*.

Pesos a considerar

Con dimensiones se calcula el peso propio de la zapata, del enano y del terreno que gravita sobre la zapata.

- El peso de la zapata se calcula a partir de sus dimensiones $a \times b \times h$ y del peso específico del hormigón.

$$P_Z = a \cdot b \cdot h \cdot \rho_{HA-30} = 7.000 \text{ kg}$$

- El peso del enano se calcula a partir de sus dimensiones $a_0 \times b_0 \times (H-h)$ y del peso específico del hormigón:

$$P_e = a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h) \cdot \rho_{HA-30} = 985 \text{ kg}$$

- El peso de la tierra que gravita sobre la zapata se calcula del siguiente modo a partir del peso específico del suelo.

$$P_s = (a \cdot b \cdot (H - h) - a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h)) \cdot \rho_s = 4.331 \text{ kg}$$

Lo que implica un peso total de:

$$P_{total} = 12.315 \text{ kg}$$

Cálculo de la excentricidad

Se denomina excentricidad e a la distancia, respecto a centro de gravedad de una pieza, de la línea de acción del axil para provocar un flector igual al actuante: $M = N \cdot e$.

Para una zapata, es la distancia respecto al eje de la zapata de actuación de todas las cargas verticales " $N + P_{total}$ " que provocan el momento en la base de la zapata " $M + V \cdot H$ "

$$e = \frac{M + V \cdot H}{N + P_{total}} = \frac{1.866 + 2.692 \cdot 1,4}{8533 + 12.315} = 0,271 \text{ m}$$

Se calcula también la excentricidad relativa, que es la relación entre la excentricidad e y la dimensión a de la zapara:

$$\lambda = \frac{e}{a} = \frac{0.271}{2.00} = 0,136$$

Comprobación a vuelco:

Se debe cumplir la siguiente relación:

$$a \geq 4 \cdot e \rightarrow 2,00 \geq 4 \cdot 0,271 = 1,084 \text{ Correcto}$$

En realidad, esta comprobación se trata de tomar momentos respecto a un punto de la zapata y se debe cumplir que el momento provocado por las acciones estabilizadoras (Axil, más el peso total) supera con cierto margen de seguridad las acciones desestabilizadoras (Momento M y cortante V).

Comprobación a deslizamiento:

Se va a calcular a partir del cortante, la fuerza desestabilizadora que produce sobre la zapata. Por otro lado, las fuerzas estabilizantes las conforman el peso total por el ángulo de rozamiento interno del suelo. Del Anejo N° 5 "Estudio geotécnico" se recuerda que se trabaja con un valor de:

$$\varphi = 35^{\circ}$$

Por tanto, los momentos estabilizadores serán:

$$F_{est} = P_{total} \cdot \tan 35 = 14.594 \text{ kg}$$

El momento desestabilizador, mayorado desde el lado de la seguridad, provocado por el cortante será:

$$F_{des} = V \cdot 2 = 2.692 \text{ kg} \cdot 2 = 5.384 \text{ kg}$$

Se comprueba que:

$$F_{des} < F_{est}$$

Por lo que el cálculo es **satisfactorio**.

Comprobación de resistencia del suelo.

En este apartado se calcula si la zapata tiene las dimensiones correctas como para transmitir unas tensiones al suelo que este sea capaz de soportar. Estas pueden quedar distribuidas sobre el terreno de 3 formas distintas.

- Caso 1: es en el caso en el que la excentricidad toma valores menores a $a/6$, la distribución de cargas que se obtiene tiene una forma trapecial.

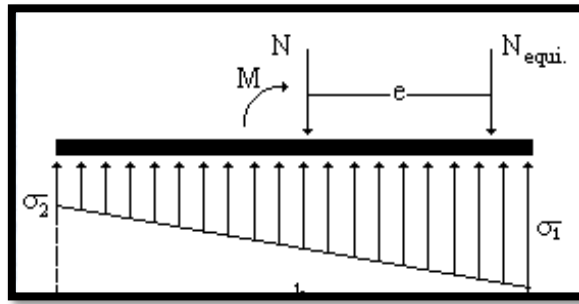


Ilustración 1: Distribución de cargas trapecial.

En este caso, para determinar que es apto el cálculo se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\frac{3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}{4} < \sigma_{adm}$$

- Caso 2: este es el caso en el que la excentricidad se mueve entre los valores de $a/3$ y $a/6$ dando lugar a una distribución de cargas como en la figura.

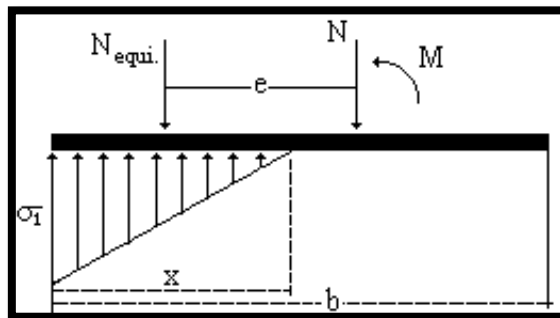


Ilustración 2: Distribución de cargas triangular.

Aquí deberá cumplirse la siguiente expresión:

$$\sigma_1 < \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

- Caso 3: Cuando la excentricidad supera el valor $1/3 \cdot b$ se considera que la zapata está mal predimensionada, y que deben modificarse las condiciones geométricas por falta de seguridad al vuelco, ya que γ_s es menor de 1,5.

En el caso particular de estas zapatas, donde la excentricidad adopta un valor de 0,15 m, se encontrarían en el caso 1 ya que:

$$e < \frac{a}{6} \rightarrow 0,271 \text{ m} < 0,333 \text{ m} \quad \text{CASO 1}$$

Por tanto, la distribución de cargas adopta una forma trapecial. Para comprobar que estas dimensiones de la zapata son aptas para esta distribución de cargas se debe cumplir la siguiente ecuación:

El momento $M + V \cdot H$ provoca tensiones inferiores a $N + P_{total}$ dejando toda la base de la zapata comprimida. Se debe verificar que:

$$\lambda < \frac{1}{6} \rightarrow 0,136 < \frac{1}{6} \quad \text{Correcto}$$

Se obtiene, para verificar los cálculos una tensión media de la zapata sobre el suelo del siguiente modo:

$$\sigma_{med} = \frac{N + P_{total}}{a \cdot b} = \frac{20.849}{2 \cdot 2} = 5.212 \text{ kg/m}^2$$

Siendo así, la tensión máxima σ_1 se calcula del siguiente modo para distribuciones trapeciales de cargas:

$$\sigma_1 = \sigma_{med} \cdot (1 + 6 \cdot \lambda) = 5.212 \cdot (1 + 6 \cdot 0,136) = 9.465 \text{ kg/m}^2$$

Recordando que la tensión máxima admisible del suelo es 2.500.000 kg/m² se debe verificar lo siguiente para que sea válido el cálculo:

$$\sigma_1 < 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

$$9.465 < 1,25 \cdot 25.000 \quad \text{Correcto.}$$

Por tanto, las dimensiones de la zapata son correcta.

5.4.5. Armadura para la zapata.

En este apartado se procede al cálculo de la armadura necesaria a colocar en la zapata. En ella, igualmente que en el muro se va a dejar un recubrimiento de **0,05 m** y para su cálculo se van a tomar barras de acero **B-400-S**.

Se calculan en primer lugar los esfuerzos a soportar por las barras de acero provocados por las distintas cargas que sobre la zapata actúan:

Se emplea la teoría general de la flexión. La armadura se dimensiona para el momento que ha de soportar como elemento voladizo, considerando el empotramiento situado un 15 % de la dimensión del pilar, retranqueando hacia su interior.

La resultante de las tensiones a partir de la sección de referencia, viene dada por las siguientes expresiones:

$$I_d = v + 0,15 \cdot a_0 = 0,74 \text{ m}$$

El momento provocado quedará como:

$$M_d = \frac{\sigma_{\text{máx}} \cdot b \cdot I_d^2}{2} = 5.148 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este momento se mayor por un factor de 1,5.

$$M_d = 1,5 \cdot 5.148 \text{ kg} \cdot \text{m} = 7.722 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este será el momento que ha de soportar la armadura inferior de la zapata.

Recordando que el recubrimiento es:

$$d = 0,65 \text{ m}$$

Se obtiene el valor V_0 que servirá para calcular el área de armadura necesaria:

Siendo este:

$$V_0 = \frac{0,85 \cdot b \cdot d \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m} \cdot 3000000 \text{ kg/m}^2}{1,5} = 221.000 \text{ kg}$$

Ahora se calcula U_s :

$$U_s = V_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{V_0 \cdot d}} \right) = 12.218 \text{ kg}$$

Se va a comprobar la armadura por dos métodos cogiendo el valor más alto de barras de los dos casos que se plantean.

1. Se comienza probando con barras de 12 mm de diámetro:

$$U_s(12 \text{ mm}) = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} \cdot \frac{40.000.000}{1,15} = 3.934 \text{ kg/barra}$$

Por tanto, el número de barras a colocar sería de:

$$N = \frac{20.732 \text{ kg}}{3.934 \text{ kg/barra}} = 3,11 = 4 \text{ barras}$$

2. Cuantías geométricas mínimas

Aquí se comprueba el área de acero mínima a colocar dadas las características de la zapata. Su determinación es mediante la siguiente ecuación.

$$A_{min} = \frac{0,9}{1000} \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} = 0,000126 \text{ m}^2$$

Cada barra de 12 mm tiene un área de:

$$A_{12} = 0,00011 \text{ m}^2 / \text{barra}$$

Por tanto, las barras a colocar serían:

$$N = \frac{0,00126 \text{ m}^2}{\frac{0,00011 \text{ m}^2}{\text{barra}}} = 11,1 = 12 \text{ barras}$$

Por tanto, se colocarán 12 barras de \varnothing 12 mm con una separación de 17,3 cm dejando un recubrimiento de 0,05 m.

5.5. Dimensionado zapatas centrales.

En este subapartado se va a dimensionar las zapatas correspondientes a los pilares centrales a partir de los resultados de esfuerzos de *frame 2*.

5.5.1. Dimensionado del enano.

El enano es un pilar de hormigón armado de pequeña altura, desde la cara superior de la zapata hasta la base de anclaje del pilar. Cuando el suelo presenta buenas cualidades en superficie se puede prescindir de este elemento y anclar la base de anclase directamente sobre la zapata.

Sus dimensiones transversales son como mínimo las de la base de anclaje, aunque se puede añadir entre 2,5 cm y 5 cm a cada lado para disponer de cierta holgura respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir en el replanteo de las bases de anclaje en obra. Respecto a la altura, debe ser suficiente para poder colocar los pernos de anclaje con la longitud de anclaje requerida.

Para el enano, en general, es suficiente con cumplir las cuantías mínimas de armadura longitudinal y transversal y las condiciones geométricas de la EHE-08, ya que su sección es elevada en relación a los esfuerzos que va a estar sometido.

- **Placa de anclaje:** #700x700x20, profundidad de la placa 25 cm.
- **Enano:** 0,75 x 075 m².
- **Cuantía mínima:** 0,004·75·75 = 22,5 mm²
- **Armadura:** 4 ϕ 16 en cada cara, total 12 ϕ 16: $A_{total} = 12 \cdot 2,01 = 24,12 \text{ mm}^2 > 22,5 \text{ mm}^2$
- **Estribos:** 2 ramas de estribos ϕ 8 cada 15 cm

- **Altura mínima:** $70 + 5 = 75$ cm (se fija en 80 cm) (5 cm doblado patilla).

5.5.2. Dimensionado del zuncho de atado.

El zuncho de atado es una viga de hormigón que ata las zapatas. Suele colocarse enrasada a la cara superior del enano. Se dimensiona o estima como elemento estructural secundario siendo el tamaño de la sección de hormigón función de la necesidad de arriostrado y acorde a la magnitud de la obra. Su armado se realiza por cuantías mínimas. En este proyecto, como obra de pequeñas dimensiones, se dispone el siguiente tipo de zuncho.

Zuncho de $0,40 \times 0,30$ m ($h \times b$) con armado de $3\phi 16$ en la cara superior e inferior y estribos $2\phi 6$ cada $0,20$ m

5.5.3. Predimensionado de la zapata pilares centrales.

En primer lugar, se realiza un predimensionado de las dimensiones que finalmente tendrá la zapata. Las dimensiones que habrá que otorgarle son:

- a : Longitud o canto de la zapata (dimensión en el plano de la estructura)
- b : Anchura (dimensión de profundidad)
- h : Altura o espesor
- H : Profundidad (distancia vertical desde la base del pilar a la base de la zapata)

Será necesario realizar tanteos para establecer las dimensiones adecuadas.

- Forma en planta: debido a la gran excentricidad que caracteriza a las zapatas de pilares de naves, interesa que sea rectangular ($a > b$) no superando $a/b = 2$.
- Espesor o canto de la zapata (h): para que la zapata sea rígida, no debe ser menor a la mitad del vuelo de la zapata (distancia entre el borde del pilar o enano al borde de la zapata).

5.5.4. Cálculos.

Las dimensiones que se establecen en un principio para comprobar su aceptación con los cálculos son:

Tabla 21: Predimensionado zapatas centrales.

Dimensiones zapata (m)					
a	2,20	h	0,7	a_o	0,75
b	2,20	H	1,4	b_o	0,75

A continuación, se va a caracterizar la zapata en función de su vuelo (V). Para el cálculo del mismo se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2,20}{2} - \frac{0,75}{2} = 0,725 \text{ m}$$

Las condiciones para caracterizar la zapata son las siguientes:

$$\mathbf{RÍGIDA} \rightarrow V \leq 2 \cdot h$$

$$\mathbf{FLEXIBLE} \rightarrow V > 2 \cdot h$$

En este caso, el producto $2 \cdot h = 2 \cdot 0,7 \text{ m} = 1,4 \text{ m}$, por tanto, la zapata que se va a dimensionar para el muro queda caracterizada como *RÍGIDA*.

Pesos a considerar

Con dimensiones se calcula el peso propio de la zapata, del enano y del terreno que gravita sobre la zapata.

- El peso de la zapata se calcula a partir de sus dimensiones $a \times b \times h$ y del peso específico del hormigón.

$$P_Z = a \cdot b \cdot h \cdot \rho_{HA-30} = 8.470 \text{ kg}$$

- El peso del enano se calcula a partir de sus dimensiones $a_0 \times b_0 \times (H-h)$ y del peso específico del hormigón:

$$P_e = a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h) \cdot \rho_{HA-30} = 985 \text{ kg}$$

- El peso de la tierra que gravita sobre la zapata se calcula del siguiente modo a partir del peso específico del suelo.

$$P_s = (a \cdot b \cdot (H - h) - a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h)) \cdot \rho_s = 5.390 \text{ kg}$$

Lo que implica un peso total de:

$$P_{total} = 14.844 \text{ kg}$$

Cálculo de la excentricidad

Se denomina excentricidad e a la distancia, respecto a centro de gravedad de una pieza, de la línea de acción del axil para provocar un flector igual al actuante: $M = N \cdot e$.

Para una zapata, es la distancia respecto al eje de la zapata de actuación de todas las cargas verticales " $N + P_{total}$ " que provocan el momento en la base de la zapata " $M + V \cdot H$ "

$$e = \frac{M + V \cdot H}{N + P_{total}} = \frac{657 + 419 \cdot 1,4}{20.161 + 14.844} = 0,036 \text{ m}$$

Se calcula también la excentricidad relativa, que es la relación entre la excentricidad e y la dimensión a de la zapara:

$$\lambda = \frac{e}{a} = \frac{0.036}{2.20} = 0,016$$

Comprobación a vuelco:

Se debe cumplir la siguiente relación:

$$a \geq 4 \cdot e \rightarrow 2,20 \geq 4 \cdot 0,036 = 0,144 \text{ Correcto}$$

En realidad, esta comprobación se trata de tomar momentos respecto a un punto de la zapata y se debe cumplir que el momento provocado por las acciones estabilizadoras (Axil, más el peso total) supera con cierto margen de seguridad las acciones desestabilizadoras (Momento M y cortante V).

Comprobación a deslizamiento:

Se va a calcular a partir del cortante, la fuerza desestabilizadora que produce sobre la zapata. Por otro lado, las fuerzas estabilizantes las conforman el peso total por el ángulo de rozamiento interno del suelo. Del Anejo N° 5 "Estudio geotécnico se recuerda que se trabaja con un valor de:

$$\varphi = 35^{\circ}$$

Por tanto, los momentos estabilizadores serán:

$$F_{est} = P_{total} \cdot \tan 35 = \mathbf{24.504 \text{ kg}}$$

El momento desestabilizador, mayorado desde el lado de la seguridad, provocado por el cortante será:

$$F_{des} = V \cdot 2 = \mathbf{419 \text{ kg} \cdot 2 = 838 \text{ kg}}$$

Se comprueba que:

$$F_{des} < F_{est}$$

Por lo que el cálculo es **satisfactorio**.

Comprobación de resistencia del suelo.

En este apartado se calcula si la zapata tiene las dimensiones correctas como para transmitir unas tensiones al suelo que este sea capaz de soportar. Estas pueden quedar distribuidas sobre el terreno de 3 formas distintas.

- Caso 1: es en el caso en el que la excentricidad toma valores menores a $a/6$, la distribución de cargas que se obtiene tiene una forma trapecial.

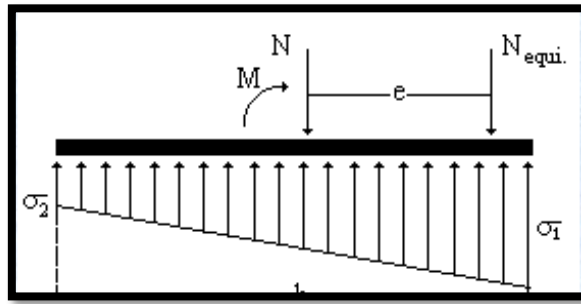


Ilustración 3: Distribución de cargas trapecial.

En este caso, para determinar que es apto el cálculo se deberá cumplir la siguiente condición:

$$\frac{3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}{4} < \sigma_{adm}$$

- Caso 2: este es el caso en el que a excentricidad se mueve entre los valores de $a/3$ y $a/6$ dando lugar a una distribución de cargas como en la figura.

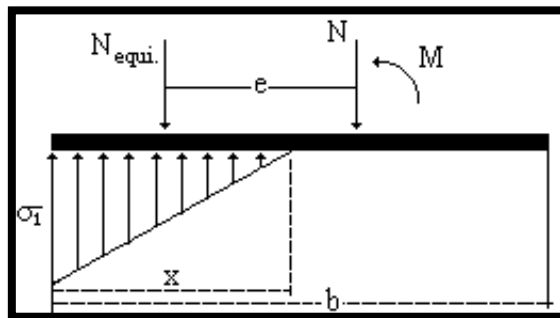


Ilustración 4: Distribución de cargas triangular.

Aquí deberá cumplirse la siguiente expresión:

$$\sigma_1 < \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

- Caso 3: Cuando la excentricidad supera el valor $1/3 \cdot b$ se considera que la zapata está mal predimensionada, y que deben modificarse las condiciones geométricas por falta de seguridad al vuelco, ya que γ_s es menor de 1,5.

En el caso particular de estas zapatas, donde la excentricidad adopta un valor de 0,15 m, se encontrarían en el caso 1 ya que:

$$e < \frac{a}{6} \rightarrow 0,036 \text{ m} < 0,367 \text{ m} \quad \text{CASO 1}$$

Por tanto, la distribución de cargas adopta una forma trapezoidal. Para comprobar que estas dimensiones de la zapata son aptas para esta distribución de cargas se debe cumplir la siguiente ecuación:

El momento $M + V \cdot H$ provoca tensiones inferiores a $N + P_{total}$ dejando toda la base de la zapata comprimida. Se debe verificar que:

$$\lambda < \frac{1}{6} \rightarrow 0,016 < \frac{1}{6} \quad \text{Correcto}$$

Se obtiene, para verificar los cálculos una tensión media de la zapata sobre el suelo del siguiente modo:

$$\sigma_{med} = \frac{N + P_{total}}{a \cdot b} = \frac{35.005}{2,2 \cdot 2,2} = 7.233 \text{ kg/m}^2$$

Siendo así, la tensión máxima σ_1 se calcula del siguiente modo para distribuciones trapezoidales de cargas:

$$\sigma_1 = \sigma_{med} \cdot (1 + 6 \cdot \lambda) = 7.233 \cdot (1 + 6 \cdot 0,016) = 7928 \text{ kg/m}^2$$

Recordando que la tensión máxima admisible del suelo es 25.000 kg/m^2 se debe verificar lo siguiente para que sea válido el cálculo:

$$\sigma_1 < 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

$$7.928 < 1,25 \cdot 25.000 \quad \text{Correcto.}$$

Por tanto, las dimensiones de la zapata son correcta.

5.5.5. Armadura para la zapata.

En este apartado se procede al cálculo de la armadura necesaria a colocar en la zapata. En ella, igualmente que en el muro se va a dejar un recubrimiento de **0,05 m** y para su cálculo se van a tomar barras de acero **B-400-S**.

Se calculan en primer lugar los esfuerzos a soportar por las barras de acero provocados por las distintas cargas que sobre la zapata actúan:

Se emplea la teoría general de la flexión. La armadura se dimensiona para el momento que ha de soportar como elemento voladizo, considerando el empotramiento situado un 15 % de la dimensión del pilar, retranqueando hacia su interior.

La resultante de las tensiones a partir de la sección de referencia, viene dada por las siguientes expresiones:

$$I_d = v + 0,15 \cdot a_0 = 0,84 \text{ m}$$

El momento provocado quedará como:

$$M_d = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} \cdot b \cdot I_d^2}{2} = 6.117 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este momento se mayor por un factor de 1,5.

$$M_d = 1,5 \cdot 6.117 \text{ kg} \cdot \text{m} = 9.175 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este será el momento que ha de soportar la armadura inferior de la zapata.

Recordando que el recubrimiento es:

$$d = 0,65 \text{ m}$$

Se obtiene el valor V_0 que servirá para calcular el área de armadura necesaria:

Siendo este:

$$V_0 = \frac{0,85 \cdot b \cdot d \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 2,2 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m} \cdot 3000000 \text{ kg}/\text{m}^2}{1,5} = 243.100 \text{ kg}$$

Ahora se calcula U_s :

$$U_s = V_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{V_0 \cdot d}} \right) = 14.551 \text{ kg}$$

Se va a comprobar la armadura por dos métodos cogiendo el valor más alto de barras de los dos casos que se plantean.

1. Se comienza probando con barras de 12 mm de diámetro:

$$U_s(12 \text{ mm}) = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} \cdot \frac{40.000.000}{1,15} = 3.934 \text{ kg}/\text{barra}$$

Por tanto, el número de barras a colocar sería de:

$$N = \frac{20.732 \text{ kg}}{3.934 \text{ kg}/\text{barra}} = 3,7 = 4 \text{ barras}$$

2. Cuantías geométricas mínimas

Aquí se comprueba el área de acero mínima a colocar dadas las características de la zapata. Su determinación es mediante la siguiente ecuación.

$$A_{min} = \frac{0,9}{1000} \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m} = 0,000139 \text{ m}^2$$

Cada barra de 12 mm tiene un área de:

$$A_{12} = 0,00011 \text{ m}^2 / \text{barra}$$

Por tanto, las barras a colocar serían:

$$N = \frac{0,00139 \text{ m}^2}{\frac{0,00011 \text{ m}^2}{\text{barra}}} = 12,25 = 13 \text{ barras}$$

Por tanto, se colocarán 13 barras de \varnothing 12 mm con una separación de 17,5 cm dejando un recubrimiento de 0,05 m.

6. Cálculo del forjado.

Se trata de un elemento constructivo de tipo plano formado por un conjunto de elementos resistentes característicos, dispuestos de tal forma que permiten transmitir las cargas verticales gravitantes, y las horizontales, a la estructura portante.

Las funciones del mismo en la edificación serán:

- Resistir esfuerzos debidos a las cargas normales a su plano medio.
- Resistir esfuerzos engendrados por cargas contenidas dentro de su plano.
- Colaborar en el comportamiento resistente de las vigas principales de la estructura como parte integrante de la misma.
- Colaborar en la deformación de la estructura arriostrando los distintos pórticos de la estructura, enlazándolos entre si.

6.1. Normativa aplicable.

En la actualidad, el contenido relativo a los forjados unidireccionales pertenece al articulado de la Instrucción Estructural:

- EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural".

Los forjados unidireccionales se abordan en distintos puntos del articulado y sus anexos.

6.2. Tipología de forjado.

En el Anejo 12 de la EHE-08, punto tercero, se recogen los tipos más comunes de forjados: de viguetas pretensadas y de placas alveolares.

En este caso, para el edificio, se decide colocar un forjado de viguetas pretensadas. El mismo está formado por los siguientes elementos:

- Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado.
- Piezas de entrevigado cuya función puede ser el aligeramiento o también colaborante con la resistencia (Art.36 EHE-08).
- Armaduras de obra, longitudinales, transversales y de reparto, colocadas previamente al hormigonado.
- Hormigón vertido en obra para relleno de nervios y formación de la losa superior del forjado.

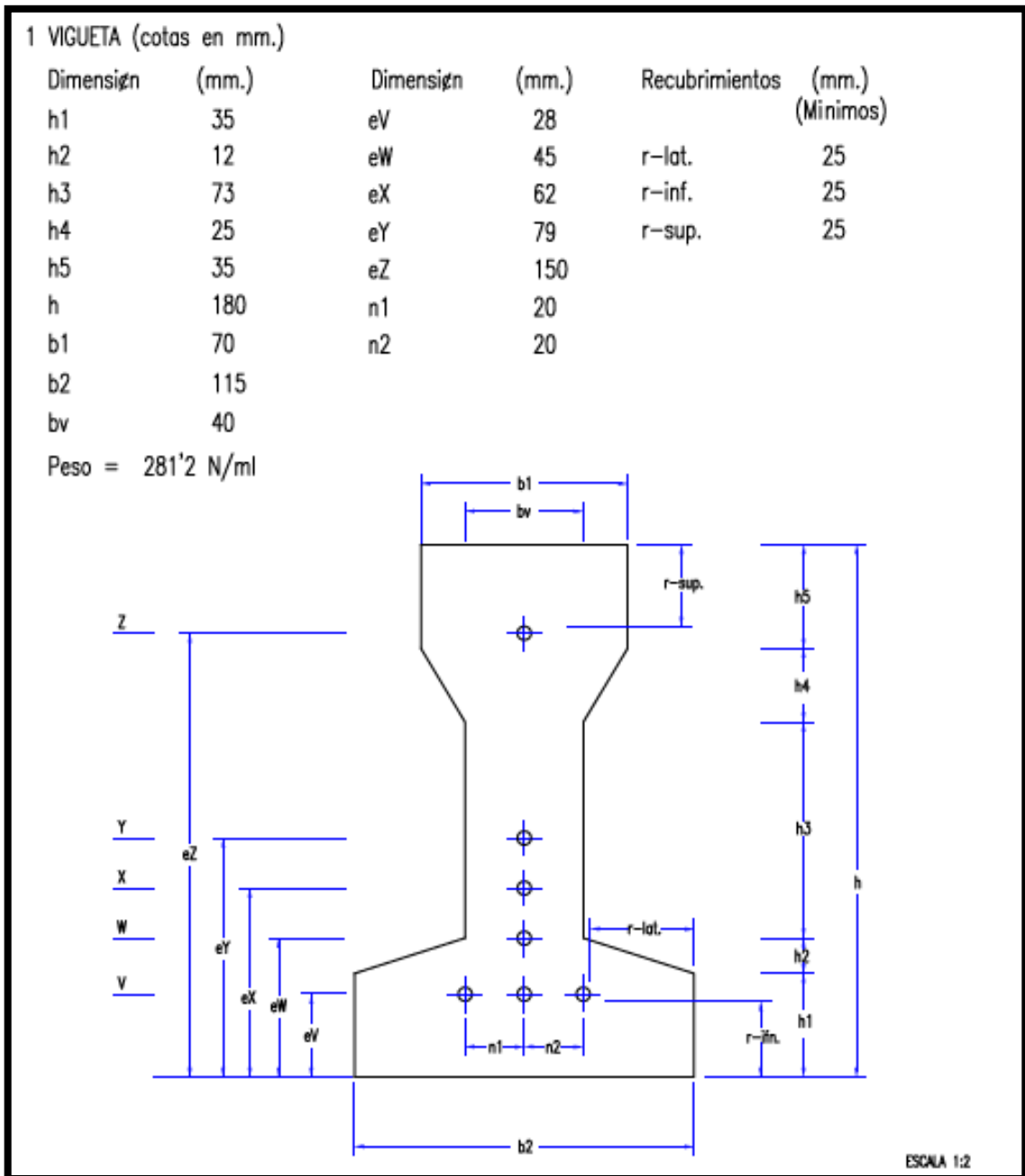
En este caso, se propone un forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 18 cm, entrejes 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.

6.3. Características técnicas del forjado

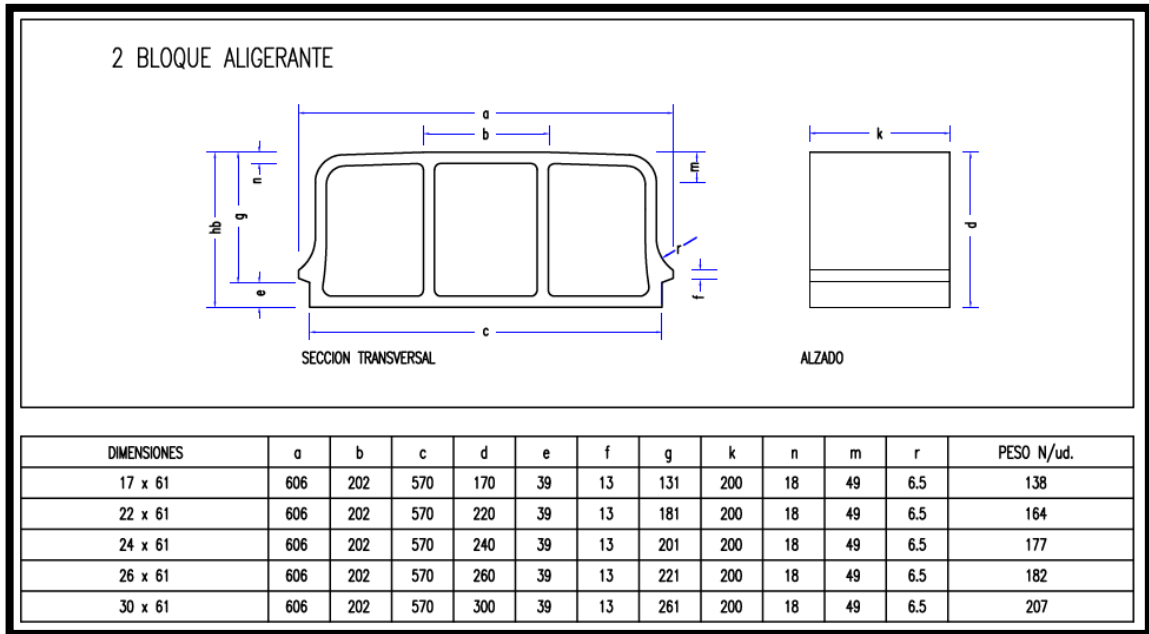
Las características técnicas del mismo son las siguientes:

- Viguetas pretensadas de 18 cm de canto

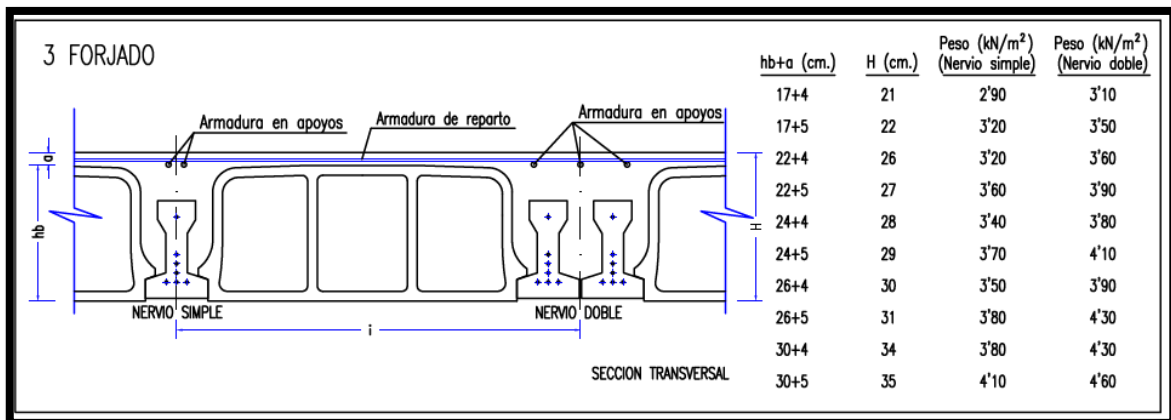
Su ficha técnica es la siguiente:



- Bloque aligerante de 22 cm



- Forjado 22+4 cm con capa de compresión incluida.



- Materiales del forjado:

4 MATERIALES

HORMIGON DE VIGUETA	HP-45/S/10/IIIa	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
HORMIGON VERTIDO EN OBRA:			
Con capa de compresión 4cm. . .	HA-25/B/15/I	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
Con capa de compresión 5cm. . .	HA-25/B/20/I	Resistencia a compresión de proyecto $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente de seguridad $\gamma_c = 1'5$
ACERO A PRETENSAR	Y 1860 C4 Y 1860 C5 Y 1770 C6	Limite el stico $f_{tk} = 1560 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5% Limite el stico $f_{tk} = 1560 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5% Limite el stico $f_{tk} = 1500 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 5%	Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$ Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$ Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$
ACERO ARMADURA SUPERIOR	B-500S	Limite el stico $f_{tk} = 500 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento de rotura 12%	Coefficiente de seguridad $\gamma_s = 1'15$

- Armado de la vigueta:

Se selecciona el tipo de vigueta T3

TIPO DE VIGUETA		T1	T2	T3	T4	T5
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	Z	1φ4	1φ4	1φ5	1φ5	1φ5
	Y	-	-	-	-	-
	X	-	-	-	-	1φ4
	W	-	1φ4	1φ4	1φ5	1φ4
	V	2φ5	2φ5	1φ4 + 2φ5	3φ5	3φ6
TENSIÓN INICIAL (TODOS NIVELES) (Kn/mm ²)	ALAMBRES	1327,5	1327,5	1327,5	1327,5	1327,5
PÉRDIDAS TOTALES A PLAZO INFINITO(%)	c.d.g.	17,78	19,13	21,13	23,09	27,86

- Características mecánicas de la vigueta aislada:

6. CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LA VIGUETA AISLADA								
TIPO DE VIGUETA	Módulo resistente Winf (cm ³)	Rigidez bruta E.Ib (m ² .kN)	P.e (N.m)	Tensión inicial debida al pretensado (N/mm ²)		Ejecución		
				σp,inf	σp,sup	M ₂ (m.kN)	M ₁ (m.kN)	V _u (kN)
1	511,999	1499,318	-1210,15	8,39	8,39			11
2	511,999	1499,318	-1632,06	10,76	10,76			12
3	511,999	1499,318	-1728,43	13,06	13,06			14
4	511,999	1499,318	-2275,98	15,92	15,92			15
5	511,999	1499,318	-3291,22	21,71	21,71			18

- Características forjado completo 22+4:

TIPO DE FORJADO	CANTO TOTAL (CM)	TIPO	FLEXION POSITIVA (por m.l.) (1)								
			MOMENTO ULTIMO (m.kN/m)	β***	(4) Módulo resistente del forjado Winf (cm ³ /m)	RIGIDEZ TOTAL (m ² .N/m)	RIGIDEZ FISURADA (m ² .N/m)	M límite de servicio según clase de exposición (m.kN/m) (3)			CORTANTE ULTIMO (kN/m) (2)
								Mo	Mo'	Mo ₂	
(22-4)X70 SIMPLE VIGUETA	26 cm	1	23,74	6,05	1986	13151	492	12,05	14,80	18,22	20,60
		2	28,62	6,05	1995	13200	589	15,04	18,08	22,59	23,53
		3	35,15	6,05	2007	13263	673	18,78	23,02	27,85	27,18
		4	40,55	6,05	2019	13326	755	22,08	26,30	32,44	30,09
		5	50,58	6,05	2044	13463	871	28,56	32,58	40,77	35,39
(22-4)X82 DOBLE VIGUETA	26 cm	1	38,89	5,07	2989	18830	777	21,18	36,03	31,47	35,17
		2	47,31	5,07	3005	18903	925	26,45	44,04	38,62	40,18
		3	57,21	5,07	3025	18997	1016	33,08	56,10	47,32	46,40
		4	65,63	5,07	3045	19091	1132	38,91	64,14	54,83	51,38
		5	80,78	5,07	3088	19291	1254	50,39	79,57	68,44	60,42

6.4. Acciones.

Las acciones son las propias recogidas en el CTE-DB-SE-AE. La instrucción hace referencia a ellas en los artículos 11 y 12.

En cuanto a las hipótesis o combinaciones de carga, la ilustración siguiente establecer los coeficientes de ponderación, que, aunque los aborde de forma independiente, no son otros que los establecidos en CTE-DB-SE:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Ilustración 5: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los ELU.

Por otra parte, el cálculo de un forjado como elemento constructivo, se plantea como en otros muchos casos, por ensayo y error e iterando al realizar las comprobaciones.

Se han elaborado las siguientes tablas sobre las cargas que debe resistir el forjado que se va a construir.

- **Cargas permanentes (G).**

Tabla 22: Cargas permanentes (G).

Denominación	Peso
Forjado unidireccional de viguetas pretensadas de canto 20 cm, interejos 70 cm. (total 26 cm) incluso losa superior de 4 cm (30 kg/m ² por cm) y bovedillas de bloque de hormigón.	4 kN/m ²
Impermeabilizante, aislamiento térmico, formación de pendientes y doble tablero de rasilla.	1,5 kN/m ²
Falso techo de escayola incluso instalaciones	0,2 kN/m ²
TOTAL PERMANENTE (G)	5,7kN/m²

- **Sobrecarga de uso (S).**

Tabla 23: Sobrecarga de uso (S).

Denominación	Peso
Cubierta transitable accesible solo privadamente (F)	1 kN/m ²

- **Sobrecarga de nieve (N)**

Tabla 24: Sobrecarga por nieve (N).

Denominación	Peso
Para cubiertas planas de un edificio de pisos (h < 200 m)	0,2 kN/m ²

Lo que supone una carga característica total de:

$$q = 6,9 \frac{kN}{m^2} = 690 \frac{kg}{m^2}$$

6.5. Estados Límites de Servicio.

Como cualquier elemento de hormigón armado, resulta necesario realizar las comprobaciones a deformaciones límite. Sin embargo, no es necesario realizar la comprobación a flecha si se verifican una serie de condiciones que se exponen en los puntos siguientes. Además, la comprobación permite obtener el canto mínimo de un forjado para que resulte exenta la comprobación a flecha, por lo que resulta útil en los primeros pasos de un predimensionado. Este aspecto viene recogido en el artículo 50.2.2.1 de EHE-08 que dice lo siguiente:

En el caso particular de forjados de viguetas con luces inferiores a 7 metros (caso de este proyecto) y sobrecargas de uso (S) no mayores a 4 kN/m² (de aplicación en este proyecto), no es necesario realizar las comprobaciones a flecha de acuerdo con el artículo 50.1, si el canto total del forjado h es mayor que el mínimo que viene dado por la siguiente expresión:

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

- δ_1 : factor que depende de la carga total y que toma el valor $\sqrt{q/7}$, siendo q la carga total característica (sin mayorar) en kN/m².
- δ_2 : factor que depende de la longitud y toma el valor $\sqrt[4]{L/6}$, siendo L la luz de cálculo del forjado en metros.
- C : Valor adimensional que depende de la forma del vano, su posición, y de los elementos sustentables por el forjado y del tipo de forjado y se toma de la tabla 50.2.2.1.b (EHE-08). Para el caso de viguetas pretensadas en cubiertas, el coeficiente C adopta un valor de 29.

En los siguientes puntos se va a desarrollar el cálculo del forjado del depósito con losas alveolares.

6.6. Descripción de los elementos.

El edificio al que se le pretende colocar el forjado tiene las siguientes dimensiones:

- Separación entre pilares del mismo pórtico: 4 m
- Separación entre pórticos:
- Altura del edificio:
- Apoyará sobre vigas 30x45 de HA-30

Como se observa la distancia entre pilares es 4 m en las dos direcciones principales, por ello, toca decidir en qué dirección irá el forjado. Como regla práctica, suele salir más económico plantear los forjados siendo los pórticos principales resistentes los perpendiculares a esta. De esta forma el edificio queda más arriostrado, y las viguetas se plantean como vigas continuas en todos los vanos del pórtico.

6.7. Cálculos.

A continuación, se exponen todos los cálculos pertinentes a realizar para el forjado de viguetas unidireccional.

6.7.1. Canto mínimo del forjado.

A continuación, se calcula cual debería ser el canto mínimo de este forjado a partir de sus características geométricas y la carga q que debe soportar.

$$h_{min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C}$$

Donde:

$$\delta_1 = \sqrt{q/7} = \sqrt{6,9 \text{ kN/m}^2 / 7} = 0,992$$

$$\delta_2 = \sqrt[4]{L/6} = \sqrt[4]{4 \text{ m} / 6} = 0,904$$

$$C = 29$$

Por tanto, h_{min} queda:

$$h_{min} = 0,992 \cdot 0,904 \cdot \frac{4,0 \text{ m}}{29}$$

$$h_{min} = 0,13 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \text{ Correcto}$$

De momento, el cálculo con esta placa de 20 cm de canto es correcto, queda por comprobar si resistirá el momento máximo que se produzca.

6.7.2. Simplificación estructural.

Una vigueta, como elemento resistente lineal, puede asimilarse a efectos de cálculo como una viga continua de n vanos. Para representar las distintas posibilidades que afectan al cálculo, la norma adopta la siguiente simplificación estructural.

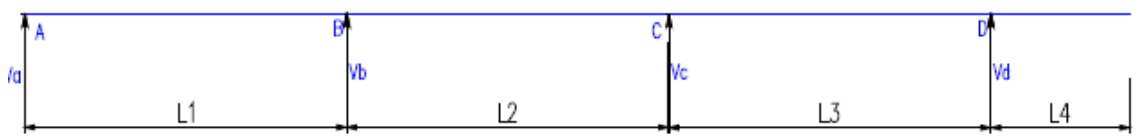


Ilustración 6: Esquema estructural de referencia.

Como se observa, está compuesto por una viga continua de tres vanos con unos extremos en voladizo, que puede estar o no.

A continuación, hay que estudiar los casos de carga uniforme repartida y alternancia entre cargas. Supuestamente hecho, EHE-08, en el Anejo 12, apartado 4, establece:

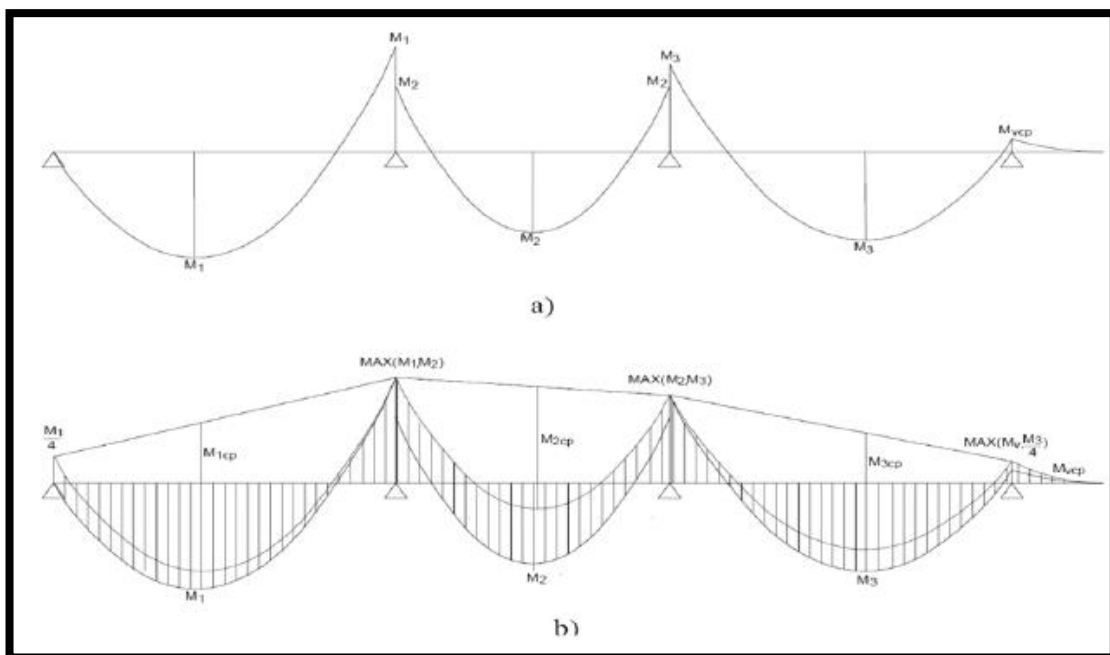


Ilustración 7: Gráfica básica y envolvente de momentos flectores.

Donde, los valores de los momentos M_1, M_2 y M_3 para cargas uniformemente repartidas son:

$$M_1 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot P_1 \cdot l_1^2$$

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot l_2^2}{16}$$

$$M_3 = \left(1,5 + \frac{M_v}{P_3 \cdot l_3^2} - \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_v}{P_3 \cdot l_3^2}} \right) \cdot P_3 \cdot l_3^2$$

6.7.3. Cargas lineales.

Para un ancho de entrevigado (distancia intereje) de 0,70 m se toma:

- Carga líneas característica (q):

$$q = 690 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,7 \text{ m} = 483 \text{ kg/ml}$$

- Carga lineal ponderada (q^*)

$$q^* = \left(570 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,35 + 100 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,5 + 20 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,75 \right) \cdot 0,7 \text{ m} = 654,2 \text{ kg/ml}$$

6.7.4. Momentos de cálculo.

A partir del procedimiento simplificado se obtiene:

Se tienen, en primer lugar, las siguientes consideraciones respecto al modelo estructural de referencia:

- No existe ningún tramo en voladizo.
- Los momentos de cálculo a considerar será únicamente M_1 y M_2 para vanos y extremos respectivamente.
- Las cargas P_1 y P_2 son idénticas para ambos vanos.
- Las luces l_1 y l_2 son iguales.

Por tanto, el cálculo será el siguiente:

- Momento isostático:

$$M_0 = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2}{8} = 1.309 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento máximo positivo vano extremo; momento máximo negativo apoyo interno vano externo:

$$M_1 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot P_1 \cdot l_1^2 = (1,5 - \sqrt{2}) \cdot 654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2 = 898 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento máximo positivo vano interno; momento máximo negativo en apoyo vano interno, excepto común a vano externo que es el anterior.

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot l_2^2}{16} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4^2 \text{ m}^2}{16} = 654,2 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Momento negativo en apoyo externo vano externo:

$$\frac{M_1}{4} = \frac{898 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4} = 225 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

6.7.5. Comprobaciones.

- Comprobación del momento último.

El momento último (M_0) que puede llegar a resistir el forjado, según sus características técnicas:

$$M_0 = 3.584,3 \text{ kg} \cdot \text{m} > 1.309 \text{ kg} \cdot \text{m} \text{ Correcto}$$

- Comprobación del cortante.

El cortante máximo que se obtiene para este forjado se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$V_d = \frac{q^* \cdot l}{2} = \frac{654,2 \text{ kg/ml} \cdot 4\text{m}}{2} = 1.308,4 \text{ kg}$$

Las características técnicas del forjado indican que el cortante máximo que puede soportar es:

$$V_u = 11 \text{ kN} = 1428 \text{ kg} > V_d \text{ Correcto}$$

6.7.6. Resumen forjado.

Finalmente, se coloca un forjado de las siguientes características:

Tabla 25: Resumen forjado.

Característica	Valor
Tipo	Viguetas unidireccional HP-45/S/10/IIIa
Subtipo	22+4
Viguetas	18 cm tipo T3 interejos 0,7 m
Bovedillas	22 cm x 61cm

Característica	Valor
Capa compresión	4 cm HA-25/B/15/I
Mallazo	Φ5 15x15

7. Resumen y conclusiones finales de la construcción.

Por último, se adjunta un resumen con las construcciones realizadas en este anejo en el que se indica el tipo de material utilizado, la cantidad, ya sea volumen o longitud y su disposición.

Además, se puede consultar en el N° 14 “Estructura cabezal” todo lo referente a este anejo en cuanto a disposición de los elementos.

Tabla 26: Resumen de resultados.

Elemento	Material	Dimensiones
Pilares	HA-30/B/15/I	0,30 x 0,30 x 3,0 m
	Acero corrugado B-400-S	Extremo: 8φ20 s: 54 mm y Φ8 s: 100 mm
		Central: 8φ20 s: 54 mm y Φ8 s: 100 mm
Vigas	HA-30/B/15/I	0,30 x 0,45 x 4,0 m
	Acero corrugado B-400-S	
Zapatas	HA-30/B/15/IIa	2,0 x 2,0 x 0,7 m
	Acero corrugado B-400-S	0,173 x 0,173 m Ø12 mm

8. Resultados SAP2000.

Con el fin de entender la numeración que se da en la lista de resultados sobre las barras (*frames*) se adjunta el siguiente esquema:

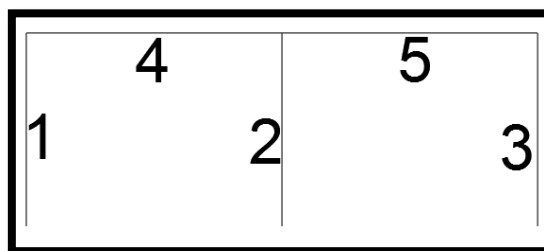


Ilustración 8: Esquema denominación de barras en edificio.

Table: Base Reactions, Part 1 of 2

Table: Base Reactions, Part 1 of 2												
Output Case	CaseType	Step Type	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	XCentroidFX
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m	m	m	m
G	LinStatic		-1,776E-15	0,000	228,736	0,0000	0,0000	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	3,720E+16
S	LinStatic		-4,441E-16	0,000	32,000	0,0000	0,0000	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	2,280E+16
N	LinStatic		-5,551E-17	0,000	6,400	0,0000	0,0000	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	3,647E+16
V1	LinStatic		-11,650	0,000	0,000	0,0000	-34,9500	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,02232
COMB1	Combination		-3,106E-15	0,000	361,594	0,0000	0,0000	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB2	Combination		-10,485	0,000	361,594	0,0000	-31,4550	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB3	Combination		10,485	0,000	361,594	0,0000	31,4550	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB4	Combination		-17,475	0,000	347,194	0,0000	-52,4250	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17
COMB5	Combination		17,475	0,000	347,194	0,0000	52,4250	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17
COMB6	Combination	Max	17,475	0,000	361,594	0,0000	52,4250	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,118E+17
COMB6	Combination	Min	-17,475	0,000	347,194	0,0000	-52,4250	0,000	0,00000	0,00000	0,00000	1,015E+17

Table: Base Reactions, Part 2 of 2

Table: Base Reactions, Part 2 of 2

Output Case	StepType	YCentro idFX m	ZCentro idFX m	XCentro idFY m	YCentro idFY m	ZCentro idFY m	XCentro idFZ m	YCentro idFZ m	ZCentro idFZ m
G		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
S		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
N		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
V1		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	15,45357	0,00000	0,00000
COMB1		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
COMB2		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	13,90821	0,00000	0,00000
COMB3		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-13,90821	0,00000	0,00000
COMB4		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	23,18035	0,00000	0,00000
COMB5		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-23,18035	0,00000	0,00000
COMB6	Max	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	23,18035	0,00000	0,00000
COMB6	Min	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-23,18035	0,00000	0,00000

Table: Element Forces - Frames

Table: Element Forces - Frames												
Frame	Station	Output Case	CaseType	Step Type	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameEI	ElemSta
	m				KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	em	tion
												m
1	0,00000	G	LinStatic		-52,176	-8,260	0,000	0,0000	0,0000	-8,1093	1-1	0,00000
1	3,00000	G	LinStatic		-45,556	-8,260	0,000	0,0000	0,0000	16,6707	1-1	3,00000
1	0,00000	S	LinStatic		-6,979	-1,265	0,000	0,0000	0,0000	-1,2423	1-1	0,00000
1	3,00000	S	LinStatic		-6,979	-1,265	0,000	0,0000	0,0000	2,5539	1-1	3,00000
1	0,00000	N	LinStatic		-1,396	-0,253	0,000	0,0000	0,0000	-0,2485	1-1	0,00000
1	3,00000	N	LinStatic		-1,396	-0,253	0,000	0,0000	0,0000	0,5108	1-1	3,00000
1	0,00000	V1	LinStatic		1,946	3,576	0,000	0,0000	0,0000	6,2250	1-1	0,00000
1	3,00000	V1	LinStatic		1,946	3,576	0,000	0,0000	0,0000	-4,5035	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB1	Combination		-81,953	-	0,000	0,0000	0,0000	-12,9974	1-1	0,00000
						13,239						
1	3,00000	COMB1	Combination		-73,017	-	0,000	0,0000	0,0000	26,7194	1-1	3,00000
						13,239						
1	0,00000	COMB2	Combination		-80,201	-	0,000	0,0000	0,0000	-7,3949	1-1	0,00000
						10,020						
1	3,00000	COMB2	Combination		-71,265	-	0,000	0,0000	0,0000	22,6663	1-1	3,00000
						10,020						
1	0,00000	COMB3	Combination		-83,705	-	0,000	0,0000	0,0000	-18,5999	1-1	0,00000
						16,457						
1	3,00000	COMB3	Combination		-74,768	-	0,000	0,0000	0,0000	30,7725	1-1	3,00000
						16,457						
1	0,00000	COMB4	Combination		-75,893	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	-3,1008	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB4	Combination		-66,956	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	18,8149	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB5	Combination		-81,732	-	0,000	0,0000	0,0000	-21,7759	1-1	0,00000
						18,034						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
1	3,00000	COMB5	Combination		-72,796	- 18,034	0,000	0,0000	0,0000	32,3254	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB6	Combination	Max	-75,893	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	-3,1008	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB6	Combination	Max	-66,956	-7,305	0,000	0,0000	0,0000	32,3254	1-1	3,00000
1	0,00000	COMB6	Combination	Min	-83,705	- 18,034	0,000	0,0000	0,0000	-21,7759	1-1	0,00000
1	3,00000	COMB6	Combination	Min	-74,768	- 18,034	0,000	0,0000	0,0000	18,8149	1-1	3,00000
2	0,00000	G	LinStatic		-124,385	7,925E-16	0,000	0,0000	0,0000	-8,644E-15	2-1	0,00000
2	3,00000	G	LinStatic		-117,766	7,925E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,102E-14	2-1	3,00000
2	0,00000	S	LinStatic		-18,042	8,004E-17	0,000	0,0000	0,0000	-3,198E-16	2-1	0,00000
2	3,00000	S	LinStatic		-18,042	8,004E-17	0,000	0,0000	0,0000	-7,973E-17	2-1	3,00000
2	0,00000	N	LinStatic		-3,608	3,047E-17	0,000	0,0000	0,0000	-1,472E-16	2-1	0,00000
2	3,00000	N	LinStatic		-3,608	3,047E-17	0,000	0,0000	0,0000	-2,387E-16	2-1	3,00000
2	0,00000	V1	LinStatic		-0,030	4,563	0,000	0,0000	0,0000	7,1620	2-1	0,00000
2	3,00000	V1	LinStatic		-0,030	4,563	0,000	0,0000	0,0000	-6,5260	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB1	Combination		-197,688	9,727E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,226E-14	2-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
2	3,00000	COMB1	Combination		-188,752	9,727E-16	0,000	0,0000	0,0000	-1,518E-14	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB2	Combination		-197,715	4,106	0,000	0,0000	0,0000	6,4458	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB2	Combination		-188,779	4,106	0,000	0,0000	0,0000	-5,8734	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB3	Combination		-197,662	-4,106	0,000	0,0000	0,0000	-6,4458	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB3	Combination		-188,726	-4,106	0,000	0,0000	0,0000	5,8734	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB4	Combination		-189,614	6,844	0,000	0,0000	0,0000	10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB4	Combination		-180,678	6,844	0,000	0,0000	0,0000	-9,7890	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB5	Combination		-189,525	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB5	Combination		-180,589	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	9,7890	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB6	Combination	Max	-189,525	6,844	0,000	0,0000	0,0000	10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB6	Combination	Max	-180,589	6,844	0,000	0,0000	0,0000	9,7890	2-1	3,00000
2	0,00000	COMB6	Combination	Min	-197,715	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-10,7430	2-1	0,00000
2	3,00000	COMB6	Combination	Min	-188,779	-6,844	0,000	0,0000	0,0000	-9,7890	2-1	3,00000
3	0,00000	G	LinStatic		-52,176	8,260	0,000	0,0000	0,0000	8,1093	3-1	0,00000
3	3,00000	G	LinStatic		-45,556	8,260	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	3-1	3,00000
3	0,00000	S	LinStatic		-6,979	1,265	0,000	0,0000	0,0000	1,2423	3-1	0,00000
3	3,00000	S	LinStatic		-6,979	1,265	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	3-1	3,00000
3	0,00000	N	LinStatic		-1,396	0,253	0,000	0,0000	0,0000	0,2485	3-1	0,00000
3	3,00000	N	LinStatic		-1,396	0,253	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	3-1	3,00000
3	0,00000	V1	LinStatic		-1,917	3,511	0,000	0,0000	0,0000	6,1094	3-1	0,00000
3	3,00000	V1	LinStatic		-1,917	3,511	0,000	0,0000	0,0000	-4,4241	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB1	Combination		-81,953	13,239	0,000	0,0000	0,0000	12,9974	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB1	Combination		-73,017	13,239	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB2	Combination		-83,678	16,399	0,000	0,0000	0,0000	18,4959	3-1	0,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
3	3,00000	COMB2	Combination		-74,742	16,399	0,000	0,0000	0,0000	-30,7011	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB3	Combination		-80,228	10,079	0,000	0,0000	0,0000	7,4989	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB3	Combination		-71,291	10,079	0,000	0,0000	0,0000	-22,7377	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB4	Combination		-81,688	17,936	0,000	0,0000	0,0000	21,6025	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB4	Combination		-72,751	17,936	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB5	Combination		-75,937	7,403	0,000	0,0000	0,0000	3,2742	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB5	Combination		-67,001	7,403	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB6	Combination	Max	-75,937	17,936	0,000	0,0000	0,0000	21,6025	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB6	Combination	Max	-67,001	17,936	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	3-1	3,00000
3	0,00000	COMB6	Combination	Min	-83,678	7,403	0,000	0,0000	0,0000	3,2742	3-1	0,00000
3	3,00000	COMB6	Combination	Min	-74,742	7,403	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	3-1	3,00000
4	0,00000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	4-1	0,00000
						45,556						
4	0,25000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	-6,0975	4-1	0,25000
						39,029						
4	0,50000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	2,8437	4-1	0,50000
						32,501						
4	0,75000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	10,1531	4-1	0,75000
						25,974						
4	1,00000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	15,8307	4-1	1,00000
						19,446						
4	1,25000	G	LinStatic		-8,260	-	0,000	0,0000	0,0000	19,8764	4-1	1,25000
						12,919						
4	1,50000	G	LinStatic		-8,260	-6,392	0,000	0,0000	0,0000	22,2902	4-1	1,50000
4	1,75000	G	LinStatic		-8,260	0,136	0,000	0,0000	0,0000	23,0722	4-1	1,75000
4	2,00000	G	LinStatic		-8,260	6,663	0,000	0,0000	0,0000	22,2223	4-1	2,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	2,25000	G	LinStatic		-8,260	13,191	0,000	0,0000	0,0000	19,7405	4-1	2,25000
4	2,50000	G	LinStatic		-8,260	19,718	0,000	0,0000	0,0000	15,6269	4-1	2,50000
4	2,75000	G	LinStatic		-8,260	26,246	0,000	0,0000	0,0000	9,8815	4-1	2,75000
4	3,00000	G	LinStatic		-8,260	32,773	0,000	0,0000	0,0000	2,5041	4-1	3,00000
4	3,25000	G	LinStatic		-8,260	39,300	0,000	0,0000	0,0000	-6,5051	4-1	3,25000
4	3,50000	G	LinStatic		-8,260	45,828	0,000	0,0000	0,0000	-17,1461	4-1	3,50000
4	3,75000	G	LinStatic		-8,260	52,355	0,000	0,0000	0,0000	-29,4190	4-1	3,75000
4	4,00000	G	LinStatic		-8,260	58,883	0,000	0,0000	0,0000	-43,3238	4-1	4,00000
4	0,00000	S	LinStatic		-1,265	-6,979	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	4-1	0,00000
4	0,25000	S	LinStatic		-1,265	-5,979	0,000	0,0000	0,0000	-0,9341	4-1	0,25000
4	0,50000	S	LinStatic		-1,265	-4,979	0,000	0,0000	0,0000	0,4357	4-1	0,50000
4	0,75000	S	LinStatic		-1,265	-3,979	0,000	0,0000	0,0000	1,5555	4-1	0,75000
4	1,00000	S	LinStatic		-1,265	-2,979	0,000	0,0000	0,0000	2,4253	4-1	1,00000
4	1,25000	S	LinStatic		-1,265	-1,979	0,000	0,0000	0,0000	3,0450	4-1	1,25000
4	1,50000	S	LinStatic		-1,265	-0,979	0,000	0,0000	0,0000	3,4148	4-1	1,50000
4	1,75000	S	LinStatic		-1,265	0,021	0,000	0,0000	0,0000	3,5346	4-1	1,75000
4	2,00000	S	LinStatic		-1,265	1,021	0,000	0,0000	0,0000	3,4044	4-1	2,00000
4	2,25000	S	LinStatic		-1,265	2,021	0,000	0,0000	0,0000	3,0242	4-1	2,25000
4	2,50000	S	LinStatic		-1,265	3,021	0,000	0,0000	0,0000	2,3940	4-1	2,50000
4	2,75000	S	LinStatic		-1,265	4,021	0,000	0,0000	0,0000	1,5138	4-1	2,75000
4	3,00000	S	LinStatic		-1,265	5,021	0,000	0,0000	0,0000	0,3836	4-1	3,00000
4	3,25000	S	LinStatic		-1,265	6,021	0,000	0,0000	0,0000	-0,9966	4-1	3,25000
4	3,50000	S	LinStatic		-1,265	7,021	0,000	0,0000	0,0000	-2,6268	4-1	3,50000
4	3,75000	S	LinStatic		-1,265	8,021	0,000	0,0000	0,0000	-4,5070	4-1	3,75000
4	4,00000	S	LinStatic		-1,265	9,021	0,000	0,0000	0,0000	-6,6372	4-1	4,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	0,0000	N	LinStatic		-0,253	-1,396	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	4-1	0,00000
4	0,25000	N	LinStatic		-0,253	-1,196	0,000	0,0000	0,0000	-0,1868	4-1	0,25000
4	0,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,996	0,000	0,0000	0,0000	0,0871	4-1	0,50000
4	0,75000	N	LinStatic		-0,253	-0,796	0,000	0,0000	0,0000	0,3111	4-1	0,75000
4	1,00000	N	LinStatic		-0,253	-0,596	0,000	0,0000	0,0000	0,4851	4-1	1,00000
4	1,25000	N	LinStatic		-0,253	-0,396	0,000	0,0000	0,0000	0,6090	4-1	1,25000
4	1,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,196	0,000	0,0000	0,0000	0,6830	4-1	1,50000
4	1,75000	N	LinStatic		-0,253	4,162E-03	0,000	0,0000	0,0000	0,7069	4-1	1,75000
4	2,00000	N	LinStatic		-0,253	0,204	0,000	0,0000	0,0000	0,6809	4-1	2,00000
4	2,25000	N	LinStatic		-0,253	0,404	0,000	0,0000	0,0000	0,6048	4-1	2,25000
4	2,50000	N	LinStatic		-0,253	0,604	0,000	0,0000	0,0000	0,4788	4-1	2,50000
4	2,75000	N	LinStatic		-0,253	0,804	0,000	0,0000	0,0000	0,3028	4-1	2,75000
4	3,00000	N	LinStatic		-0,253	1,004	0,000	0,0000	0,0000	0,0767	4-1	3,00000
4	3,25000	N	LinStatic		-0,253	1,204	0,000	0,0000	0,0000	-0,1993	4-1	3,25000
4	3,50000	N	LinStatic		-0,253	1,404	0,000	0,0000	0,0000	-0,5254	4-1	3,50000
4	3,75000	N	LinStatic		-0,253	1,604	0,000	0,0000	0,0000	-0,9014	4-1	3,75000
4	4,00000	N	LinStatic		-0,253	1,804	0,000	0,0000	0,0000	-1,3274	4-1	4,00000
4	0,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	4,5035	4-1	0,00000
4	0,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	4,0169	4-1	0,25000
4	0,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	3,5303	4-1	0,50000
4	0,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	3,0437	4-1	0,75000
4	1,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	2,5570	4-1	1,00000
4	1,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	2,0704	4-1	1,25000
4	1,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	1,5838	4-1	1,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	1,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	1,0972	4-1	1,75000
4	2,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	0,6106	4-1	2,00000
4	2,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	0,1240	4-1	2,25000
4	2,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-0,3626	4-1	2,50000
4	2,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-0,8493	4-1	2,75000
4	3,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-1,3359	4-1	3,00000
4	3,25000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-1,8225	4-1	3,25000
4	3,50000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-2,3091	4-1	3,50000
4	3,75000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-2,7957	4-1	3,75000
4	4,00000	V1	LinStatic		-8,074	1,946	0,000	0,0000	0,0000	-3,2823	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	4-1	0,00000
						73,017						
4	0,25000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-9,7730	4-1	0,25000
						62,555						
4	0,50000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	4,5579	4-1	0,50000
						52,092						
4	0,75000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	16,2732	4-1	0,75000
						41,630						
4	1,00000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	25,3731	4-1	1,00000
						31,168						
4	1,25000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	31,8574	4-1	1,25000
						20,706						
4	1,50000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	35,7263	4-1	1,50000
						10,244						
4	1,75000	COMB1	Combination		-13,239	0,218	0,000	0,0000	0,0000	36,9796	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB1	Combination		-13,239	10,680	0,000	0,0000	0,0000	35,6174	4-1	2,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
4	2,25000	COMB1	Combination		-13,239	21,142	0,000	0,0000	0,0000	31,6397	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB1	Combination		-13,239	31,604	0,000	0,0000	0,0000	25,0465	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB1	Combination		-13,239	42,066	0,000	0,0000	0,0000	15,8378	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB1	Combination		-13,239	52,528	0,000	0,0000	0,0000	4,0136	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB1	Combination		-13,239	62,990	0,000	0,0000	0,0000	-10,4262	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB1	Combination		-13,239	73,452	0,000	0,0000	0,0000	-27,4814	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB1	Combination		-13,239	83,914	0,000	0,0000	0,0000	-47,1521	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB1	Combination		-13,239	94,376	0,000	0,0000	0,0000	-69,4384	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	-22,6663	4-1	0,00000
						71,265						
4	0,25000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	-6,1578	4-1	0,25000
						60,803						
4	0,50000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	7,7351	4-1	0,50000
						50,341						
4	0,75000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	19,0125	4-1	0,75000
						39,879						
4	1,00000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	27,6744	4-1	1,00000
						29,417						
4	1,25000	COMB2	Combination		-20,505	-	0,000	0,0000	0,0000	33,7208	4-1	1,25000
						18,955						
4	1,50000	COMB2	Combination		-20,505	-8,493	0,000	0,0000	0,0000	37,1517	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB2	Combination		-20,505	1,970	0,000	0,0000	0,0000	37,9671	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB2	Combination		-20,505	12,432	0,000	0,0000	0,0000	36,1669	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB2	Combination		-20,505	22,894	0,000	0,0000	0,0000	31,7513	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB2	Combination		-20,505	33,356	0,000	0,0000	0,0000	24,7201	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB2	Combination		-20,505	43,818	0,000	0,0000	0,0000	15,0735	4-1	2,75000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	3,00000	COMB2	Combination		-20,505	54,280	0,000	0,0000	0,0000	2,8113	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB2	Combination		-20,505	64,742	0,000	0,0000	0,0000	-12,0664	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB2	Combination		-20,505	75,204	0,000	0,0000	0,0000	-29,5596	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB2	Combination		-20,505	85,666	0,000	0,0000	0,0000	-49,6683	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB2	Combination		-20,505	96,128	0,000	0,0000	0,0000	-72,3925	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	-30,7725	4-1	0,00000
						74,768						
4	0,25000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	-13,3882	4-1	0,25000
						64,306						
4	0,50000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	1,3806	4-1	0,50000
						53,844						
4	0,75000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	13,5339	4-1	0,75000
						43,382						
4	1,00000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	23,0717	4-1	1,00000
						32,920						
4	1,25000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	29,9940	4-1	1,25000
						22,458						
4	1,50000	COMB3	Combination		-5,972	-	0,000	0,0000	0,0000	34,3008	4-1	1,50000
						11,996						
4	1,75000	COMB3	Combination		-5,972	-1,534	0,000	0,0000	0,0000	35,9921	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB3	Combination		-5,972	8,928	0,000	0,0000	0,0000	35,0679	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB3	Combination		-5,972	19,390	0,000	0,0000	0,0000	31,5281	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB3	Combination		-5,972	29,852	0,000	0,0000	0,0000	25,3729	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB3	Combination		-5,972	40,314	0,000	0,0000	0,0000	16,6021	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB3	Combination		-5,972	50,776	0,000	0,0000	0,0000	5,2159	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB3	Combination		-5,972	61,238	0,000	0,0000	0,0000	-8,7859	4-1	3,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	3,50000	COMB3	Combination		-5,972	71,700	0,000	0,0000	0,0000	-25,4032	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB3	Combination		-5,972	82,162	0,000	0,0000	0,0000	-44,6360	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB3	Combination		-5,972	92,624	0,000	0,0000	0,0000	-66,4843	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB4	Combination		-24,780	-	0,000	0,0000	0,0000	-18,8149	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB4	Combination		-24,780	66,956	-	0,000	0,0000	-3,3273	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB4	Combination		-24,780	56,944	-	0,000	0,0000	9,6572	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB4	Combination		-24,780	46,932	-	0,000	0,0000	20,1387	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB4	Combination		-24,780	36,920	-	0,000	0,0000	28,1173	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB4	Combination		-24,780	26,908	-	0,000	0,0000	33,5928	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB4	Combination		-24,780	16,896	-	0,000	0,0000	36,5653	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB4	Combination		-24,780	-6,884	0,000	0,0000	0,0000	37,0348	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB4	Combination		-24,780	3,128	0,000	0,0000	0,0000	35,0013	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB4	Combination		-24,780	13,140	0,000	0,0000	0,0000	30,4648	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB4	Combination		-24,780	23,152	0,000	0,0000	0,0000	23,4252	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB4	Combination		-24,780	33,164	0,000	0,0000	0,0000	13,8827	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB4	Combination		-24,780	43,176	0,000	0,0000	0,0000	1,8371	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB4	Combination		-24,780	53,188	0,000	0,0000	0,0000	-12,7114	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB4	Combination		-24,780	63,200	0,000	0,0000	0,0000	-29,7630	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB4	Combination		-24,780	73,212	0,000	0,0000	0,0000	-49,3176	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB4	Combination		-24,780	83,224	0,000	0,0000	0,0000	-71,3752	4-1	4,00000
4	4,00000	COMB4	Combination		-24,780	93,236	0,000	0,0000	0,0000		4-1	4,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	0,00000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	-32,3254	4-1	0,00000
						72,796						
4	0,25000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	-15,3780	4-1	0,25000
						62,784						
4	0,50000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	-0,9336	4-1	0,50000
						52,772						
4	0,75000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	11,0078	4-1	0,75000
						42,759						
4	1,00000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	20,4461	4-1	1,00000
						32,747						
4	1,25000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	27,3815	4-1	1,25000
						22,735						
4	1,50000	COMB5	Combination		-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	31,8139	4-1	1,50000
						12,723						
4	1,75000	COMB5	Combination		-0,559	-2,711	0,000	0,0000	0,0000	33,7432	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB5	Combination		-0,559	7,301	0,000	0,0000	0,0000	33,1695	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB5	Combination		-0,559	17,313	0,000	0,0000	0,0000	30,0928	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB5	Combination		-0,559	27,325	0,000	0,0000	0,0000	24,5131	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB5	Combination		-0,559	37,337	0,000	0,0000	0,0000	16,4304	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB5	Combination		-0,559	47,349	0,000	0,0000	0,0000	5,8447	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB5	Combination		-0,559	57,361	0,000	0,0000	0,0000	-7,2440	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB5	Combination		-0,559	67,373	0,000	0,0000	0,0000	-22,8357	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB5	Combination		-0,559	77,385	0,000	0,0000	0,0000	-40,9304	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB5	Combination		-0,559	87,397	0,000	0,0000	0,0000	-61,5282	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-	0,000	0,0000	0,0000	-18,8149	4-1	0,00000
						66,956						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	0,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	- 56,944	0,000	0,0000	0,0000	-3,3273	4-1	0,25000
4	0,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	- 46,932	0,000	0,0000	0,0000	9,6572	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	- 36,920	0,000	0,0000	0,0000	20,1387	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	- 26,908	0,000	0,0000	0,0000	28,1173	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	- 16,896	0,000	0,0000	0,0000	33,7208	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	-6,884	0,000	0,0000	0,0000	37,1517	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	3,128	0,000	0,0000	0,0000	37,9671	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	13,140	0,000	0,0000	0,0000	36,1669	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	23,152	0,000	0,0000	0,0000	31,7513	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	33,356	0,000	0,0000	0,0000	25,3729	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	43,818	0,000	0,0000	0,0000	16,6021	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	54,280	0,000	0,0000	0,0000	5,8447	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB6	Combination	Max	-0,559	64,742	0,000	0,0000	0,0000	-7,2440	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB6	Combination	Max	-0,559	75,204	0,000	0,0000	0,0000	-22,8357	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB6	Combination	Max	-0,559	85,666	0,000	0,0000	0,0000	-40,9304	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB6	Combination	Max	-0,559	96,128	0,000	0,0000	0,0000	-61,5282	4-1	4,00000
4	0,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 74,768	0,000	0,0000	0,0000	-32,3254	4-1	0,00000
4	0,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 64,306	0,000	0,0000	0,0000	-15,3780	4-1	0,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
4	0,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 53,844	0,000	0,0000	0,0000	-0,9336	4-1	0,50000
4	0,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 43,382	0,000	0,0000	0,0000	11,0078	4-1	0,75000
4	1,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 32,920	0,000	0,0000	0,0000	20,4461	4-1	1,00000
4	1,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 22,735	0,000	0,0000	0,0000	27,3815	4-1	1,25000
4	1,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	- 12,723	0,000	0,0000	0,0000	31,8139	4-1	1,50000
4	1,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	-2,711	0,000	0,0000	0,0000	33,7432	4-1	1,75000
4	2,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	7,301	0,000	0,0000	0,0000	33,1695	4-1	2,00000
4	2,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	17,313	0,000	0,0000	0,0000	30,0928	4-1	2,25000
4	2,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	27,325	0,000	0,0000	0,0000	23,4252	4-1	2,50000
4	2,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	37,337	0,000	0,0000	0,0000	13,8827	4-1	2,75000
4	3,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	47,349	0,000	0,0000	0,0000	1,8371	4-1	3,00000
4	3,25000	COMB6	Combination	Min	-24,780	57,361	0,000	0,0000	0,0000	-12,7114	4-1	3,25000
4	3,50000	COMB6	Combination	Min	-24,780	67,373	0,000	0,0000	0,0000	-29,7630	4-1	3,50000
4	3,75000	COMB6	Combination	Min	-24,780	77,385	0,000	0,0000	0,0000	-49,6683	4-1	3,75000
4	4,00000	COMB6	Combination	Min	-24,780	87,397	0,000	0,0000	0,0000	-72,3925	4-1	4,00000
5	0,00000	G	LinStatic		-8,260	- 58,883	0,000	0,0000	0,0000	-43,3238	5-1	0,00000
5	0,25000	G	LinStatic		-8,260	- 52,355	0,000	0,0000	0,0000	-29,4190	5-1	0,25000
5	0,50000	G	LinStatic		-8,260	- 45,828	0,000	0,0000	0,0000	-17,1461	5-1	0,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl em	ElemSta tion m
5	0,75000	G	LinStatic		-8,260	- 39,300	0,000	0,0000	0,0000	-6,5051	5-1	0,75000
5	1,00000	G	LinStatic		-8,260	- 32,773	0,000	0,0000	0,0000	2,5041	5-1	1,00000
5	1,25000	G	LinStatic		-8,260	- 26,246	0,000	0,0000	0,0000	9,8815	5-1	1,25000
5	1,50000	G	LinStatic		-8,260	- 19,718	0,000	0,0000	0,0000	15,6269	5-1	1,50000
5	1,75000	G	LinStatic		-8,260	- 13,191	0,000	0,0000	0,0000	19,7405	5-1	1,75000
5	2,00000	G	LinStatic		-8,260	-6,663	0,000	0,0000	0,0000	22,2223	5-1	2,00000
5	2,25000	G	LinStatic		-8,260	-0,136	0,000	0,0000	0,0000	23,0722	5-1	2,25000
5	2,50000	G	LinStatic		-8,260	6,392	0,000	0,0000	0,0000	22,2902	5-1	2,50000
5	2,75000	G	LinStatic		-8,260	12,919	0,000	0,0000	0,0000	19,8764	5-1	2,75000
5	3,00000	G	LinStatic		-8,260	19,446	0,000	0,0000	0,0000	15,8307	5-1	3,00000
5	3,25000	G	LinStatic		-8,260	25,974	0,000	0,0000	0,0000	10,1531	5-1	3,25000
5	3,50000	G	LinStatic		-8,260	32,501	0,000	0,0000	0,0000	2,8437	5-1	3,50000
5	3,75000	G	LinStatic		-8,260	39,029	0,000	0,0000	0,0000	-6,0975	5-1	3,75000
5	4,00000	G	LinStatic		-8,260	45,556	0,000	0,0000	0,0000	-16,6707	5-1	4,00000
5	0,00000	S	LinStatic		-1,265	-9,021	0,000	0,0000	0,0000	-6,6372	5-1	0,00000
5	0,25000	S	LinStatic		-1,265	-8,021	0,000	0,0000	0,0000	-4,5070	5-1	0,25000
5	0,50000	S	LinStatic		-1,265	-7,021	0,000	0,0000	0,0000	-2,6268	5-1	0,50000
5	0,75000	S	LinStatic		-1,265	-6,021	0,000	0,0000	0,0000	-0,9966	5-1	0,75000
5	1,00000	S	LinStatic		-1,265	-5,021	0,000	0,0000	0,0000	0,3836	5-1	1,00000
5	1,25000	S	LinStatic		-1,265	-4,021	0,000	0,0000	0,0000	1,5138	5-1	1,25000
5	1,50000	S	LinStatic		-1,265	-3,021	0,000	0,0000	0,0000	2,3940	5-1	1,50000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	1,75000	S	LinStatic		-1,265	-2,021	0,000	0,0000	0,0000	3,0242	5-1	1,75000
5	2,00000	S	LinStatic		-1,265	-1,021	0,000	0,0000	0,0000	3,4044	5-1	2,00000
5	2,25000	S	LinStatic		-1,265	-0,021	0,000	0,0000	0,0000	3,5346	5-1	2,25000
5	2,50000	S	LinStatic		-1,265	0,979	0,000	0,0000	0,0000	3,4148	5-1	2,50000
5	2,75000	S	LinStatic		-1,265	1,979	0,000	0,0000	0,0000	3,0450	5-1	2,75000
5	3,00000	S	LinStatic		-1,265	2,979	0,000	0,0000	0,0000	2,4253	5-1	3,00000
5	3,25000	S	LinStatic		-1,265	3,979	0,000	0,0000	0,0000	1,5555	5-1	3,25000
5	3,50000	S	LinStatic		-1,265	4,979	0,000	0,0000	0,0000	0,4357	5-1	3,50000
5	3,75000	S	LinStatic		-1,265	5,979	0,000	0,0000	0,0000	-0,9341	5-1	3,75000
5	4,00000	S	LinStatic		-1,265	6,979	0,000	0,0000	0,0000	-2,5539	5-1	4,00000
5	0,00000	N	LinStatic		-0,253	-1,804	0,000	0,0000	0,0000	-1,3274	5-1	0,00000
5	0,25000	N	LinStatic		-0,253	-1,604	0,000	0,0000	0,0000	-0,9014	5-1	0,25000
5	0,50000	N	LinStatic		-0,253	-1,404	0,000	0,0000	0,0000	-0,5254	5-1	0,50000
5	0,75000	N	LinStatic		-0,253	-1,204	0,000	0,0000	0,0000	-0,1993	5-1	0,75000
5	1,00000	N	LinStatic		-0,253	-1,004	0,000	0,0000	0,0000	0,0767	5-1	1,00000
5	1,25000	N	LinStatic		-0,253	-0,804	0,000	0,0000	0,0000	0,3028	5-1	1,25000
5	1,50000	N	LinStatic		-0,253	-0,604	0,000	0,0000	0,0000	0,4788	5-1	1,50000
5	1,75000	N	LinStatic		-0,253	-0,404	0,000	0,0000	0,0000	0,6048	5-1	1,75000
5	2,00000	N	LinStatic		-0,253	-0,204	0,000	0,0000	0,0000	0,6809	5-1	2,00000
5	2,25000	N	LinStatic		-0,253	-	0,000	0,0000	0,0000	0,7069	5-1	2,25000
						4,162E -03						
5	2,50000	N	LinStatic		-0,253	0,196	0,000	0,0000	0,0000	0,6830	5-1	2,50000
5	2,75000	N	LinStatic		-0,253	0,396	0,000	0,0000	0,0000	0,6090	5-1	2,75000
5	3,00000	N	LinStatic		-0,253	0,596	0,000	0,0000	0,0000	0,4851	5-1	3,00000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	3,25000	N	LinStatic		-0,253	0,796	0,000	0,0000	0,0000	0,3111	5-1	3,25000
5	3,50000	N	LinStatic		-0,253	0,996	0,000	0,0000	0,0000	0,0871	5-1	3,50000
5	3,75000	N	LinStatic		-0,253	1,196	0,000	0,0000	0,0000	-0,1868	5-1	3,75000
5	4,00000	N	LinStatic		-0,253	1,396	0,000	0,0000	0,0000	-0,5108	5-1	4,00000
5	0,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	3,2436	5-1	0,00000
5	0,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	2,7644	5-1	0,25000
5	0,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	2,2852	5-1	0,50000
5	0,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	1,8059	5-1	0,75000
5	1,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	1,3267	5-1	1,00000
5	1,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	0,8475	5-1	1,25000
5	1,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	0,3682	5-1	1,50000
5	1,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-0,1110	5-1	1,75000
5	2,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-0,5902	5-1	2,00000
5	2,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-1,0695	5-1	2,25000
5	2,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-1,5487	5-1	2,50000
5	2,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,0279	5-1	2,75000
5	3,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,5072	5-1	3,00000
5	3,25000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-2,9864	5-1	3,25000
5	3,50000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-3,4656	5-1	3,50000
5	3,75000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-3,9449	5-1	3,75000
5	4,00000	V1	LinStatic		-3,511	1,917	0,000	0,0000	0,0000	-4,4241	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-69,4384	5-1	0,00000
						94,376						
5	0,25000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-47,1521	5-1	0,25000
						83,914						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-27,4814	5-1	0,50000
						73,452						
5	0,75000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	-10,4262	5-1	0,75000
						62,990						
5	1,00000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	4,0136	5-1	1,00000
						52,528						
5	1,25000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	15,8378	5-1	1,25000
						42,066						
5	1,50000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	25,0465	5-1	1,50000
						31,604						
5	1,75000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	31,6397	5-1	1,75000
						21,142						
5	2,00000	COMB1	Combination		-13,239	-	0,000	0,0000	0,0000	35,6174	5-1	2,00000
						10,680						
5	2,25000	COMB1	Combination		-13,239	-0,218	0,000	0,0000	0,0000	36,9796	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB1	Combination		-13,239	10,244	0,000	0,0000	0,0000	35,7263	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB1	Combination		-13,239	20,706	0,000	0,0000	0,0000	31,8574	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB1	Combination		-13,239	31,168	0,000	0,0000	0,0000	25,3731	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB1	Combination		-13,239	41,630	0,000	0,0000	0,0000	16,2732	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB1	Combination		-13,239	52,092	0,000	0,0000	0,0000	4,5579	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB1	Combination		-13,239	62,555	0,000	0,0000	0,0000	-9,7730	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB1	Combination		-13,239	73,017	0,000	0,0000	0,0000	-26,7194	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	-66,5191	5-1	0,00000
						92,651						
5	0,25000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	-44,6642	5-1	0,25000
						82,189						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	-25,4247	5-1	0,50000
						71,727						
5	0,75000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	-8,8008	5-1	0,75000
						61,265						
5	1,00000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	5,2076	5-1	1,00000
						50,803						
5	1,25000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	16,6005	5-1	1,25000
						40,341						
5	1,50000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	25,3779	5-1	1,50000
						29,879						
5	1,75000	COMB2	Combination		-16,399	-	0,000	0,0000	0,0000	31,5398	5-1	1,75000
						19,417						
5	2,00000	COMB2	Combination		-16,399	-8,955	0,000	0,0000	0,0000	35,0862	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB2	Combination		-16,399	1,508	0,000	0,0000	0,0000	36,0171	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB2	Combination		-16,399	11,970	0,000	0,0000	0,0000	34,3324	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB2	Combination		-16,399	22,432	0,000	0,0000	0,0000	30,0323	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB2	Combination		-16,399	32,894	0,000	0,0000	0,0000	23,1166	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB2	Combination		-16,399	43,356	0,000	0,0000	0,0000	13,5855	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB2	Combination		-16,399	53,818	0,000	0,0000	0,0000	1,4388	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB2	Combination		-16,399	64,280	0,000	0,0000	0,0000	-13,3234	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB2	Combination		-16,399	74,742	0,000	0,0000	0,0000	-30,7011	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	-72,3577	5-1	0,00000
						96,101						
5	0,25000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	-49,6401	5-1	0,25000
						85,639						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	-29,5381	5-1	0,50000
						75,177						
5	0,75000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	-12,0515	5-1	0,75000
						64,715						
5	1,00000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	2,8195	5-1	1,00000
						54,253						
5	1,25000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	15,0751	5-1	1,25000
						43,791						
5	1,50000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	24,7151	5-1	1,50000
						33,329						
5	1,75000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	31,7396	5-1	1,75000
						22,867						
5	2,00000	COMB3	Combination		-10,079	-	0,000	0,0000	0,0000	36,1486	5-1	2,00000
						12,405						
5	2,25000	COMB3	Combination		-10,079	-1,943	0,000	0,0000	0,0000	37,9421	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB3	Combination		-10,079	8,519	0,000	0,0000	0,0000	37,1201	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB3	Combination		-10,079	18,981	0,000	0,0000	0,0000	33,6826	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB3	Combination		-10,079	29,443	0,000	0,0000	0,0000	27,6295	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB3	Combination		-10,079	39,905	0,000	0,0000	0,0000	18,9610	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB3	Combination		-10,079	50,367	0,000	0,0000	0,0000	7,6769	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB3	Combination		-10,079	60,829	0,000	0,0000	0,0000	-6,2226	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB3	Combination		-10,079	71,291	0,000	0,0000	0,0000	-22,7377	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	-61,5862	5-1	0,00000
						87,441						
5	0,25000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	-40,9774	5-1	0,25000
						77,429						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	-22,8716	5-1	0,50000
						67,417						
5	0,75000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	-7,2688	5-1	0,75000
						57,405						
5	1,00000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	5,8310	5-1	1,00000
						47,393						
5	1,25000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	16,4278	5-1	1,25000
						37,381						
5	1,50000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	24,5215	5-1	1,50000
						27,369						
5	1,75000	COMB4	Combination		-17,936	-	0,000	0,0000	0,0000	30,1123	5-1	1,75000
						17,357						
5	2,00000	COMB4	Combination		-17,936	-7,345	0,000	0,0000	0,0000	33,2001	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB4	Combination		-17,936	2,667	0,000	0,0000	0,0000	33,7848	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB4	Combination		-17,936	12,679	0,000	0,0000	0,0000	31,8665	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB4	Combination		-17,936	22,691	0,000	0,0000	0,0000	27,4452	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB4	Combination		-17,936	32,703	0,000	0,0000	0,0000	20,5210	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB4	Combination		-17,936	42,715	0,000	0,0000	0,0000	11,0937	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB4	Combination		-17,936	52,727	0,000	0,0000	0,0000	-0,8366	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB4	Combination		-17,936	62,739	0,000	0,0000	0,0000	-15,2700	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB4	Combination		-17,936	72,751	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-71,3171	5-1	0,00000
						93,192						
5	0,25000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-49,2706	5-1	0,25000
						83,180						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-29,7271	5-1	0,50000
						73,168						
5	0,75000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-12,6866	5-1	0,75000
						63,156						
5	1,00000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	1,8509	5-1	1,00000
						53,144						
5	1,25000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	13,8854	5-1	1,25000
						43,132						
5	1,50000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	23,4168	5-1	1,50000
						33,120						
5	1,75000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	30,4453	5-1	1,75000
						23,108						
5	2,00000	COMB5	Combination		-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	34,9707	5-1	2,00000
						13,096						
5	2,25000	COMB5	Combination		-7,403	-3,084	0,000	0,0000	0,0000	36,9932	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB5	Combination		-7,403	6,928	0,000	0,0000	0,0000	36,5126	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB5	Combination		-7,403	16,940	0,000	0,0000	0,0000	33,5290	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB5	Combination		-7,403	26,952	0,000	0,0000	0,0000	28,0425	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB5	Combination		-7,403	36,964	0,000	0,0000	0,0000	20,0529	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB5	Combination		-7,403	46,976	0,000	0,0000	0,0000	9,5603	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB5	Combination		-7,403	56,988	0,000	0,0000	0,0000	-3,4354	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB5	Combination		-7,403	67,001	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-61,5862	5-1	0,00000
						87,441						
5	0,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-	0,000	0,0000	0,0000	-40,9774	5-1	0,25000
						77,429						

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 67,417	0,000	0,0000	0,0000	-22,8716	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 57,405	0,000	0,0000	0,0000	-7,2688	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 47,393	0,000	0,0000	0,0000	5,8310	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 37,381	0,000	0,0000	0,0000	16,6005	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 27,369	0,000	0,0000	0,0000	25,3779	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	- 17,357	0,000	0,0000	0,0000	31,7396	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	-7,345	0,000	0,0000	0,0000	36,1486	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	2,667	0,000	0,0000	0,0000	37,9421	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	12,679	0,000	0,0000	0,0000	37,1201	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	22,691	0,000	0,0000	0,0000	33,6826	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	32,894	0,000	0,0000	0,0000	28,0425	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB6	Combination	Max	-7,403	43,356	0,000	0,0000	0,0000	20,0529	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB6	Combination	Max	-7,403	53,818	0,000	0,0000	0,0000	9,5603	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB6	Combination	Max	-7,403	64,280	0,000	0,0000	0,0000	-3,4354	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB6	Combination	Max	-7,403	74,742	0,000	0,0000	0,0000	-18,9340	5-1	4,00000
5	0,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 96,101	0,000	0,0000	0,0000	-72,3577	5-1	0,00000
5	0,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 85,639	0,000	0,0000	0,0000	-49,6401	5-1	0,25000

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	Output Case	CaseType	Step Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEI em	ElemSta tion m
5	0,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 75,177	0,000	0,0000	0,0000	-29,7271	5-1	0,50000
5	0,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 64,715	0,000	0,0000	0,0000	-12,6866	5-1	0,75000
5	1,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 54,253	0,000	0,0000	0,0000	1,8509	5-1	1,00000
5	1,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 43,791	0,000	0,0000	0,0000	13,8854	5-1	1,25000
5	1,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 33,329	0,000	0,0000	0,0000	23,4168	5-1	1,50000
5	1,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 23,108	0,000	0,0000	0,0000	30,1123	5-1	1,75000
5	2,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	- 13,096	0,000	0,0000	0,0000	33,2001	5-1	2,00000
5	2,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	-3,084	0,000	0,0000	0,0000	33,7848	5-1	2,25000
5	2,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	6,928	0,000	0,0000	0,0000	31,8665	5-1	2,50000
5	2,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	16,940	0,000	0,0000	0,0000	27,4452	5-1	2,75000
5	3,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	26,952	0,000	0,0000	0,0000	20,5210	5-1	3,00000
5	3,25000	COMB6	Combination	Min	-17,936	36,964	0,000	0,0000	0,0000	11,0937	5-1	3,25000
5	3,50000	COMB6	Combination	Min	-17,936	46,976	0,000	0,0000	0,0000	-0,8366	5-1	3,50000
5	3,75000	COMB6	Combination	Min	-17,936	56,988	0,000	0,0000	0,0000	-15,2700	5-1	3,75000
5	4,00000	COMB6	Combination	Min	-17,936	67,001	0,000	0,0000	0,0000	-32,2063	5-1	4,00000

Table: Material List 1 - By Object Type

Table: Material List 1 - By Object Type

ObjectT ype	Material	TotalWe ight KN	NumPie ces
Frame	HA-30	46,336	5

Table: Material List 2 - By Section Property

Table: Material List 2 - By Section Property

Section	ObjectT ype	NumPie ces	TotalLe ngth m	TotalWe ight KN
J.30x45	Frame	2	8,00000	26,478
P. 30x30	Frame	3	9,00000	19,858

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 18

Diseño del parking

Índice Anejo 18

1.	Introducción.	6
2.	Datos de partida.....	6
3.	Pavimentación.....	6
3.1.	Materiales a utilizar.....	8
3.1.1.	Hormigón magro.	8
3.1.2.	Mezcla bituminosa.....	8
4.	Recomendaciones proceso constructivo de pavimentos.....	9
4.1.	Base de hormigón en masa.....	9
4.2.	Amasado y transporte del hormigón.	9
4.3.	Extendido del pavimento.	10
4.4.	Juntas.....	11
5.	Solución adoptada suelo parking.....	12
5.1.	Resumen pavimentos parking.....	13
6.	Detalles parking.	14

Índice de tablas.

Tabla 1: Composición de la primera capa de relleno.	7
Tabla 2: Categorías de tráfico pesado 1.	12
Tabla 3: Categorías tráfico pesado 2.	13
Tabla 4: Características pavimentos.	13

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Detalle cantos rodados blancos.....	14
Ilustración 2: Detalle imbornales.....	15
Ilustración 3: Detalle pórtico cubierta parking.....	15

1. Introducción.

En este anejo se pretende diseñar el parking que se sitúa dentro del recinto deportivo. Éste contará con 49 plazas de aparcamiento, pintadas en el suelo, con acceso solamente en uno de los dos sentidos de circulación, pudiendo llegar hasta el por la C/ Ausias March.

Estará situado en la cara norte de la parcela ocupando una superficie de 4.207 m². En el se encuentra la entrada principal al recinto. Parece el lugar idóneo para colocarlo dado que se puede acceder desde la calle al estar prácticamente a la misma cota y la entrada principal al recinto deportivo se encuentra a menos de 30 m.

El objetivo prioritario de este anejo es el de diseñar el tipo de pavimento requerido para soportar la circulación de vehículos, así como sus pendientes que deberán tener las vías para la evacuación de aguas a partir de los imbornales.

La información gráfica referente a este anejo se puede encontrar en el Plano N^o 15 "Parking" y en el Plano N^o 17 "Itinerarios y pavimentos".

2. Datos de partida.

Dada la superficie de la que se dispone para construir un parking y teniendo en cuenta el aforo aproximado medio que puede tener el recinto deportivo, siendo la mayoría de asistentes del propio municipio, se plantea la siguiente solución:

- Número de plazas: el número total de plazas para las que se diseña el parking es de 49. Estando 3 de ellas reservadas para minusválidos.
- Tamaño de las plazas: las plazas tienen una anchura de 2,80 m y una longitud de 4,5 m, teniendo el total una superficie útil de 12,6 m². Al ser plazas de tamaño grande, las reservadas para minusválidos pueden ser del mismo tamaño que las convencionales.
- Accesos: se tiene acceso al parking del recinto deportivo por la C/ Ausias March. Dentro del parking se puede circular en uno de los sentidos únicamente. Al final del mismo existe un cambio de sentido para poder salir del parking. La salida lleva a la misma calle por la que se entra.
- Acceso peatonal: en la parte derecha del parking, existe un acceso peatonal que viene de la C/ Llaurador Valencià, cruzando por los dos sentidos de circulación de vehículos del parking, hasta la entrada principal del recinto deportivo.

3. Pavimentación.

Como ya se describió en el Anejo 24 "Movimiento de tierras", todo el suelo de la parcela se ha debido de cambiar al tener un gran contenido en arcillas. Exactamente se han

eliminado los primeros 47 cm de suelo, por lo que se debe incorporar un nuevo tipo de suelo que deje la parcela a la misma cota a la que estaba y que sea capaz de resistir, en el tiempo, el paso de vehículos sin que sufra desperfectos.

Como relleno se han añadido una serie de capas con distintos materiales, utilizados de forma frecuente en la construcción de pavimentos para viales mixtos. El relleno primario tiene las siguientes características técnicas en función de las capas y la profundidad a la que se encuentra.

Tabla 1: Composición de la primera capa de relleno.

Tamiz (mm)	% que pasa	Profundidad (m)
220	55	0,20
55	25	
14	20	

Colocándose en los primeros 20 cm. Este tipo de suelo fue diseñado siguiendo las indicaciones del PG-3 Art. 303.

El tipo de pavimento que se va a diseñar consiste en un pavimento de hormigón en masa con juntas. Son los pavimentos de hormigón más económicos y sencillos de construir, empleados en la mayoría de las categorías de tráfico (hasta 2.000 vehículos pesados/carril/día aproximadamente). En ellos se controla la fisuración mediante la ejecución de juntas. Estas juntas son longitudinales y transversales y, dependiendo de su función, pueden ser juntas de construcción, de contracción o de dilatación.

La separación entre juntas está relacionada con el espesor de la losa. En la práctica dicha distancia no debe ser superior a 25 - 30 veces el espesor de la losa cuando no existan gradientes importantes de temperatura. En caso contrario dicha separación deberá reducirse a 15 - 20 veces dicho espesor. Se recomienda disponer las juntas a distancias inferiores a 5 m, siendo aconsejable que estas no superen los 4 m en el caso de juntas sin pasadores. Como regla general, las losas formadas deben ser sensiblemente cuadradas, procurando que la relación entre los lados de las mismas no sean superiores a 1,5. En calzadas de ancho mayor de 5 m se han de disponer juntas longitudinales. Con tráficos medios (IMD entre 200 y 2.000 vehículos pesados) se suelen disponer pasadores en las juntas transversales para aumentar la eficacia de la transmisión de cargas entre losas y asegurar con ello que las losas a uno y otro lado de la junta transversal tengan una deflexión similar al paso de los vehículos. Aunque el empleo de pasadores permite reducir el espesor de las losas y aumentar la separación entre las juntas, se han obtenido también excelentes resultados en pavimentos sin pasadores cuando las juntas se han dispuesto a distancias no superiores a 4 m

En el mismo documento PG-3, en el Capítulo V "Firmes" se exponen los tipos de materiales y su forma de instalación en el terreno para distintos tipos de pavimentos. En

este caso, el pavimento que se pretende diseñar es de hormigón magro vibrado (HM), por tanto, el artículo a consultar es el 551 del mismo capítulo.

3.1. Materiales a utilizar.

3.1.1. Hormigón magro.

Según la norma, La resistencia característica a compresión del hormigón magro vibrado, determinada sobre probetas cilíndricas de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de altura, fabricadas y conservadas de conformidad con la norma UNE-EN 12390-2 y ensayadas a 28 días de edad (norma UNE-EN 12390-3) no será inferior a quince megapascales ($< 15 \text{ MPa}$).

La consistencia del hormigón (norma UNE-EN 12350-2) tendrá un valor de asentamiento comprendido entre uno y seis centímetros (1 a 6 cm). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras indicará su valor y los límites admisibles de sus resultados pudiendo también especificar otros procedimientos alternativos de determinación.

La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm (norma UNE-EN 933-2), incluyendo el cemento, no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico de hormigón magro vibrado ($< 250 \text{ kg/m}^3$).

La dosificación de cemento no será inferior a ciento cincuenta kilogramos por metro cúbico ($< 150 \text{ kg/m}^3$) de hormigón fresco y la relación ponderal de agua/cemento no será superior a ciento quince centésimas ($a/c > 1,15$).

La proporción de aire ocluido en el hormigón magro fresco vertido en obra (norma UNE-EN 12350-7), no será superior al seis por ciento ($> 6\%$) en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un inclusor de aire. En este caso, la proporción de aire ocluido en el hormigón magro fresco no será inferior al cuatro y medio por ciento ($< 4,5 \%$) en volumen.

3.1.2. Mezcla bituminosa.

Se utilizará como superficie del parking un tipo de asfalto denominado mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración, según UNE-EN 13108-1.

4. Recomendaciones proceso constructivo de pavimentos.

A continuación, se exponen recomendaciones para las distintas fases del proceso constructivo del pavimento del parking de las cuales finalmente se extraerá una solución adoptada.

4.1. Base de hormigón en masa.

La base del pavimento es una capa de gran importancia en el comportamiento a largo plazo del firme, pues las tensiones provocadas por las cargas de tráfico y las deflexiones de las losas se minimizan cuando éstas tienen un apoyo continuo, uniforme y estable en el tiempo. La solución más recomendable para la base (salvo en el caso de categorías de tráfico pesado inferiores a T2) es una capa de hormigón magro. Se trata de un hormigón con un contenido de cemento mucho más reducido que el de un hormigón para pavimentos (aunque no inferior a 140 kg/m^3), una relación agua/cemento no superior a 1,15, y al que se le exige una resistencia media a compresión a 28 días entre 15 y 22 MPa. Las prescripciones del mismo se recogen en el artículo 551 "Hormigón magro vibrado" del PG3.

Las bases de hormigón magro son las menos erosionables y las de mayor capacidad de soporte. Además, se pueden construir con los mismos equipos empleados en el pavimento. No obstante, su empleo sólo es estrictamente necesario para tráfico T2 o superiores. Para tráfico inferior el pavimento de hormigón puede disponerse sobre una subbase de zahorra y, en algunos casos, directamente sobre la explanada (lo que es la solución más frecuente en las vías de baja intensidad de tráfico).

4.2. Amasado y transporte del hormigón.

La solución más adecuada para garantizar una correcta homogeneidad y una producción que permita extender el hormigón sin paradas que repercutan en la regularidad superficial, es la fabricación en una central con amasadora y el transporte del hormigón seco-plástico en camiones volquete. El empleo de camiones amasadora se reserva en general para casos que no requieran un rendimiento elevado (vías de baja intensidad de tráfico, pavimentos contruidos por carriles individuales, capa superior de pavimentos bicapa, etc.).

El tiempo de amasado depende del tipo de amasadora, pero debe ser como mínimo de 1 minuto y, en muchos casos, superior a 2 minutos. Dado que los tiempos de transporte pueden ser relativamente elevados, la consistencia se debe medir a la descarga del camión, y no a la salida de la amasadora.

El ajuste final de la dosificación se debe realizar en un tramo de prueba, para comprobar que con los equipos y medios disponibles en obra es posible construir un pavimento con las características exigidas.

4.3. Extendido del pavimento.

Aunque es posible la puesta en obra manual en el caso de vías rurales o calles urbanas, en carreteras, las exigencias de regularidad superficial requieren la utilización de pavimentadoras de encofrado deslizante de alto rendimiento.

En general debe tenderse a descargar los camiones directamente delante de la pavimentadora. Cuando ello no es posible, por estar la base ocupada por elementos como armaduras sobre soportes o pasadores sobre cunas, hay que recurrir a una alimentación lateral con ayuda de retroexcavadoras, cintas transportadoras u otros dispositivos similares.

Las pavimentadoras de encofrado deslizante realizan las operaciones de distribución, vibrado y terminación del hormigón con una sola pasada, quedando el pavimento a la salida de la máquina prácticamente acabado a falta de las operaciones para dotarle de textura y el curado posterior. Estas últimas se suelen hacer con ayuda de un carro, en el que van montados los dispositivos para crear la textura en la superficie (mediante el arrastre de un cepillo o peine o bien aplicando un retardador de superficie en el caso de una terminación de árido visto) y de distribución del líquido de curado, o el de desactivado en su caso.

La cota y rasante del pavimento quedan determinadas por unos palpadores de la pavimentadora que se apoyan en unos hilos tensos, apoyados a su vez en unos piquetes colocados a intervalos regulares que se nivelan topográficamente. En ocasiones se recurre a sistemas de guiado tridimensional con los que es posible prescindir de los hilos de nivelación.

Dependiendo de la pavimentadora que se utilice, es posible construir en una sola pasada desde sólo 2 ó 3 m hasta 15 m. Existen equipos dotados de dispositivos que introducen automáticamente mediante vibroinserción los pasadores o barras de unión en caso de ser necesarios. Otros equipos están provistos en su parte delantera de una batería de tubos de inserción (también denominados trompetas) para colocar en su posición final las armaduras de un pavimento continuo de hormigón armado (PCHA). En este caso las barras deberán estar previamente agrupadas en los laterales o en la parte central de la base a fin de dejar espacio suficiente para los camiones de transporte del hormigón.

Después del paso de ambas reglas oscilantes, es habitual que la propia pavimentadora arrastre una arpillera húmeda y lastrada para crear una microtextura. Dicha arpillera suele también utilizarse para eliminar las marcas que pudiera ocasionar la bailarina en su funcionamiento.

Posteriormente, a corta distancia de la pavimentadora, el carro de textura y curado aplica el cepillo de cerdas o flejes para dar la textura de cepillado y pulveriza el líquido de curado como última operación.

En el caso de una textura de árido visto, la misión de dicho carro es extender el retardador de fraguado y, en su caso, el compuesto de curado, aunque como ya se ha mencionado, existen productos que realizan simultáneamente ambas funciones. En ocasiones, especialmente en regiones lluviosas, el retardador de superficie se protege con una lámina de plástico que se va desplegando desde un rollo montado en el mismo carro. Posteriormente, una vez eliminado el mortero sin fraguar, hay que aplicar el producto de curado sobre el pavimento.

El curado del pavimento es una operación esencial, ya que impide la pérdida de agua necesaria para el fraguado y endurecimiento del hormigón y evita la aparición de fisuras de retracción y, con todo ello, la disminución de resistencias. Aunque es posible el curado con agua en vías de baja intensidad de tráfico, es mucho más recomendable utilizar productos filmógenos de calidad que se extienden sobre el pavimento creando al secarse una película que evita la evaporación del agua. Es conveniente que dicho producto contenga un pigmento de color blanco para reflejar la radiación solar.

4.4. Juntas.

En los pavimentos de hormigón en masa o armado con juntas, será necesario realizar el aserrado de las juntas de contracción transversales y longitudinales. Dichas juntas pueden también formarse en fresco, creando surcos en el mismo en los que se introduce un elemento (por ejemplo, una lámina de plástico) para evitar que los bordes de los mismos se vuelvan a adherir.

No obstante, en el caso de las juntas transversales, los retoques manuales que hay que llevar a cabo pueden perjudicar la regularidad superficial, por lo que dicha opción se utiliza únicamente en vías de baja intensidad de tráfico.

Por el contrario, en las juntas longitudinales es posible una ejecución mecanizada, mediante cuchillas vibrantes acopladas a la pavimentadora, y por ello esta técnica se utiliza también en autopistas y carreteras importantes.

En los PCHA hay que disponer juntas longitudinales, mientras que las únicas juntas transversales necesarias son las de construcción (generalmente de final de jornada de trabajo) y las de dilatación antes de llegar a una estructura.

El factor tiempo es crítico en el aserrado. Hay que cortar las juntas antes de que las tensiones hagan que el pavimento comience a fisurarse espontáneamente, pero no se puede realizar esta operación demasiado temprano pues los bordes pueden desportillarse. No es fácil fijar un valor para el lapso de tiempo entre la puesta en obra del hormigón y su corte, ya que depende de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiente, la humedad u otros. El corte debe tener una profundidad mínima del 25% del espesor.

Es recomendable el sellado de las juntas para evitar la entrada de agua, así como de elementos incompresibles (como gravillas) que pueden producir deterioros en las mismas.

No obstante, no es imprescindible en zonas poco lluviosas o sin grandes variaciones de temperatura. El sellado puede realizarse con productos aplicados en frío o en caliente o bien mediante perfiles preformados de materiales elastómericos.

Previamente al sellado será necesario el cajeo previo de la junta para darle unas dimensiones adecuadas al producto que se vaya a utilizar y, en el caso de los dos primeros, introducir en el fondo un cordón de obturación.

5. Solución adoptada suelo parking.

Los viales mixtos son los correspondientes a la zona del parking en el recinto deportivo.

La sección de los viales mixtos se calcula de acuerdo con la Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

Al igual que en los viales interiores, la explanada es tipo E1, por lo que consiste en una capa de 45 cm de suelo seleccionado sobre el suelo tolerable del terreno.

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_P) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

A los efectos de aplicación de esta norma, en el apartado 4 de la norma "Categorías de tráfico, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMD_P que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La tabla siguiente presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla próxima.

Tabla 2: Categorías de tráfico pesado 1.

Categoría de tráfico pesado				
Tipo	T00	T0	T1	T2
IMD_P (vehículos pesados/día)	>4.000	3.999-2.000	1.999-800	799-200

Tabla 3: Categorías tráfico pesado 2.

Categoría de tráfico pesado				
Tipo	T31	T32	T41	T42
IMD _P (vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Está previsto un $IMD_p < 25$ en cualquier punto parking, ya que las plazas de aparcamiento están diseñadas para vehículos convencionales y no se esperan más de 2 vehículos pesados por semana que asistan al recinto. La categoría de tráfico pesado para los viales mixtos es T42.

Para la categoría de tráfico pesado T42, en el apartado 6, "Secciones de firme", para una explanada tipo E1, el firme debe estar compuesto por:

- 20 cm de zahorra.
- 18 cm de hormigón en masa tipo HNE-25/P/25/IIIa.
- 9 cm de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D

Estas consideraciones se aplican a las zonas de uso previsto de vehículos pesados, es decir, en los 3,5 metros delimitados de uso mixto.

Para el resto de sección del vial mixto, en el que el uso previsto es únicamente peatonal, se reduce el espesor del firme, al eliminar la capa de zahorra, por lo que el firme queda compuesto por:

- 20 cm arena 2/4 mm
- 18 cm de hormigón en masa tipo HNE-25/P/25/IIIa.
- 9 cm de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D

5.1. Resumen pavimentos parking.

Tabla 4: Características pavimentos.

Viales mixtos	e (cm)	Viales peatonales	e (cm)
Zahorra	20	Arena 2/4	20
HNE-25/P/25/IIIa	18	HNE-25/P/25/IIIa	18
Mezcla bituminosa	9	Mezcla bituminosa	9

6. Detalles parking.

Además del diseño de la base estructural del parking, se requieren ciertas tareas para que el mismo sea útil, cómodo y seguro. En el Plano Nº 15 "Parking" se pueden ver todos los detalles constructivos que lo componen.

- Las plazas de aparcamiento estarán delimitadas por líneas blancas pintadas con pintura antideslizante de color blanco. Estas tendrán un grosor de línea de 7 cm en todos sus ejes. No es necesario numerar las plazas de aparcamiento.
- Se reservan 3 plazas de aparcamiento para minusválidos. Estas irán señaladas en el suelo mediante un dibujo con el Símbolo Internacional de Accesibilidad (SIA) en el pavimento. Se sitúan en la cara norte del parking junto al paso de peatones. Las plazas son del mismo tamaño que las demás.
- Existe una entrada peatonal desde la C/ Llaurador Valencià que cruza por el medio del parking hasta la entrada al recinto deportivo. Tiene 9,4 m de anchura. Esta indicado mediante líneas blancas intercalas con el color del pavimento indicando por donde deben cruzar los peatones que asistan al recinto a pie.
- Zona no transitable: existe, entre las plazas de aparcamiento una zona no transitable para vehículos y que sirve como decoración para el parking. El suelo irá cubierto con una capa de cantos rodados decorativos de color blanco como los de la imagen:



Ilustración 1: Detalle cantos rodados blancos.

Esta zona ajardinada estará sobre elevada del firme del parking 8 cm. Para evitar que se salgan a la calzada los cantos rodados y se provoca la erosión, se coloca un bordillo de 10 cm de altura.

- Desagüe: Para la evacuación de aguas, que ya se diseñó en el anejo correspondiente, se le dará al pavimento una pendiente del 1 % para facilitar la eliminación de agua por los imbornales.



Ilustración 2: Detalle imbornales.

- Cubierta plazas de aparcamiento: Estructura para cobertura de plazas de aparcamiento situadas al aire libre, compuesta de: cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S; pórticos de acero S275JR, en perfiles laminados en caliente y cubierta metálica formada con chapa perfilada de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor. Esta parte se comprará prefabricada y no requiere de cálculos para su instalación.



Ilustración 3: Detalle pórtico cubierta parking

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 19

Mobiliario y equipamiento exterior

Índice Anejo 19

1.	Introducción.	5
2.	Mobiliario urbano.	5
2.1.	Bancos.....	5
2.1.1.	Banco tipo Goteborg.	6
2.1.2.	Banco tipo NOU-1.....	6
2.2.	Mesas.....	7
2.3.	Papeleras.....	7
2.4.	Bolardos	8
2.5.	Aparca bicicletas.....	9
3.	Equipamiento no recreativo	10
3.1.	Vallado.....	10
3.1.1.	Vallado terreno de juego.....	10
3.1.2.	Vallado separación parking – recinto deportivo y verja de acceso.	10
4.	Cerramientos parcela.	12
5.	Paneles informativos.	13
5.1.	Panel informativo de acceso.	13
6.	Alumbrado exterior.....	13
6.1.	Viales, parking y gradas.....	13
6.2.	Torres campo de fútbol.....	14
7.	Jardinería interior.....	15
7.1.	Jardineras.....	15
7.2.	Arbolado y alcorques.....	16

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Detalle cercado terreno de juego.	10
Ilustración 2: Detalle separación parking - recinto deportivo.....	11
Ilustración 3: Detalle acceso principal.	12
Ilustración 4: Detalle cerramiento parcela.....	13
Ilustración 5: Detalle farolas.....	14
Ilustración 6: Detalle torres iluminación.	15
Ilustración 7: Detalle jardineras hormigón.....	16
Ilustración 8: Detalle alcorques para arbolado.....	16
Ilustración 9: Detalle Plátanos de sombra (Platanus x hispanica).	17
Ilustración 10: Detalle Moreras (Morus alba).	18
Ilustración 11: Detalle Jacarandas (Jacaranda mimosifolia).	18

1. Introducción.

En este anejo se detalla el mobiliario y el equipamiento urbano seleccionado para el recinto deportivo. Estos elementos son preceptivos para que la instalación tenga la funcionalidad apropiada a las diferentes zonas definidas del recinto, de forma que se ofrezcan espacios de descanso, de paseo, mejorar la visibilidad desde otros puntos del recinto...

El mobiliario forma parte indispensable de la estructura lógica de toda instalación de pública concurrencia, convive con el ciudadano y es de utilidad en múltiples acontecimientos. Con su correcta elección se pretende satisfacer las necesidades de los visitantes y hacer más agradable y confortable su paso ella. También es importante que no interfiera en el estilo, pasando desapercibido entre los pasillos y accesos.

El hecho de que las necesidades de los asistentes sean de origen muy variado lleva a la clasificación de los distintos elementos que constituyen el equipamiento final:

- Mobiliario urbano (bancos, papeleras, fuentes, etc.)
- Equipamiento no recreativo (vallado, pavimento especial, carteles, etc.)
- Elementos de alumbrado exterior.

Para la elección del equipamiento se ha adoptado un compromiso con la calidad y con la seguridad. Se ha buscado un material cómodo, duradero en el tiempo y que genere una convivencia entre la instalación y los asistentes. Así pues, cinco han sido los criterios que han primado en la elección de los componentes del equipamiento:

- Accesibilidad
- Estética
- Integración
- Seguridad dentro de la normativa vigente
- Calidad de los materiales

En el Plano Nº 16 "Mobiliario urbano" se muestra la ubicación de los diferentes elementos de mobiliario y equipamiento de la instalación

2. Mobiliario urbano.

La elección del mobiliario urbano se centra en elementos prácticos y adaptados a un parque litoral con paseo marítimo.

2.1. Bancos.

Se han seleccionado 2 tipos de bancos. En banco más utilizado es de madera con reposabrazos, se halla distribuido por todo el recinto y cumple los requisitos de

accesibilidad. El segundo modelo está conformado a base de hormigón armado y no dispone de brazos ni respaldo.

2.1.1. Banco tipo Goteborg.

Dispuesto en todas las zonas del parque, en las áreas estanciales. Se han dispuesto 12 unidades en el parque y presenta las siguientes características:

- **Dimensiones:** Banco con respaldo, de listones de madera tropical de 4,0x4,0 cm, sencillo, de 200 cm de longitud, fijado a una base de hormigón HM-20/P/20/I.
- **Diseño:** complementada por lamas de madera de sección 60 x 25 cm, dispuestas longitudinalmente en el asiento y transversalmente en el respaldo.

La madera tropical del mobiliario urbano utilizado en el parque, es obtenida de modo sostenible y certificada por sistemas como el FSC (Consejo de Administración Forestal, por sus siglas en inglés). Se trata además de madera protegida con fungicida, insecticida e hidrófuga.

El anclaje de los pies del banco se efectuará mediante atornillado a un cilindro de hormigón HM-20, de dimensiones 250 mm de diámetro y 250 mm de altura, con tornillería de acero inoxidable M10, en caso de realizarse sobre suelo blando, o mediante tornillería de acero inoxidable M10 sobre pavimento duro.



2.1.2. Banco tipo NOU-1.

Dispuesto en todas las zonas del parque, con 7 unidades, presenta las siguientes características:

- **Dimensiones:** longitud de 2.220 mm. Profundidad de 680 mm. Altura de asiento 450 mm. Sin reposabrazos ni respaldo.
- **Diseño:** bancada de hormigón armado, prefabricado e hidrofugado, de canto 12 cm en el asiento y 20 cm en los apoyos, de color blanco mate en acabado liso. No requiere anclaje debido a su elevado peso, pero de necesitarlo, se realiza con espárragos de diámetro 14 mm y final rematado con resina epoxy.



2.2. Mesas.

Las mesas se colocarán a la salida del bar/restaurante para que los asistentes al recinto puedan consumir productos del mismo pudiendo estar en el exterior. Se colocan **10 unidades** en el recinto.

Presentan las siguientes características:

- **Dimensiones:** Conjunto de mesa de jardín, compuesto por mesa rectangular de 80x180x55 cm de tablones de madera de pino tratada en autoclave con 1 banco con respaldo de 46x180x78 cm, de tablones de madera de pino tratada en autoclave y 3 taburetes de 46x46x46 cm de tablones de madera de pino tratada en autoclave.
- **Diseño:** madera de pino tratada con sales hidrosolubles en autoclave de célula llena y acabada con protector láser frente a la intemperie, producto regulador de la humedad a poro abierto, ecológico, con filtro solar anti-U.V. y tornillería cincada.

El anclaje de la mesa se efectuará mediante se realiza con espárragos de diámetro 14 mm y final rematado con resina epoxy.



2.3. Papeleras

Las papeleras se colocarán donde los usuarios del parque tengan el máximo acceso: en las áreas estanciales y cercanas a bancos. Esto, unido a su diseño, las hace fácilmente detectables para las personas con deficiencia visual.

Se han distribuido **20 papeleras** del mismo tipo, con características:

- **Dimensiones:** Papelera de fundición de suelo con pedestal, con cubeta interior desmontable de forma tronco-prismática invertida de chapa galvanizada, de 25 litros de capacidad, fijado al pavimento. Su altura es de 1,20 m.
- **Diseño:** de estructura cilíndrica, construida a partir de fundición de aluminio con un acabado natural mate mediante granallado. La cubeta, el cierre y el mecanismo son de acero inoxidable. Presenta dispositivo antivandálico antivuelco. Su colocación se realiza mediante 4 pernos de expansión M8.



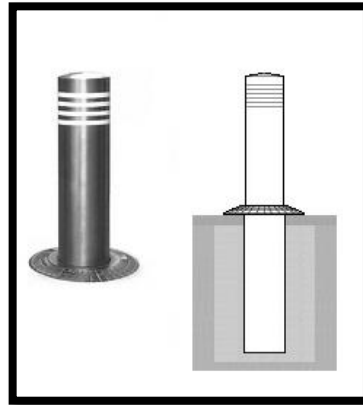
2.4. Bolardos

Se trata de un elemento de mobiliario urbano cuya utilidad reside en restringir el acceso a vehículos y delimitar espacios.

Todos los bolardos se accionan con la misma llave, de la que existirán en el parque diversas unidades de las llaves. Al menos una de las llaves se encontrará permanente en la oficina de la caseta de mantenimiento de modo que, ante la existencia de una emergencia que haga necesaria la intervención de medios exteriores se pueda recurrir a ellas para la entrada de los vehículos. Se requiere de **4 unidades**.

Sus características son:

- **Dimensiones:** el diámetro del bolardo es de 140 mm. Su altura en posición elevada es de 735 mm.
- **Diseño:** el bolardo telescópico escogido es retráctil, con base empotrada fabricada en acero inoxidable. Tiene 4 bandas blancas reflectantes, dispone de una tapa de fundición antideslizante, se eleva de forma automática y desciende de forma manual mediante una llave. La tapa superficial, el chasis, las sujeciones y la tornillería son de acero inoxidable mate.



Se colocarán bolardos telescópicos en el acceso norte del parking, justo al final del paso de peatones interior, con el fin de que los vehículos de los asistentes no puedan acceder al recinto.

Son telescópicos con el fin de facilitar el acceso a vehículos de emergencia como ambulancia, policía, bomberos... en el caso de requerirse.

2.5. Aparca bicicletas.

Otro aspecto que se debe destacar es que el parque cuenta con aparcamiento de bicicletas que se coloca en la parte este del parking de manera que facilita el transporte a través de éste así como la comunicación entre el recinto y en núcleo urbano del municipio, pueblos circundantes y sus habitantes.

Aparcamiento para bicicletas modelo Bicilínea "SANTA & COLE" de un tramo, para 8 bicicletas, de 301 cm de longitud, compuesto por soportes de barandilla de pletina de acero inoxidable AISI 304 acabado esmerilado, pasamanos y brazos de tubo de acero inoxidable AISI 304 acabado pulido de 84 y 51 mm de diámetro respectivamente y 2 mm de espesor, incluso pernos de anclaje.

Se requiere de **8 unidades**.



3. Equipamiento no recreativo

3.1. Vallado.

3.1.1. Vallado terreno de juego.

Para delimitar la zona a la que puede aproximarse el público al terreno de juego se coloca una valla perimetral de acero. Se requiere una longitud de 360 m para cubrir todo el perímetro del terreno.

La barandilla seleccionada para tal fin es una barandilla modular de acero laminado en caliente, de 2,00 x 0,90 m, acabado en color negro, con textura férrea, incluso complementos y accesorios de montaje. En el extremo superior tiene un pasamanos de 73 mm de diámetro.

La altura total de la barandilla es de 0,9 m. Se ancla mediante cuatro pernos por poste al suelo.

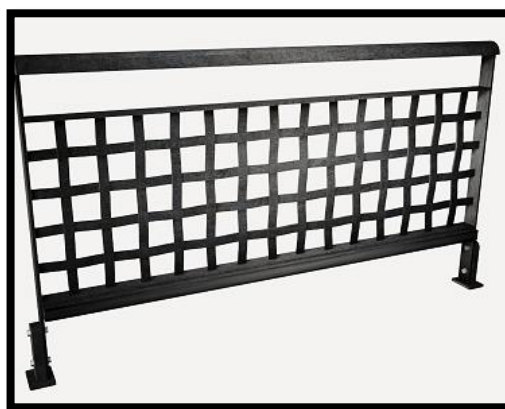


Ilustración 1: Detalle cercado terreno de juego.

3.1.2. Vallado separación parking – recinto deportivo y verja de acceso.

Se coloca un vallado para delimitar la zona del parking dentro de la parcela. Se requiere una **longitud de 132 m**. En la parte derecha, junto al paso de peatones se colocará una verja para acceder al recinto deportivo

El **vallado** que se coloca es el siguiente:

Vallado de parcela formado por panel de malla electrosoldada, de 50 x 50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado de sección 20 x 20 x 1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 40 x 40 x 1,5 mm, separados 2 m entre sí y empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón.

Se coloca sobre un muro de vallado de parcela, continuo, de 1 m de altura y 15 cm de espesor de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, armado con malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, encofrado metálico con acabado visto.



Ilustración 2: Detalle separación parking - recinto deportivo.

La **verja principal** que se coloca para acceder al recinto es:

Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículos, una hoja corredera, carpintería metálica con p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores, armadura portante de la cancela, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Según UNE-EN 13241-1.

La misma tendrá 4 metros de longitud para que puedan acceder los vehículos de emergencia al recinto siendo de movimiento manual.

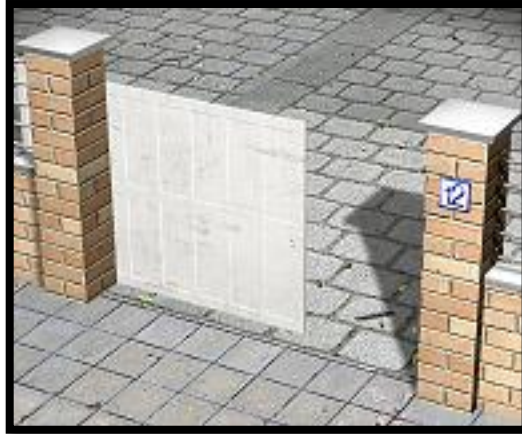


Ilustración 3: Detalle acceso principal.

4. Cerramientos parcela.

Como cerramiento exterior de la parcela se desea colocar un tipo de cerramiento que deje visibilidad tanto del interior al exterior como al revés, pero que permita mantener una separación física entre las vías públicas y el recinto.

Este cubrirá todo el perímetro parcelario incluido el parking, quedando la parte más baja del mismo a la cota de la vía pública.

Constará de dos partes diferenciadas:

- En primer lugar, como elemento de soporte se colocará un muro de vallado de parcela, continuo, de 1 m de altura y 15 cm de espesor de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, armado con malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, encofrado metálico con acabado visto.
- Encima del muro, se coloca una Verja metálica compuesta por barrotes horizontales de cuadrado de perfil macizo de acero pudelado de 14x14 mm y barrotes verticales de cuadrado de perfil macizo de acero laminado en caliente de 12x12 mm y 1 m de altura, con anclajes empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón.



Ilustración 4: Detalle cerramiento parcela.

La longitud total que se requiere tanto de muro como de verja es de 536 m, coincidiendo con el perímetro de la parcela.

5. Paneles informativos.

5.1. Panel informativo de acceso.

En el acceso al recinto deportivo **un panel** con toda la información necesaria para el disfrute del mismo: normas básicas de comportamiento, plano, teléfonos de interés, etc. Además, en todas las zonas recreativas se dispondrán carteles explicando las diferentes funciones y actividades que podrán realizarse en ellas, así como también del tipo de elementos que podremos encontrar en ellos y las edades recomendadas para su uso.

Los paneles de entrada al parque están compuestos por un atril informativo de acero zincado lacado, acabado en color óxido de bronce, con el plano del recinto en vinilo para exteriores. Incluye además la información necesaria para el disfrute de la instalación: normas básicas de comportamiento, teléfonos de interés, etc. Las indicaciones se disponen también en braille y el diseño e itinerarios serán táctiles. Las medidas del atril son 1.600 x 1.060 mm y altura total 1250 mm. El atril se sustenta sobre dos postes de aluminio en el mismo acabado de dimensiones 140 x 140 mm. El anclaje se realiza mediante 8 pernos de acero inoxidable M12.

6. Alumbrado exterior.

6.1. Viales, parking y gradas.

Tal y como se expone en el anejo N° 21 “Instalación eléctrica en BT”, se dispondrá alumbrado exterior en todos los viales del recinto con los siguientes objetivos:

1. Facilitar el desplazamiento de las personas.
2. Facilitar las actividades nocturnas en el parque.

3. Mostrar los elementos de interés que incluye el parque, así como sus espacios: macizos florales, praderas, setos, arbolado, áreas despejadas, esculturas, edificios, fuentes, etc., conjugándolos con su entorno.
4. Completar una escenografía interrelacionando los elementos ya nombrados dentro de un conjunto lineal coherente. acentuando la perspectiva y el efecto tridimensional.

Se han elegido lámparas de fluorescentes por su buen rendimiento y elevada durabilidad con respecto a otros tipos, con potencia de 54 W. Se requiere de **117 farolas** de este tipo.

La farola que se pretende instalar es la siguiente:

Farola con distribución de luz radialmente simétrica, con luminaria cilíndrica de 140 mm de diámetro y 6000 mm de altura, columna cilíndrica de plástico de 2600 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W, con cuerpo de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, cilindro de plástico blanco, portalámparas G 5, balasto electrónico, clase de protección I, grado de protección IP 65, cable de 6 m de longitud, provista de caja de conexión y protección, pica de tierra, arqueta de paso y derivación con cerco y tapa de hierro fundido. Incluso cimentación realizada con hormigón HM-20/P/20/I, lámparas, accesorios, elementos de anclaje y equipo de conexionado.



Ilustración 5: Detalle farolas.

Los cálculos para obtener tanto la potencia como la distribución del alumbrado se encuentra en el Anejo 21 "Instalación eléctrica en BT". En el Plano N° 18.2 "Instalación eléctrica. Exterior" se encuentra la distribución de las luminarias y su potencia.

6.2. Torres campo de fútbol.

El terreno de juego contara con **4 torres de iluminación** donde se colocan 20 proyectores de 2.000 W en cada uno de ellos.

Las torres seleccionadas, que tendrán una altura de columna de 25 m, son las siguientes:

Postes de sección cuadrada y celosía simple, el material empleado para su fabricación es LPN laminado en caliente y tornillería galvanizada 8.8. La composición de los tramos será formada por perfiles de angular "L-60" dispuestos en diagonal soldados al montante de los distintos tramos. En la parte superior plataforma rectangular de 5.000 x 2.500 mm y dimensiones dependiendo el número de proyectores, así como también se compone de la escalerilla interior con quitamiedos que da acceso a la plataforma. Todo este material irá galvanizado por inmersión en caliente.



Ilustración 6: Detalle torres iluminación.

Las torres estarán inclinadas hacia el terreno de juego 5° para mejorar la eficiencia de iluminación en el terreno de juego. Los proyectores se colocarán en el mismo de tal forma que el haz de luz forme un ángulo de 30° con la horizontal del terreno de juego, o lo que es lo mismo, inclinados en la vertical un ángulo de 60° .

El detalle constructivo de las mismas se puede observar en el Plano N^o 18.3 "Torres iluminación".

7. Jardinería interior.

Se van a distribuir a modo de decoración y con el fin de crear zonas sombreadas y más frescas, que rebajen la temperatura de la superficie asfaltada, árboles y jardineras con distintas especies vegetales.

Cabe destacar que el sistema de riego que tendrán las mismas no es objeto de este proyecto.

7.1. Jardineras.

A modo de decoración, se colocan jardineras distribuidas por el ala este del recinto. Éstas tendrán en su interior las siguientes especies vegetales:

- Romero (*Rosmarinus officinalis*)

- Albahaca (*Ocimum basilicum*)
- Tomillo (*Thymus mastichina*)

En cada uno de ellos se introducirá un volumen de turba igual al volumen de la jardinera. Éstas últimas tienen las siguientes características:

Jardinera lineal de fundición, de 153 x 45 x 49 cm, pintada en color negro y fijada en el suelo por gravedad.

En todo el recinto se colocarán **10 jardineras** iguales.



Ilustración 7: Detalle jardineras hormigón.

7.2. Arbolado y alcorques.

En la periferia del recinto y en los lugares con bancos, con el fin de crear zonas con sombra, se van a colocar distintas especies de árboles ornamentales.

Estos irán situados en alcorques de dos piezas prefabricadas de hormigón para formación de borde de delimitación de alcorque cuadrado, de 90 x 90 cm y 60 cm de diámetro interior, gris.

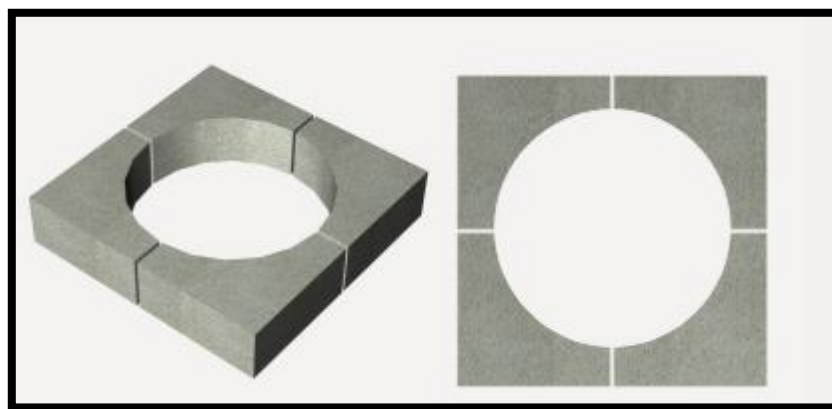


Ilustración 8: Detalle alcorques para arbolado.

En ellos, se dispondrán, de manera individual, cada una de las especies que se enuncian a continuación:

- 4 Plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*).



Ilustración 9: Detalle Plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*).

- 4 Moreras (*Morus alba*).



Ilustración 10: Detalle Moreras (*Morus alba*).

- 4 Jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*).



Ilustración 11: Detalle Jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 20

Itinerarios y pavimentos

Índice Anejo 20

1.	Introducción.	6
2.	Consideraciones iniciales.	6
2.1.	Normativa de aplicación.	6
3.	Itinerarios peatonales accesibles.	6
3.1.	Superación de desniveles.	7
3.1.1.	Escaleras de la grada.	7
3.1.2.	Rampas.	8
3.2.	Banda libre de obstáculos.	9
3.3.	Pendiente longitudinal.	10
3.4.	Pendiente transversal.	10
3.5.	Bordillos.	10
3.6.	Bolardos.	10
4.	Vías mixtas.	10
4.1.	Preferencia de uso.	11
5.	Pavimentación.	11
5.1.	Elementos uso.	12
5.2.	Materiales.	13
5.2.1.	Adoquines.	13
5.2.2.	Hormigón.	14
5.2.3.	Hormigón bituminoso.	14
5.3.	Dimensiones de los viales.	15
6.	Viales.	15

6.1.	Viales interiores. Peatones y emergencias.	15
6.2.	Viales parking.	16

Índice de tablas

Tabla 1: Valores del coeficiente de deslizamiento "C"	12
Tabla 2: Valores de Ev2 para cada categoría de explanada.....	15
Tabla 3: Categorías de tráfico pesado 1.	17
Tabla 4: Categorías de tráfico pesado 2.	17

1. Introducción.

Este anejo está destinado a definir los diferentes itinerarios, así como las características de pavimentos escogidos para formar parte del recinto deportivo.

En el Plano Nº 17 "Itinerarios y pavimentos" se observan los diferentes itinerarios previstos según su uso peatonal o mixto, así como las utilizations principales de los viales.

2. Consideraciones iniciales.

Se entiende por lugar accesible aquel *creado, proyectado, construido y conservado de modo que pueda ser disfrutado de manera segura, autónoma y confortable por todas las personas, sea cual sea su circunstancia particular.*

El recinto se ha proyectado de modo que los itinerarios peatonales sean accesibles. Al ser la parcela diseñada prácticamente plana, no se encuentran grandes desniveles o puntos de difícil accesibilidad, no obstante, es importante resaltar aquellos que podrían crear una dificultad para ciertos grupos de personas.

2.1. Normativa de aplicación.

El cálculo de los itinerarios se realiza según las indicaciones de la normativa de obligado cumplimiento en España: **Código Técnico de la Edificación-Documento Básico SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad.**

Además, se han seguido las recomendaciones descritas en el "Manual para un entorno accesible" editado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (documento 15/2005).

También se ha seguido la Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

3. Itinerarios peatonales accesibles

Se entiende por itinerario peatonal accesible *aquel ámbito o espacio de paso en el que predomina la dimensión lineal y que permite un recorrido urbanizado continuo, sin obstáculos, que intercomunica y permite el acceso a los diferentes espacios de uso público y a las edificaciones del entorno, así como a los diversos modos de transporte, desde sus correspondientes infraestructuras.*

Se entiende por zona accesible *aquel ámbito o espacio desarrollado en superficie que permite su uso y disfrute en condiciones de accesibilidad y autonomía personal, estando vinculado a la red de itinerarios accesibles, a las zonas de estancia, así como al acceso exterior de los elementos de edificación contiguos, y a los sistemas de transporte.*

En definitiva, un espacio de uso público se considerará accesible si, además de permitir desenvolverse de forma autónoma en el mismo y utilizar los elementos de mobiliario y equipamiento urbano puestos a disposición, posibilita la accesibilidad desde el exterior a los edificios públicos del entorno, así como al mayor número posible de edificios de viviendas y establecimientos privados de pública concurrencia, permitiendo el acceso a los medios de transporte disponibles.

En relación con su disposición tipológica, dentro del recinto deportivo, cabe diferenciar entre:

- Vías públicas con un único nivel de solado, con tratamiento diferenciado de materiales y dotación de elementos de protección para la circulación peatonal. La práctica totalidad de los viales del recinto.
- Vías públicas de especial dificultad debido a condiciones topográficas extremas, desigual alineación y cota de la edificación, etc. Como puede ser la zona de graderío

Los itinerarios mixtos de peatones y vehículos deben reunir las características de accesibilidad con seguridad, en este caso, la zona del parking.

Para mejorar la seguridad de los peatones se actúa a través de la delimitación y salvaguarda de la acera por medio de bolardos, vallas, etc. cuyo diseño y ubicación sea el adecuado.

3.1. Superación de desniveles.

Se garantizará la continuidad en el recorrido a cuyo fin se evitarán las interrupciones bruscas del itinerario resueltas mediante escaleras o peldaños, como el caso del acceso a las distintas alturas de la grada. A tal fin, se simultaneará con rampas de suave pendiente, bien en el mismo tramo o bien como recorrido alternativo lo más próximo e integrado posible con el anterior y debidamente señalizado.

3.1.1. Escaleras de la grada.

Las escaleras y rampas se disponen conjunta e integradamente, dado que si bien para algunas situaciones personales (usuarios de silla de ruedas) la rampa es la única opción posible, para otras (personas mayores, aquellas con discapacidad física ambulante, entre otras) resulta más adecuada la senda con peldaños, eso sí, dotados de pasamanos y adecuada relación huella-tabica.

Para que una escalera resulte cómoda de subir o bajar, deben existir rellanos, cada cierta longitud de desarrollo que permitan descansar. Igualmente lo es, en su diseño, la relación huella/tabica, siendo las más accesibles aquellas de huella entre 28 y 32 cm y tabica entre 14 y 18 cm. El ancho libre de la escalera será, como mínimo, de 0,90 m.

Se colocarán pasamanos a ambos lados y a 0,83 m de altura; cuando la escalera sea muy ancha se colocará también un pasamanos en el centro de la misma. Dichos pasamanos se prolongarán en arranque y final de las escaleras, rematándose con forma redondeada.

El pavimento será duro, antideslizante y con una banda rugosa que indique el final de la zona de pisada. Se dispondrá pavimento diferenciador en inicio y fin de la escalera y no deberán presentar resalte o bocel en la contrahuella. Asimismo, en caso de escalinatas con un número importante de tramos, es necesaria una señalización adaptada que informe sobre la existencia de estas escaleras y de sus características.

Los escalones de la grada se diseñan de tal forma que tiene una anchura libre de 1,00 m, una altura de 18 cm y una huella de 44 cm sirviendo todos ellos como rellanos ya que existe una salida hacia cada fila de gradas cada dos escalones.

3.1.2. Rampas.

La rampa se habilita como ruta alternativa a la de las escaleras. Se dispondrán rellanos horizontales de descanso, procurando no distanciarlos entre sí más de 8 m, admitiéndose hasta 10 m. Dichos rellanos estarán dotados de una pendiente transversal del 1% a fin de evitar el encharcamiento de estas mesetas, cuya longitud mínima será de 1,50 m.

Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

Los pavimentos empleados han de ser duros, no deslizantes, teniendo en cuenta su ubicación en exteriores, ligeramente rugosos y de textura superficial que facilite el drenaje.

Se dispondrá pasamanos a ambos lados de la rampa con sección circular de diámetro en torno a los 4 cm, que no se interrumpa en ningún punto del recorrido y prolongándose más allá del inicio y final de la rampa.

Se dispondrán elementos de protección inferior, a modo de zócalo, que eviten el descarrilamiento de sillas de ruedas, cochecitos de niños, etc. y sirvan de guía a personas invidentes con bastón.

Se colocará la señalización al inicio y final del desarrollo de la rampa mediante una franja de pavimento de color y textura diferenciados, que proporcionen aviso a personas invidentes o con deficiencia visual permitiendo detectar su presencia.

La única rampa que existe en el lugar es la de bajada al paso de peatones en el parking procedente de la vía pública, concretamente de la C/ Llaurador Valencià que está 0,4 m por encima de la cota de la parcela en ese punto.

En los cambios de dirección, la anchura mínima libre se aumentará hasta 1,10 m cuando se amplíe a ambos lados y hasta 1,20 m cuando sólo se amplíe en uno de ellos.

Se tendrá en cuenta que el espacio para efectuar giros en una silla de ruedas ha de permitir inscribir un círculo de 1,50 m de diámetro.

Los elementos verticales de iluminación, señalización, mobiliario urbano, jardinería y arbolado han de situarse en la banda externa de la acera.

El ancho libre en aceras estará exento de obstáculos; al objeto de facilitar la orientación y el desplazamiento de personas invidentes o con deficiencia visual se procurará que la delimitación interior de la banda de paso coincida con la alineación de fachadas u otros elementos, tales como muretes o cercas que definen la arista entre el plano de la acera y el de los inmuebles.

Esta rampa se tiene la misma anchura que el paso de peatones, 9,40 m y una longitud de 4,3 m, por lo que la pendiente es del 9,3 %.

3.2. Banda libre de obstáculos.

Banda libre peatonal es aquella parte de un itinerario libre de cualquier obstáculo o barrera.

Las aceras se consideran accesibles cuando tienen, en toda su longitud, una banda libre peatonal de 1,40 m, como mínimo, de anchura libre de obstáculos en todo el recorrido. En el proyecto se toma esta distancia como mínima.

No obstante, cuando el ancho de la calle no permita una sección transversal con aceras adaptadas, éstas tendrán una anchura mínima libre de obstáculos de 1,00 m, lo que permite la circulación de una persona usuaria de silla de ruedas o ambulante con dos bastones, en condiciones estrictas.

La altura mínima libre de obstáculos en todo el recorrido peatonal es de 2,20 m.

Los elementos salientes de fachadas no deberán sobresalir más de 10 cm de ella si están situados a menos de 2,20 m del suelo. Esta consideración es extensiva a todos los elementos volados, como señales de circulación, rótulos publicitarios, banderolas, toldos, elementos vegetales, etc., que se sitúen sobre el paso de libre de circulación.

En los cambios de dirección, la anchura mínima libre se aumentará hasta 1,10 m cuando se amplíe a ambos lados y hasta 1,20 m cuando sólo se amplíe en uno de ellos.

Se tendrá en cuenta que el espacio para efectuar giros en una silla de ruedas ha de permitir inscribir un círculo de 1,50 m de diámetro.

Los elementos verticales de iluminación, señalización, mobiliario urbano, jardinería y arbolado han de situarse en la banda externa de la acera.

El ancho libre en aceras estará exento de obstáculos; al objeto de facilitar la orientación y el desplazamiento de personas invidentes o con deficiencia visual se procurará que la delimitación interior de la banda de paso coincida con la alineación de fachadas u otros elementos, tales como muretes o cercas que definen la arista entre el plano de la acera y el de los inmuebles.

3.3. Pendiente longitudinal.

La pendiente longitudinal máxima admisible en los itinerarios será del 3 %, en el caso de requerirse en obra.

3.4. Pendiente transversal.

La pendiente transversal máxima admisible en los itinerarios será del 2 %, en el caso de requerirse en obra.

3.5. Bordillos.

El bordillo de delimitación de los itinerarios será de canto redondeado y sobresaldrá del pavimento 10 cm.

En el parking se requiere un total de 397 m de bordillo delimitador prefabricado de hormigón, 40x20x10 cm, para jardín, sobre base de hormigón no estructural.

En los viales interiores se requiere un total, entre las delimitaciones de las zonas, edificios y viales, de 802 m del mismo tipo.

3.6. Bolardos.

Son elementos que habitualmente se colocan para proteger a los viandantes del tráfico rodado o para evitar aparcamientos y accesos indebidos sobre zonas de uso exclusivo de peatones; también se colocan como hitos de referencia en recorridos peatonales.

Se dispondrán **4 bolardos telescópicos**, accionados manualmente, en las entradas del parque para regular la entrada de vehículos, siendo únicamente accesible para vehículos de emergencia o maquinaria requerida para el mantenimiento de la instalación.

4. Vías mixtas.

Los itinerarios mixtos de peatones y vehículos deben reunir las características de accesibilidad con seguridad. Existe un itinerario de uso mixto en el recinto correspondiente al parking.

Dicho itinerario se ha proyectado de modo que:

- Los operarios puedan acceder con la maquinaria necesaria a cualquier zona del recinto sin salir del espacio proyectado.
- Los radios de giro y distancias permitan el acceso de camiones para carga y descarga de materiales entrada al recinto.
- Los servicios de emergencias (ambulancias, camiones de bomberos, etc.) puedan acceder hasta la superficie del terreno de juego sin ningún tipo de dificultad.
- No existan elementos que bloqueen el acceso o circulación de vehículos de emergencias en el itinerario.

4.1. Preferencia de uso

La mejora de accesibilidad supone una mejora en la seguridad. En las vías mixtas del parking conviven paseantes, ciclistas, vehículos y máquinas del personal de mantenimiento, vehículos de los servicios de emergencias, incluso tráfico pesado de carga y descarga de material de abastecimiento.

Esta diversidad de usuarios de las vías mixtas puede generar fricciones que han de procurarse minimizar.

Para no poner en riesgo la seguridad vial del público asistente al recinto deportivo, se establece la preferencia del peatón respecto del tráfico rodado. De esta preferencia se informará en los carteles de las entradas, así como a lo largo de la vía mixta.

5. Pavimentación.

Los pavimentos y suelos de los de los lugares de pública concurrencia son diversos en sus características, por lo que lo primero que habrá que garantizar es una adecuada transición y enrase de unos materiales a otros, cuidando especialmente las zonas de juntas de unión, evitando escalones o pequeños desniveles, que puedan generar tropiezos o caídas.

El pavimento de las vías principales deberá ser de un material indeformable y antideslizante tanto en seco como en mojado, continuo y duro. Se cuidará el adecuado drenaje de los paseos. Los tramos contruidos con tierra, tendrán una compactación con valor igual o superior al 95% del ensayo Proctor Modificado.

Dentro de los pavimentos es importante hablar de los bordes delimitadores y de los cambios de nivel. Los bordes son entendidos como límites entre superficies

pavimentadas y no pavimentadas, deberán estar bien delimitados, evitando la presencia de desniveles o taludes de difícil detección, dotados, siempre que sea posible, de bordillos o rejas metálicas elevadas y de fácil detección por el bastón de una persona invidente, e incluso con un refuerzo de iluminación que contribuya a facilitar la identificación y localización de estas zonas perimetrales. Es clave una adecuada delimitación de las zonas ajardinadas de las sendas de circulación peatonal.

En el empleo de pavimentos hay que tener en cuenta su uso, las juntas, el tratamiento del borde, los cambios de nivel, el mantenimiento y su resistencia, siempre orientado a una mejora de la movilidad y de la accesibilidad en el entorno.

Los pavimentos de los suelos destinados a la circulación de los peatones y los de los destinados al tráfico mixto de vehículos y peatones, serán duros y no deslizantes tanto en seco como en mojado, compactos y fijados firmemente al elemento soporte y de modo uniforme, de manera que no se produzcan quiebros o fisuras de las piezas.

Formarán superficies perfectamente enrasadas y continuas, aunque se produzcan alternancia de materiales, estando ejecutados de forma que no existan cejas ni rebordes y las únicas hendiduras y resaltes que presenten sean las del dibujo del material del piso; se admitirán tolerancias de hasta 4 mm de alto y separaciones de hasta 5 mm.

En el caso de que el material empleado por necesidades constructivas, condicione para su colocación la exigencia de juntas de mayor dimensión, éstas deben rellenarse con material cementado hasta no dejar resaltes de altura superior a 4 mm.

Todo cambio de pavimento se enrasará o se admitirá un desnivel máximo de 2 cm mediante bisel a 45°.

Se establece la siguiente clasificación del acabado superficial de un pavimento en cuanto a su mayor o menor calidad de deslizante, según sea su coeficiente de resistencia al deslizamiento.

Tabla 1: Valores del coeficiente de deslizamiento "C".

Pavimento	C. de resistencia al deslizamiento
Deslizante	< 25
No deslizante	25-40
Antideslizante	> 40

5.1. Elementos uso.

Se incluye en este apartado tanto a elementos como a características del pavimento que puedan afectar a la accesibilidad.

Se procura la continuidad en los cambios de pavimentos tal que el tránsito entre ellos no suponga una diferencia de cota de más de 2 cm.

Los registros, rejillas e imbornales estarán perfectamente enrasados con el pavimento y en el caso de las rejillas las varillas estarán colocadas perpendicularmente al sentido de la circulación, con un hueco máximo de 2 cm de ancho.

Los alcorques se resolverán mediante bordillos de 5 cm de altura como máximo estando redondeados en su punto alto.

5.2. Materiales.

Ya que se van a producir diferencias funcionales entre las diversas zonas del recinto, es lógico que estas diferencias se reflejen en la elección de pavimentos diferentes para cada caso.

La aplicación funcional que se va a hacer de cada tipo de pavimento determina el espesor de la misma, de la capa base y de la capa de terminación, así como de la composición de las mismas.

En ningún caso el pavimento escogido podrá ser resbaladizo, resistirá correctamente la erosión, ofrecerá una expectativa de vida razonable y requerirá un mantenimiento lo más reducido posible.

5.2.1. Adoquines

Se pavimentará con adoquines de hormigón todos los **viales interiores** que rodean el terreno de juego, el edificio de servicios, grada y cabezal.

Por su porosidad, regularidad de las piezas, variedad de colores y resistencia, es una buena opción para los viales mixtos.

Se emplearán adoquines de 6 cm de espesor sobre una base de 3 cm de mortero. Especificaciones en cuanto a la colocación:

- Sobre la solera de hormigón se extenderá una capa de mortero de unos 3 cm. Se utilizará un mortero M-15, (dosificación 1:3). El mortero se colocará con consistencia seca.
- Se mezclarán adoquines de varios paquetes a la vez, tomándolos en tandas verticales, para igualar las ligeras diferencias de calibre o tono que pudieran aparecer. Un buen replanteo previo, teniendo en cuenta las auténticas dimensiones de adoquines y llagas, es fundamental para evitar cortes de piezas no deseados y para marcar ejes y referencias de nivel que servirán de guía al colocador.
- Para el asiento de los adoquines sobre la capa de mortero se emplearán mazos

de goma y reglas metálicas o de madera con las que se irán igualando las piezas de cada paño. Una vez colocados los adoquines correctamente alineados y nivelados, se procederá a completar el relleno de las juntas, para lo que se utilizará un mortero de igual dosificación que el de asiento, pero con consistencia blanda o fluida, en este último caso pueden utilizarse recipientes con embocadura tipo jarra, lo que permitirá menor ensuciamiento de los adoquines.

- Se procurará manchar lo menos posible el adoquín durante la tarea de rejuntado, limpiando en lo posible las manchas a medida que se ejecuta el relleno, mediante trapos o estropajos limpios y sin extender el mortero por la cara de la pieza. A pesar de que se sigan estos consejos, es previsible que queden restos de mortero sobre la superficie del adoquín, por lo que se procederá posteriormente a una limpieza del pavimento, una vez endurecido suficientemente el mortero de las llagas para evitar su desprendimiento.

5.2.2. Hormigón.

Según la norma, la resistencia característica a compresión del hormigón magro vibrado, determinada sobre probetas cilíndricas de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de altura, fabricadas y conservadas de conformidad con la norma UNE-EN 12390-2 y ensayadas a 28 días de edad (norma UNE-EN 12390-3) no será inferior a quince megapascales (< 15 MPa).

La consistencia del hormigón (norma UNE-EN 12350-2) tendrá un valor de asentamiento comprendido entre uno y seis centímetros (1 a 6 cm). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras indicará su valor y los límites admisibles de sus resultados pudiendo también especificar otros procedimientos alternativos de determinación.

La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm (norma UNE-EN 933-2), incluyendo el cemento, no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico de hormigón magro vibrado (< 250 kg/m³).

La dosificación de cemento no será inferior a ciento cincuenta kilogramos por metro cúbico (< 150 kg/m³) de hormigón fresco y la relación ponderal de agua/cemento no será superior a ciento quince centésimas ($a/c > 1,15$).

La proporción de aire ocluido en el hormigón magro fresco vertido en obra (norma UNE-EN 12350-7), no será superior al seis por ciento ($> 6\%$) en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un inclusor de aire. En este caso, la proporción de aire ocluido en el hormigón magro fresco no será inferior al cuatro y medio por ciento ($< 4,5\%$) en volumen.

5.2.3. Hormigón bituminoso.

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente. Se utilizará como superficie del parking un tipo de asfalto denominado mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración, según UNE-EN 13108-1.

5.3. Dimensiones de los viales.

Se considera itinerario de tránsito mixto aquel en el que circulen indistintamente vehículos y peatones. El trazado y diseño se realizará de forma que resulte accesible y transitable por cualquier persona. Cumplirá las siguientes características:

- La anchura mínima libre será de 4,6 m, con zonas de estrechamiento puntuales de 3 m.
- En las zonas de giro o cambio de dirección de un vehículo de motor, éste deberá inscribir un círculo de 6,5 m de diámetro mínimo siendo el de este proyecto de 8 m.

6. Viales.

6.1. Viales interiores. Peatones y emergencias.

Los viales interiores corresponden a las zonas de paso de los peatones. El **área que completa este tipo de vías es de 5.193 m²**, donde no se considera la superficie del terreno de juego ni la de edificaciones, depósito y arqueta.

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa ", cuyos valores se recogen en la tabla siguiente sobre el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga:

Tabla 2: Valores de Ev2 para cada categoría de explanada.

Categoría de explanada			
Tipo	E1	E2	E3
Ev2 (MPa)	60	120	300

La formación de las explanadas de las distintas categorías depende del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Por tanto, para el tipo de suelo presente en el terreno que se insertó nuevo en el movimiento de tierras (tolerable), y el tipo de explanada E1, el espesor de suelo seleccionado que formará la explanada debe ser de 45 cm.

El firme es el conjunto de capas de materiales seleccionados ubicadas sobre la explanada completamente nivelada y pavimentada, las cuales permiten una circulación en condiciones de seguridad y comodidad.

Su función consiste en distribuir las cargas de tráfico a la explanada y proteger a ésta de los agentes atmosféricos

Composición: El firme está compuesto por diversas capas denominadas como: sub-base, base y pavimento.

Frecuentemente se prescinde de la sub-base, quedando el firme compuesto por la capa base y el pavimento

El pavimento es la capa superior del firme, soportando la circulación de vehículos, peatones y ciclistas.

Para un vial mixto pavimentado con adoquín, con explanada tipo E1, la DGT recomienda un firme compuesto por las siguientes capas:

- 23 cm de zahorra artificial granítica seleccionada y compactada al 95 %
- 15 cm de hormigón en masa tipo HNE-25/P/25/IIIa
- 3 cm de mortero.
- Adoquín de espesor 6 cm.

El área total de esta zona es de 5.193 m².

6.2. Viales parking.

Los viales mixtos son los correspondientes a la zona del parking en el recinto deportivo. **La superficie ocupada por los mismos es de 4.332 m².**

La sección de los viales mixtos se calcula de acuerdo con la Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

Al igual que en los viales interiores, la explanada es tipo E1, por lo que consiste en una capa de 45 cm de suelo seleccionado sobre el suelo tolerable del terreno.

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de

vehículos pesados (IMD_p) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

A los efectos de aplicación de esta norma, en el apartado 4 de la norma “Categorías de tráfico, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMD_p que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La tabla siguiente presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla próxima.

Tabla 3: Categorías de tráfico pesado 1.

Categoría de tráfico pesado				
Tipo	T00	T0	T1	T2
IMD_p (vehículos pesados/día)	>4.000	3.999-2.000	1.999-800	799-200

Tabla 4: Categorías de tráfico pesado 2.

Categoría de tráfico pesado				
Tipo	T31	T32	T41	T42
IMD_p (vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Está previsto un $IMD_p < 25$ en cualquier punto parking, ya que las plazas de aparcamiento están diseñadas para vehículos convencionales y no se esperan más de 2 vehículos pesados por semana que asistan al recinto. La categoría de tráfico pesado para los viales mixtos es T42.

Para la categoría de tráfico pesado T42, en el apartado 6, “Secciones de firme”, para una explanada tipo E1, el firme debe estar compuesto por:

- 20 cm de zahorra artificial granítica seleccionada y compactada al 95 %.
- 18 cm de hormigón en masa tipo HNE-25/P/25/IIIa.
- 9 cm de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D

Estas consideraciones se aplican a las zonas de uso previsto de vehículos pesados, es decir, en los 3,5 metros delimitados de uso mixto. Para el resto de sección del vial mixto, en el que el uso previsto es únicamente peatonal, se reduce el espesor del firme, al eliminar la capa de zahorra, por lo que el firme queda compuesto por:

- 20 cm de arena 2/4 mm.
- 18 cm de hormigón en masa tipo HNE-25/P/25/IIIa.
- 9 cm de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D

La superficie ocupada por los mismos es de 4.332 m².

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 21

Instalación eléctrica en baja tensión

Índice Anejo 21

1.	Introducción.	8
2.	Reglamentación.	8
3.	Terminología.	9
4.	Condiciones generales de la instalación.	9
5.	Descripción de la red de distribución.	10
5.1.	Cuadro general de distribución.	10
5.2.	Canalizaciones de la red.	11
5.3.	Conductores empleados.	12
5.4.	Derivaciones a las farolas e iluminación del terreno de juego.	12
5.5.	Toma de tierra.	13
6.	Instalación interior de las edificaciones.	13
6.1.	Estudio luminotécnico.	13
6.1.1.	Metodología empleada.	14
6.1.2.	Datos de iluminación adoptados.	16
6.2.	Cálculo de la iluminación interior.	17
6.2.1.	Áreas a iluminar:	17
6.2.2.	Cálculo en Oficina.	18
6.2.3.	Cálculo vestuario equipos.	19
6.2.4.	Vestuarios árbitros.	20
6.2.5.	Pasillos.	21

6.2.6.	Hall.....	22
6.2.7.	Baños.....	23
6.2.8.	Bar.	24
6.2.9.	Cabezal.	25
6.2.10.	Resumen iluminación interior.....	26
6.3.	Electroválvulas.....	27
6.4.	Tomas de corriente interior.....	27
6.5.	Datos generales de la instalación INTERIOR.....	28
7.	Alumbrado exterior del recinto.	31
7.1.	Distribución de luminarias.	31
7.1.1.	Criterios de diseño.	31
7.1.2.	Niveles de iluminación medios empleados	31
7.1.3.	Relación entre la disposición en las unidades luminosas y la altura de los puntos de luz.	32
7.2.	Lámpara y luminarias.....	32
7.2.1.	Características de los elementos.	32
7.3.	Estudio luminotécnico.	33
7.3.1.	Niveles de iluminación y separación de luminarias.....	33
7.4.	Datos generales instalación EXTERIOR.....	37
8.	Potencia total.	40
8.1.	Potencia total instalada.....	40
8.2.	Selección del transformador.	40

8.3.	Potencia demandada por cada cuadro.....	40
8.3.1.	Cuadro secundario 1 (CS1).....	41
8.3.2.	Cuadro secundario 2 (CS2).....	41
8.3.3.	Cuadro secundario 3 (CS3).....	41
8.3.4.	Cuadro secundario 4 (CS4).....	42
8.3.5.	Cuadro secundario 5 (CS5).....	42
9.	Dimensionado de las líneas interiores y exteriores.	43
9.1.	Cálculo por calentamiento.	43
9.2.	Calculo por caída de tensión.....	53
9.3.	Cálculo por cortocircuito.....	57
10.	Dimensionado líneas con DMelect 2.009.....	63
10.1.	Resultados.	63
11.	MEDICION GENERAL.....	113
12.	Pliego condiciones eléctricas.....	120

Índice de tablas.

Tabla 1: Niveles de iluminación mínimos.....	16
Tabla 2: Superficies a iluminar interiores.....	17
Tabla 3: Resultados para la iluminación interior.	26
Tabla 4: Potencia tomas de corriente.	28
Tabla 5: Potencia total luminarias y Tomas de corriente en interior.....	28
Tabla 6: Potencia de fuerza en cabezal.	29
Tabla 7: Cuadro de potencia en instalación interior.....	30
Tabla 8: Relación h/a para luminarias exteriores.	32
Tabla 9: Coeficiente de utilización para iluminación exterior.....	37
Tabla 10: características por zonas en iluminación exterior.....	37
Tabla 11: Cuadro de potencia en instalación exterior.	39

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Valores del coeficiente de local..... 14

1. Introducción.

La instalación eléctrica del recinto deportivo que se proyecta ha sido diseñada para cubrir las necesidades que plantea la instalación del alumbrado exterior e interior, así como los motores y otros aparatos utilizados.

La instalación eléctrica se divide en dos grandes apartados:

En primer lugar, la instalación interior de alumbrado, las tomas de corriente necesarias en el edificio de servicios, los componentes eléctricos del cabezal de riego, las bombas de extracción de agua y el calentador de agua caliente.

En segundo lugar, la instalación exterior de alumbrado para lograr los objetivos siguientes:

- Facilitar el desplazamiento de las personas.
- Facilitar las actividades nocturnas la instalación.

Las instalaciones eléctricas partirán un centro de transformación existente ubicado en el interior de la parcela en la cara oeste.

2. Reglamentación.

La instalación se ha realizado siguiendo las instrucciones del Reglamento electrotécnico de baja tensión (Real Decreto 842/2002). La normativa empleada se enumera a continuación:

- ITC-BT-07: Redes subterráneas para la distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-09: Instalaciones de alumbrado exterior.
- ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra
- ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras: Prescripciones generales.
- ITC-BT-20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de protección contra sobrecargas
- ITC-BT-23: Instalaciones interiores o receptoras: Sistemas de protección contra sobretensiones.
- ITC—BT-24: Instalaciones interiores o receptoras: protección contra los contactos directos o indirectos.

- ITC-BT-25: Instalaciones interiores en viviendas: Número de circuitos y características
- ITC-BT-30: Instalaciones en locales de características especiales.
- ITC-BT-44: Instalaciones interiores o receptoras: Receptores para alumbrado.
- ITC-BT-47: Instalación de receptores: Motores.

Además, para el cálculo del alumbrado también se han seguido las Normas Tecnológicas en la Edificación: NTE-IEE (alumbrado exterior) y NTE-EI (alumbrado interior).

En el cálculo del alumbrado de emergencia, aunque no es de aplicación la ITC-BT-28: Instalaciones en locales de pública concurrencia, se han seguido sus indicaciones para la instalación del alumbrado de seguridad.

3. Terminología.

- **Lámparas:** son los aparatos encargados de generar la luz. En la actualidad, en alumbrado público se utilizan las lámparas de descarga frente a las lámparas incandescentes por sus mejores prestaciones y mayor ahorro energético y económico.
- **Luminarias:** son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de ésta. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.
- **Iluminancia:** flujo luminoso recibido por unidad de superficie, indica la cantidad de luz que llega a una superficie:
- **Luminancia:** es una medida de la luz que llega a los ojos procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.

4. Condiciones generales de la instalación.

La infraestructura deberá suministrar energía a los distintos circuitos de alumbrado, edificaciones y demás elementos que lo precisen.

En el jardín el suministro de energía eléctrica se efectúa mediante acometidas a la red general de Baja Tensión en el perímetro del mismo. El esquema de distribución

adoptado es el esquema TT al que hace referencia el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Instrucción 008. De modo que las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación a través de un conductor de protección.

El alumbrado interior será con cables unipolares de cobre, aislados mediante cubierta de PVC flexible, empotrado en techos y paredes. La corriente será de 230 V, siendo su alimentación a 400 V, por lo que en el cuadro de mando de cada edificio se deberá disponer de un transformador 400/230 V.

Las líneas de alumbrado exterior serán trifásicas y subterráneas, con terno de cables unipolares más el neutro (que será empleado como conductor de puesta a tierra) de cobre aislado con EPR. El alumbrado se realizará a 230 V (tomando la corriente entre la fase y el neutro), siendo la distribución a 400 V.

5. Descripción de la red de distribución.

5.1. Cuadro general de distribución.

El Cuadro General de Distribución (CG) contendrá los elementos de protección y maniobra de las distintas líneas de distribución y / o circuitos que parten de él. Se encuentra situado en un armario metálico de doble aislamiento, en el interior del hall de recepción del edificio de servicios.

Dispondrá de un embarrado adecuado para las siguientes características:

- Intensidad nominal: 250 A
- Esfuerzo térmico de corta duración: 13 kA
- Esfuerzo electrodinámico: 32 kA cresta

Todo el aparellaje irá alojado en un armario, metálico o modular de doble aislamiento y contendrá los siguientes elementos:

Seccionamiento general por interruptor-seccionador de corte visible en carga cuatro polos, 25 A. El corte será omnipolar. Dispondrá de relé motorizado para rearme automático.

Protección diferencial de los circuitos salientes, mediante diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) rearmables automáticamente hasta 5 veces, con los contactos auxiliares necesarios para el telemando y señalización de los mismos.

Contactores, en el número suficiente, de cuatro polos 25 A.

Interruptores para funcionamiento manual, de forma que puedan ser cerrados los contactores independientemente del funcionamiento automático de la instalación con los contactos auxiliares necesarios para el telemando y señalización de los mismos.

Reloj programador y célula fotoeléctrica.

Interruptores magnetotérmicos para protección de los distintos circuitos de salida con los contactos auxiliares necesarios para el telemando y señalización de los mismos.

5.2. Canalizaciones de la red.

La red de distribución de alumbrado exterior y demás instalaciones receptoras, será subterránea. Los conductores se situarán a una profundidad entre 0,70 m y 0,60 m de anchura.

Las líneas de alumbrado exterior serán trifásicas y subterráneas con terno de cables unipolares más el neutro (que será empleado como conductor de puesta a tierra) de cobre aislado con EPR. El alumbrado se realizará a 230 V (tomando la corriente entre la fase y el neutro), siendo la distribución a 400 V.

Los conductores irán enterrados bajo tubo de PVC en toda la longitud de la zanja. Son tubos de PVC estancos y no propagadores de la llama, utilizándose en todos los casos de alumbrado exterior enterrado. Cada tubo acoge el cableado de un solo distribuidor oscilando los diámetros de sección según se desprende de la instrucción ITC-BT-019.

El lecho de la zanja que va a recibir el tubo será liso y estará libre de aristas. En el mismo se dispondrá de una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el tubo. Por encima del tubo irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación, se tenderá una capa de tierra de la propia excavación que deberá ser compactada y asentada mediante medios mecánicos. Seguidamente se colocará el pavimento.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

El trazado de la red eléctrica coincide en muchos tramos con el de la red de riego. Cada instalación tiene su propia zanja manteniendo al menos una separación entre ambas de 20 cm.

En alumbrado interior los cables irán empotrados en techos y paredes.

5.3. Conductores empleados.

Los conductores empleados en el alumbrado exterior, tanto en los distribuidores como en las líneas que derivan de estos serán unipolares de cobre (terno de cables más el conductor neutro) y con tensión nominal de aislamiento de 1.000 V de EPR. Como conductor de puesta a tierra se empleará el neutro conectado a tierra. Se trata por ello de un esquema de distribución tipo TT.

La sección de los conductores no será inferior en ningún caso a 6 mm², tal como indica el REBT en su instrucción ITC-BT-07.

Las líneas de conducción serán de 4 hilos (tres fases más neutro), siendo la sección mínima del neutro igual a la sección de los conductores de fase hasta 10 mm², y para secciones superiores, la mitad de la sección de los conductores de fase.

En el alumbrado interior se usarán conductores unipolares de cobre con una tensión de aislamiento de 1.000 V de PVC. Éstos irán bajo tubo corrugado empotrados en las paredes. Se tomará una temperatura ambiente de 40 ° C. La sección mínima de los conductores será de 1,5 mm² y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo del 3%.

5.4. Derivaciones a las farolas e iluminación del terreno de juego.

La conexión a las farolas y focos se realizará mediante 2 hilos; una de las fases y el neutro. Por tanto, se deberá derivar a cada farola dos de los cuatro conductores del distribuidor o línea trifásica. La conexión se realizará en una arqueta situada al pie de la farola. La farola deberá poseer una conexión para la toma de tierra.

El conductor de derivación a la farola deberá de tener una sección mínima de 2,5 milímetros cuadrados de cobre tal como contempla el REBT en su instrucción ITC-BT-09 "Instalaciones de Alumbrado Público".

El suministrador de las columnas y luminarias aportará el cableado necesario para su conexión desde la luminaria hasta la arqueta del pie de la columna. El conductor que

llega desde las arquetas hasta la lámpara será de cobre y tendrá una sección mínima de 1,5 mm².

5.5. Toma de tierra.

El esquema de distribución de la instalación corresponde al esquema TT (ITC-BT-08), es decir, el neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a una toma de tierra separada de la anterior.

Las farolas y focos de alumbrado exterior y del campo de fútbol vienen suministradas con su propia toma de tierra que finaliza en la pica de puesta a tierra ubicada en el interior de una arqueta.

En cuanto a las instalaciones receptoras dispondrán de una línea principal de tierra entre el punto de puesta a tierra y su CGD, mediante un cable de sección calculada aislado con EPR. La sección de dicho cable es función de la de los conductores de fase o polares de la instalación (ITC-BT-07).

6. Instalación interior de las edificaciones.

La instalación eléctrica de las edificaciones se grafía en el Plano Nº 18.1 "Instalación eléctrica. Interior".

6.1. Estudio luminotécnico.

Se estima que aproximadamente un 80% de las impresiones sensoriales humanas son de naturaleza óptica, lo que demuestra a importancia de la luz natural y artificial como vínculo de información para el desarrollo de cualquier actividad.

Para establecer las condiciones necesarias para obtener una buena iluminación se deben considerar tres factores fundamentales:

- El nivel de iluminación adecuado a las características de los locales por iluminar y las actividades que en ellos se desarrollan.
- Una distribución apropiada de la luz.
- El tipo de fuente luminosa y los aparatos de iluminación (luminarias).

Calcular de forma exacta el alumbrado de un local es relativamente complicado, debido a la gran cantidad de factores que intervienen, algunos de los cuales están relacionados con las condiciones físicas, el tiempo de operación de las lámparas, o incluso la temperatura.

De entre los diversos métodos que existen para el cálculo de alumbrado en interiores se ha escogido uno de los más comunes: el método del flujo total.

6.1.1. Metodología empleada

Para la aplicación del método de cálculo se deben conocer o determinar los siguientes elementos:

- E: nivel de iluminación medio que se pretende realizar (lux).
- Φ : flujo luminoso total emitido por la lámpara para obtener el nivel de iluminación deseado (en lumen).
- S: superficie total del local a iluminar (en m²).
- μ : factor de utilización, que depende del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice del local (K), y del factor de reflexión del techo y las paredes del local (dado en tablas o catálogos de los fabricantes). Este factor de utilización se obtiene experimentalmente en locales prototipo, y empleando lámparas y luminarias de características fotométricas similares.
- K: índice del local; toma en consideración el ancho y largo del local, así como la altura de las luminarias sobre el plano del trabajo. Los valores se expresan en metros.

Los valores del factor de utilización se tomarán de la siguiente tabla en función del coeficiente del local K.

TABLA DE VALORES DEL RENDIMIENTO DEL LOCAL (η_R)		Reflectancias de techos (ρ_1), paredes (ρ_2) y suelos (ρ_3)				
Tipo de luminaria	K	$\rho_1=0,8$ $\rho_2=0,8$ $\rho_3=0,3$	$\rho_1=0,8$ $\rho_2=0,5$ $\rho_3=0,3$	$\rho_1=0,5$ $\rho_2=0,5$ $\rho_3=0,3$	$\rho_1=0,5$ $\rho_2=0,5$ $\rho_3=0,1$	$\rho_1=0,3$ $\rho_2=0,3$ $\rho_3=0,1$
Intensiva	1	0,94	0,69	0,67	0,65	0,59
	2	1,11	0,91	0,87	0,84	0,78
	3	1,18	1,02	0,96	0,91	0,86
	4	1,21	1,09	1,02	0,95	0,90
Semi-intensiva	1	0,82	0,55	0,52	0,51	0,45
	2	1,02	0,79	0,75	0,72	0,64
	3	1,13	0,93	0,86	0,81	0,75
	4	1,17	1,01	0,94	0,88	0,81
Dispersora	1	0,71	0,41	0,38	0,37	0,29
	2	0,91	0,64	0,57	0,55	0,45
	3	0,99	0,77	0,67	0,63	0,52
	4	1,04	0,85	0,72	0,67	0,57
Extensiva	1	0,66	0,37	0,32	0,32	0,23
	2	0,87	0,60	0,51	0,49	0,37
	3	0,96	0,74	0,60	0,57	0,46
	4	1,01	0,82	0,66	0,62	0,51
Hiper-extensiva	1	0,65	0,36	0,31	0,30	0,21
	2	0,85	0,58	0,47	0,46	0,33
	3	0,94	0,71	0,57	0,53	0,41
	4	0,99	0,79	0,63	0,58	0,46

Ilustración 1: Valores del coeficiente de local.

Para distribución con luz directa, semidirecta y mixta, el índice del local se calcula con la siguiente expresión:

$$K = \frac{A \cdot B}{H(A + B)}$$

Dónde:

- A = ancho del local (m)
- B = largo del local (m)
- H = altura de las luminarias sobre el plano de trabajo (m)

Por el método del flujo total, la fórmula base para el cálculo del flujo luminoso total para iluminar un local, tomando en consideración los factores antes indicados es la siguiente:

$$\Phi_{total} = \frac{E \cdot S}{\mu \cdot M}$$

Donde:

- M: factor de mantenimiento. Tiene en consideración la reducción de las características fotométricas de las luminarias, y el envejecimiento de las lámparas. Varía según las condiciones ambientales de la instalación y la forma en como se efectúa en mantenimiento.

Si se designa por ΦL al flujo luminoso que produce cada lámpara, se puede obtener el número de lámparas como cociente entre el flujo total y el flujo por lámpara:

$$N^{\circ} \text{ de lámparas} = \Phi_{total} / \Phi L$$

El procedimiento de cálculo es el que se resume a continuación:

- Obtener las características del local a iluminar, como son la actividad que se desarrollará en el mismo, plano de trabajo, etc.
- Obtener las tablas de recomendaciones el nivel de iluminación (E) en lux.
- Determinar la superficie del local, en metros cuadrados.
- Calcular el índice del local (K)
- Obtener de tablas el coeficiente de reflexión del techo y paredes
- Definir el tipo de lámpara
- Seleccionar (en su caso) el tipo de luminaria
- Obtener el factor de utilización (μ)

- Indicar el tipo de mantenimiento
- Calcular el flujo total (Φ_{total})
- Calcular el número de lámparas requerido

Calcular la potencia requerida por la instalación

6.1.2. Datos de iluminación adoptados.

- Niveles de iluminación adoptados.

Los valores correspondientes aparecen tabulados en las NTE-IEI (Normas Tecnológicas de la Edificación- Alumbrado Interior). Los niveles requeridos de iluminación (E en lux) para cada estancia son:

Tabla 1: Niveles de iluminación mínimos.

Dependencia	E (lux)
Oficina	300
Vestuarios	100
Pasillos	75
Hall	100
Baños	100
Bar	300
Cabezal	150

En la arqueta de bombeo no es necesario colocar iluminación fija, ya que se podrán realizar las labores de mantenimiento con luz natural. En caso de ser necesario realizar trabajos en horario nocturno se utilizarán luminarias portátiles.

- Lámparas adoptadas:

Se colocarán lámparas fluorescentes, por sus excelentes características luminotécnicas, además de presentar la ventaja económica que supone su elevado rendimiento luminoso y su gran duración.

La lámpara seleccionada para formar parte de todos los recintos es:

- Luminaria de empotrar modular con distribución de luz asimétrica, de 597x147x60 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W, con cuerpo de luminaria de chapa de acero lacado en color blanco mate; reflector asimétrico de

aluminio brillante; balasto electrónico; protección IP 20 y aislamiento clase F.
Tipo semintensivo.

- Coeficientes de reflexión:

De forma simplificada, Para el tipo y color de los suelos, paredes y techos se pueden seleccionar los siguientes coeficientes de reflexión:

- Techo: 80%
- Suelo: 30%
- Paredes: 50%

- Flujo lumínico de las lámparas:

- Tubo fluorescente de 24 W: 2.300 lúmenes.

- Factor de mantenimiento:

Se establece un factor de mantenimiento (M) de 0,8 para aquellos locales considerados limpios, y de 0,6 para aquellos con posibilidad de existencia de elementos dañinos para las luminarias: polvo, humos de maquinaria o cocinas, etc.

6.2. Cálculo de la iluminación interior.

6.2.1. Áreas a iluminar:

Las zonas a iluminar son todas ellas rectángulos de distintas dimensiones. En la siguiente tabla se resumen las áreas a iluminar en el interior:

Tabla 2: Superficies a iluminar interiores.

Dependencia	E (lux)	A (m)	B (m)	S (m ²)
Oficina	300	8	8	64
Vestuarios equipos	100	8	7	56
Vestuarios árbitros	100	4	4	16
Pasillos	75	1	32	32
Hall	100	8	4	32
Baños	100	4	8	32
Bar	300	12	8	96
Cabezal	150	8	8	64

6.2.2. Cálculo en Oficina

En las oficinas se requieren unas necesidades de iluminación (E_m) de 300 lux

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 8 m
- Anchura (b): 8 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{8 \cdot 8}{1.9 \cdot (8 + 8)} = 2,11$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión y rendimientos siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.79
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.85
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0,85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_R} = \frac{300 \cdot 64}{2300 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 0.79} = 15,3 \text{ lámparas}$$

$$\mathbf{N = 16 \text{ lámparas}}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(16 \cdot 24) \cdot 100}{64 \cdot 300} = 2 \leq 4.5$$

El límite en este caso para lugares calificados como grupo 1 (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente

a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de 4.5, por tanto, sería correcto el valor de **16 lámparas**.

6.2.3. Cálculo vestuario equipos.

En los vestuarios se requieren unas necesidades de iluminación de 100 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 8 m
- Anchura (b): 7 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{8 \cdot 7}{1.9 \cdot (8 + 7)} = 1.97$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.8
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.8
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0.85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{100 \cdot 56}{2300 \cdot 0.8 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 4,48 \text{ lámparas}$$

$$N = 5 \text{ lámparas}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(5 \cdot 24) \cdot 100}{56 \cdot 100} = 2,2 \leq 4.5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4.5**, por tanto, sería correcto el valor de **5 lámparas**.

6.2.4. Vestuarios árbitros.

En los vestuarios se requieren unas necesidades de iluminación de 100 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 4 m
- Anchura (b): 4 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{4 \cdot 4}{1.9 \cdot (4 + 4)} = 1.05$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.6
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.8
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0.85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{100 \cdot 16}{2300 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 1,71 \text{ lámparas}$$

$$N = 2 \text{ lámparas}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(2 \cdot 24) \cdot 100}{16 \cdot 100} = 3 \leq 4.5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4.5**, por tanto, sería correcto el valor de **2 lámparas**.

6.2.5. Pasillos.

En los pasillos se requieren unas necesidades de iluminación de 75 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 32 m
- Anchura (b): 1 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{32 \cdot 1}{1.9 \cdot (32 + 1)} = 0,5$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.30
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.8
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es R_L = 0.85

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{75 \cdot 32}{2300 \cdot 0.30 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 5,1 \text{ lámparas}$$

$$N = \mathbf{6 \text{ lámparas}}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(6 \cdot 24) \cdot 100}{32 \cdot 100} = 4,5 \leq 4,5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4,5**, por tanto, sería correcto el valor de **6 lámparas**.

6.2.6. Hall.

En el hall se requieren unas necesidades de iluminación de 100 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 8 m
- Anchura (b): 4 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{8 \cdot 4}{1,9 \cdot (8 + 4)} = 1,41$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.65
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.8
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0.85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{75 \cdot 32}{2300 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 0,85} = 2,36 \text{ lámparas}$$

$$N = 3 \text{ lámparas}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(3 \cdot 24) \cdot 100}{32 \cdot 100} = 2,25 \leq 4,5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4,5**, por tanto, sería correcto el valor de **3 lámparas**.

6.2.7. Baños.

En los baños se requieren unas necesidades de iluminación de 100 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 4 m
- Anchura (b): 8 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{4 \cdot 8}{1.9 \cdot (8 + 4)} = 1,41$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.65
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.8
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0.85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\Phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{75 \cdot 32}{2300 \cdot 0.65 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 2,36 \text{ lámparas}$$

$$N = 3 \text{ lámparas}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(3 \cdot 24) \cdot 100}{32 \cdot 100} = 2,25 \leq 4,5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4,5**, por tanto, sería correcto el valor de **3 lámparas**.

6.2.8. Bar.

En el bar se requieren unas necesidades de iluminación de 300 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 12 m
- Anchura (b): 8 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{12 \cdot 8}{1.9 \cdot (12 + 8)} = 3,16$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.96
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.6 (local más sucio)
- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es R_L = 0.85

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\Phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{300 \cdot 96}{2300 \cdot 0.96 \cdot 0.6 \cdot 0.85} = 25,6 \text{ lámparas}$$

$$N = 26 \text{ lámparas}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(26 \cdot 24) \cdot 100}{96 \cdot 300} = 2,16 \leq 4,5$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4,5**, por tanto, sería correcto el valor de **26 lámparas**.

6.2.9. Cabezal.

En el cabezal se requieren unas necesidades de iluminación de 100 lux.

Las dimensiones del local son de:

- Longitud (a): 8 m
- Anchura (b): 8 m
- Altura (H): 2.75 m
- Plano de trabajo – luminarias (h): 1.9 m

En primer lugar, se obtiene el coeficiente del local (K) a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{8 \cdot 8}{1.9 \cdot (8 + 8)} = 2,11$$

Se adoptan los coeficientes de reflexión siguientes:

- Techo: 0.8
- Paredes: 0.5
- Suelo: 0.3
- Rendimiento del local (R_R) adoptado: 0.82
- El factor de mantenimiento (F_m) se adopta 0.7

- El rendimiento de la luminaria aportado por el fabricante es $R_L = 0.85$

Por tanto, el número de lámparas necesario para cubrir las necesidades del local es:

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F_m \cdot R_L \cdot R_L} = \frac{100 \cdot 64}{2300 \cdot 0.82 \cdot 0.7 \cdot 0.85} = 5,7 \text{ lámparas}$$

$$N = \mathbf{6 \text{ lámparas}}$$

Se comprueba también el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) según indica el CTE-HE-3.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{(6 \cdot 24) \cdot 100}{64 \cdot 100} = \mathbf{2,25 \leq 4.5}$$

El **límite** en este caso para lugares calificados como **grupo 1** (Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética) es de **4.5**, por tanto, sería correcto el valor de **6 lámparas**.

6.2.10. Resumen iluminación interior.

Tabla 3: Resultados para la iluminación interior.

Local	Nº de lámparas	Locales iguales	Potencia/local (W)	P. Total (W)	S (VA) S = P·1,8
Oficina	16	1	384	384	691,2
Vestuarios equipos	5	4	120	480	864,0
Vestuarios árbitros	2	2	48	96	172,8
Pasillos	6	1	144	144	529,2
Hall	3	1	72	72	129,6
Baños	3	2	72	144	518,4
Bar	26	1	624	624	1123,2
Cabezal	6	1	144	144	259,2
Total				2.088	3.758,4

Por tanto, para la iluminación interior de los locales anteriores se requiere un total de **71 luminarias** de empotrar modular con distribución de luz asimétrica, de 597x147x60 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W, con cuerpo de luminaria de chapa de acero lacado en color blanco mate; reflector asimétrico de aluminio brillante; balasto electrónico; protección IP 20 y aislamiento clase F. Tipo semintensivo.

6.3. Electroválvulas.

El cable de unión alimentación de las electroválvulas será de cobre, de un solo hilo recubierto con capa plástica a prueba de humedad, lo que permitirá que pueda ser enterrado en el suelo sin protección adicional.

Para la elección del cable se tendrá en cuenta la distancia máxima en metros entre el programador y la válvula hidráulica, que no debe excederse para asegurar el buen funcionamiento de la misma.

Los cables, al ir convenientemente aislados, discurrirán junto a las tuberías de canalización del agua de riego.

El cálculo a calentamiento y a caída de tensión se realiza del mismo modo que para el resto de la instalación eléctrica.

6.4. Tomas de corriente interior.

En el interior de los locales se van a colocar tomas de corriente con el fin de conectar aparatos eléctricos que no están en este proyecto, pero se requerirán en el futuro.

El tipo de toma de corriente que se va a utilizar en todas las edificaciones es el siguiente

- **Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 230 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada.**

Para los cálculos de la potencia estimada en cada toma de corriente se establece un factor de potencia ($\cos \varphi$) de 0,8 para todas ya que se desconoce el factor de potencia de los elementos que se conectan a la red eléctrica. Por lo que la potencia consumida por cada una sería:

$$P = U \cdot I \cos \varphi = 3 \text{ kW}$$

El número de tomas de corriente que se establecen en cada local son las siguientes:

Tabla 4: Potencia tomas de corriente.

Local	Nº de tomas	Locales iguales	Potencia/local (W)	P. Total (W)
Oficina	8	1	24.000	24.000
Vestuarios equipos	2	4	6.000	24.000
Vestuarios árbitros	2	2	6.000	12.000
Pasillos	2	1	6.000	6.000
Hall	2	1	6.000	6.000
Baños	2	2	6.000	12.000
Bar	12	1	36.000	36.000
Cabecal	6	1	18.000	18.000
Total				126.000

6.5. Datos generales de la instalación INTERIOR.

La instalación eléctrica se diseña con el fin de que todos los receptores del parque reciban la energía que necesiten y con una protección de las líneas que consiga una elevada seguridad.

En la siguiente tabla se describen las características de los receptores instalados en el recinto:

Tabla 5: Potencia total luminarias y Tomas de corriente en interior.

Local	Nº de tomas	P. Total (W)	Nº de lámparas	P. Total (W)
Oficina	8	24.000	16	384
Vestuarios equipos	8	24.000	5	480
Vestuarios árbitros	4	12.000	6	96
Pasillos	2	6.000	6	144
Hall	2	6.000	3	72
Baños	4	12.000	3	144
Bar	12	36.000	26	624
Cabecal	6	18.000	6	144
TOTAL	46	126.000	86	2.088

Por otro lado, en el cabecal, se debe de contar la potencia que requieren las bombas de riego, las electroválvulas y los inyectores de fertirrigación entre otros elementos

Tabla 6: Potencia de fuerza en cabezal.

Receptor	Número	P. nominal (W)
Bomba tipo 1	1	2.200
Bomba tipo 2	2	5.500
Bomba inyección	1	1.000
Programador riego	1	10
Electroválvulas cabezal	10	20
Sonda nivel pozo	1	250
Calentador agua 500 L	1	6.000
TOTAL	-	20.660

Ya que las tomas de corriente no van a ser usadas todas a la vez en ningún momento, se aplica un coeficiente de simultaneidad a la potencia total de 0,7, lo cual reducirá la potencia activa (P) a considerar en cálculos y, por tanto, su potencia aparente (S).

En el cuadro siguiente se resumen la potencia consumida en el **interior** separada por locales, con los coeficientes de simultaneidad aplicados y con la potencia aparente calculada que servirá para la selección del transformador.

Para obtener la potencia reactiva y aparente, se debe conocer el factor de potencia de cada elemento, en el caso de las tomas de corriente se estima en 0,8. Los cálculos de Q y S que aparecen en el siguiente cuadro se han obtenido a partir de las siguientes expresiones:

- Potencia reactiva (Q):

$$Q(VAr) = P(W) \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi)$$

- Potencia aparente (S):

$$S(VA) = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Tabla 7: Cuadro de potencia en instalación interior.

Local	Tipo	P. u (W)	Mayoración	Locales	N elementos	simultaneidad	P(W)	P. local(W)	Cos fi	Q (VAr)	S (VA)
Oficina	Iluminación	24	1,8	1	26	1	1123,2	624	0,9	539	1246
	TC	3000	1		8	0,7	16800	24000	0,8	12600	21000
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
V. equipos	Iluminación	24	1,8	4	5	1	864	120	0,9	415	958
	TC	3000	1		2	0,7	16800	6000	0,8	12600	21000
	Fuerza (termos)	3000	1,25		2	1	24000	6000	0	0	24000
V. árbitros	Iluminación	24	1,8	2	2	1	96	48	0,9	46	106
	TC	3000	1		2	0,7	8400	6000	0,8	6300	10500
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
Pasillos	Iluminación	24	1,8	1	6	1	259,2	144	0,9	124	288
	TC	3000	1		2	0,7	4200	6000	0,8	3150	5250
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
Hall	Iluminación	24	1,8	1	3	1	129,6	72	0,9	62	144
	TC	3000	1		2	0,7	4200	6000	0,8	3150	5250
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
Baños	Iluminación	24	1,8	2	2	1	172,8	48	0,9	83	192
	TC	3000	1		3	0,7	12600	9000	0,8	9450	15750
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
Bar	Iluminación	24	1,8	1	26	1	1123,2	624	0,9	539	1246
	TC	3000	1		12	0,7	25200	36000	0,8	18900	31500
	Fuerza	0	1,25		0	1	0	0	0	0	0
Cabecal	Iluminación	24	1,8	1	6	1	259,2	144	0,9	124	288
	TC	3000	1		6	0,7	12600	18000	0,8	9450	15750
	Fuerza	14660	1,25		1	1	18325	14660	0,91	0	18325
TOTAL							147152			77533	172792

7. Alumbrado exterior del recinto.

Si durante el día el jardín invita a que sus usuarios paseen y descansen, es en buena medida, por la riqueza y variedad del colorido de sus espacios, disponer en el parque de un alumbrado adecuado aumenta su tiempo de aprovechamiento.

Los principales objetivos de la iluminación nocturna del parque objeto de proyecto son:

- Facilitar el desplazamiento de las personas.
- Facilitar las actividades nocturnas en el parque.
- Mostrar los elementos de interés que incluye el parque, así como sus espacios: macizos florales, praderas, setos, arbolado, áreas despejadas, esculturas, edificios, fuentes, etc., conjugándolos con su entorno.

Las líneas de alumbrado exterior son trifásicas y subterráneas, por tanto, está sujeta a la siguiente normativa:

- ITC-BT-07: Redes subterráneas para la distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-09: Instalaciones de alumbrado exterior.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (Real Decreto 1890/2008).

7.1. Distribución de luminarias.

7.1.1. Criterios de diseño.

El alumbrado exterior del recinto deportivo va a ser necesario para permitir su aprovechamiento en las horas de menos luz, así como durante la noche. Para ello se van a distribuir las luminarias a lo largo del trazado del mismo de acuerdo con varios criterios (se sigue la NTE-IEE basada en las recomendaciones de la Instalación Internacional de Iluminación):

- Criterios funcionales: importancia del viario por las zonas que comunica, por su importancia en la jerarquía viaria, etc.
- Criterios estéticos: por el grado de relevancia que se le quiere prestar respecto a las zonas colindantes.
- Superficie a iluminar.
- Tipo de luminaria.
- Eficiencia energética.

7.1.2. Niveles de iluminación medios empleados

Según lo indicado en el Reglamento de eficiencia energética, aprobado por el R. D. 1890/2008, el nivel medio de iluminación en servicio requerido para cada una de las zonas del parque es el siguiente:

- Gradas: 15 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones alto y clase de alumbrado S1)
- Parking: 20 lux (situación de proyecto C1, tráfico alto y clase de alumbrado S1)
- Viales del recinto: 10 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones normal y clase de alumbrado S2)-
- Terreno de juego: UNE-12.193 “iluminación de instalaciones deportivas” 400 lux.

7.1.3. Relación entre la disposición en las unidades luminosas y la altura de los puntos de luz.

En función de la relación “altura del punto de luz (h) / anchura de la calzada (a)” la disposición de las luminarias puede ser unilateral, bilateral al tresbolillo o bilateral pareada, se recomiendan los siguientes tipos de disposición:

Tabla 8: Relación h/a para luminarias exteriores.

TIPO DE DISPOSICIÓN	RELACIÓN h / a
Unilateral	$a < h$
Bilateral tresbolillo	$1,5h > a > h$
Bilateral pareada	$a > 1,5 h$

7.2. Lámpara y luminarias.

7.2.1. Características de los elementos.

- Para viales, gradas y parking.

Se han elegido lámparas fluorescentes por su buen rendimiento, por su elevada durabilidad con respecto a otros tipos.

Se trata de una farola con distribución de luz radialmente simétrica, con luminaria cilíndrica de 140 mm de diámetro y 6.000 mm de altura, columna cilíndrica de plástico de 2600 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W, con cuerpo de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, cilindro de plástico blanco, portalámparas G 5, balasto electrónico, clase de protección I, grado de protección IP 65, cable de 3 m de longitud.

La columna se fija mediante un cubo de hormigón armado realizado in situ y pernos de anclaje. La cimentación debe prever la ranura para la conexión eléctrica. Este elemento no necesita ningún mantenimiento.

El flujo luminoso de las mismas es de 2.000 lúmenes.

- Para el terreno de juego:

Las lámparas seleccionadas para ello son las siguientes:

- Modelo: Powerstar HQI-TS Arco Largo.
- Potencia: 2000 (W)
- Rendimiento luminoso: 107 (lum/W)
- Tensión: 220 (V)

7.3. Estudio luminotécnico.

7.3.1. Niveles de iluminación y separación de luminarias

Para el cálculo de la separación de los puntos de luz se han tenido en cuenta lo indicado en el Reglamento de eficiencia energética que define el nivel medio de iluminación como:

$$E_m = \frac{\Phi \cdot f_u \cdot f_m}{D \cdot A}$$

Siendo:

- E_m : Nivel medio de iluminación que se pretende alcanzar (lux)
- Φ : Flujo luminoso total necesario (lúmenes), se obtiene en función de la potencia, según la siguiente tabla:
- f_u : Factor de utilización
- f_m : Factor de mantenimiento
- D : Distancia entre luminarias (m)
- A : Anchura de la calzada (m)

Por tanto, para cada zona del recinto, el alumbrado a colocar deberá cumplir los siguientes criterios:

Gradas: 15 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones alto y clase de alumbrado S1).

- Ancho: 6.5 m

- Clase de alumbrado S1 (Tabla 4 del ITC-EA-02 para una situación de proyecto C1 y un tráfico alto)
- Iluminancia media: $E_m = 15 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Iluminancia mínima: $E_{min} = 5 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Se emplearán lámparas de 54 W, que proporcionan un flujo luminoso de 2.000 lúmenes.
- El factor de conservación (F_m) se establece en 0,7.
- El factor de utilización (F_u) se considera como 0,5.
- La altura de la farola será de 6 metros.

$$15 = \frac{2000 \cdot 0.5 \cdot 0.7}{D \cdot 6.5}$$

$$D = 7,17 \text{ m} = 7.5 \text{ m}$$

Con estos datos se obtiene una distancia entre luminarias de 7,17 m. Como en ancho de la grada es 6.5 m, se colocarán con una disposición unilateral. La grada tiene 100 m de longitud por tanto se requieren **14 farolas separadas 7,2 m a una altura de 6 m**. En este caso no tiene sentido colocarlas al tresbolillo delante de la grada, ya que molestaría en la visión de los partidos.

Parking: 20 lux (situación de proyecto C1, tráfico alto y clase de alumbrado S1)

- Ancho: para cada uno de los 2 sentidos de circulación 6 m
- Clase de alumbrado S1 (situación de proyecto C1, tráfico alto y clase de alumbrado S1)
- Iluminancia media: $E_m = 20 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Iluminancia mínima: $E_{min} = 10 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Se emplearán lámparas de 54 W, que proporcionan un flujo luminoso de 2.000 lúmenes.
- El factor de conservación (F_m) se establece en 0,7.
- El factor de utilización (F_u) se considera como 0,5.
- La altura de la farola será de 6 metros.

$$20 = \frac{2000 \cdot 0.5 \cdot 0.7}{D \cdot 6}$$

$$D = 5,8 \text{ m}$$

Con estos datos se obtiene una distancia entre luminarias de 2,5 m. Como el ancho de cada sentido es 13,75 m, se colocarán con una disposición bilateral pareada. El parking tiene 132 m de longitud en cada sentido de circulación por tanto se requieren **23 farolas separadas 5,8 m a una altura de 6 m** recordando que se deben colocar bilateralmente en cada sentido de circulación.

Viales del recinto: 10 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones normal y clase de alumbrado S2).

Los viales del recinto se consideran todas aquellas zonas internas del mismo que no corresponden a la grada o al parking y por donde circulan los asistentes para moverse por el interior. Debido a que existen zonas con distintos anchos, de cara a simplificar cálculos se va a tomar un ancho medio de 10 m considerando que las farolas se colocan en el punto medio de los viales.

En el Plano N° 18.2 "Instalación eléctrica. Exterior" se podrá observar la colocación de las mismas en el recinto.

- Ancho: valor medio de 10 m
- Clase de alumbrado S2 (10 lux (situación de proyecto E2, flujo de peatones normal y clase de alumbrado S2)
- Iluminancia media: $E_m = 10 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Iluminancia mínima: $E_{min} = 5 \text{ lux}$ (Tabla 8 del ITC-EA-02)
- Se emplearán lámparas de 54 W, que proporcionan un flujo luminoso de 2.000 lúmenes.
- El factor de conservación (F_m) se establece en 0,7.
- El factor de utilización (F_u) se considera como 0,5.
- La altura de la farola será de 6 metros.

$$10 = \frac{2000 \cdot 0,5 \cdot 0,7}{D \cdot 10}$$

$$D = 7 \text{ m}$$

Con estos datos se obtiene una distancia entre luminarias de 7 m. se requiere una longitud total de viales a iluminar de 240 m por tanto se requieren **34 farolas**

separadas 7 m a una altura de 6 m recordando que se deben colocar unilateralmente en el punto medio de cada vial.

Terreno de juego: Según UNE-12.193

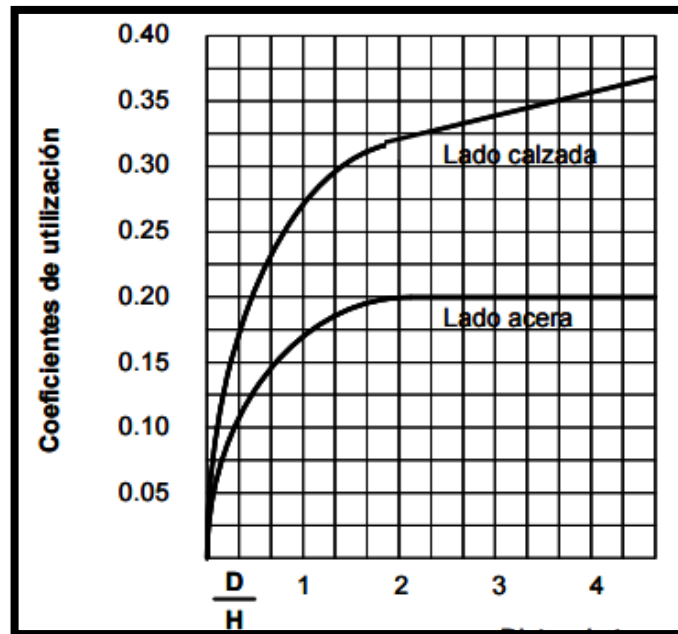
El terreno de juego, que es la parte principal de este proyecto, requiere de un trato especial en su iluminación. La norma UNE 12193 indica los niveles de iluminación de las instalaciones deportivas en función del uso, clasificando el alumbrado en tres tipos basándose en el nivel de competición: · Alumbrado Clase I: Competición del más alto nivel. Competiciones nacionales e internacionales. Normalmente acude un gran número de espectadores y los recintos son grandes. · Alumbrado Clase II: Competición de nivel medio. Partidos de competición regional y local. · Alumbrado Clase III: Entrenamiento general, educación física y actividades recreativas.

Para el cálculo se va a proceder por un método utilizado en viales donde se emplea un parámetro conocido como factor de utilización (f_u).

Los parámetros que van a determinar la iluminación media que se da en el terreno de juego son los siguientes:

- Altura de los postes (H): 25 m
- Separación entre postes(s): 100 m
- Anchura de alcance (a): 55 m (para que exista un solape del 36 %)
- Rendimiento luminoso lámpara (ρ): 107 lum/W
- Potencia lámparas (P): 2000 W
- Número de lámparas por poste: 20 lámparas
- Distancia horizontal (D): 55 m
- D/H: 1.8
- El factor de utilización se obtiene del siguiente cuadro a partir de D/H

Tabla 9: Coeficiente de utilización para iluminación exterior.



El f_u obtenido es de 0,31.

Para obtener la iluminación (E) que resulta de los parámetros anteriores se utiliza la siguiente fórmula:

$$E = \frac{f_u \cdot N \cdot P \cdot \rho}{a \cdot s} = \frac{0.31 \cdot (2 \cdot 20) \cdot 2000 \cdot 107}{55 \cdot 100} = 482,5 \text{ lux} > 400 \text{ lux}$$

Por tanto, se colocarán 4 postes con 20 lámparas de 2000 W en cada poste con una separación entre postes del mismo lado de 100 m.

7.4. Datos generales instalación EXTERIOR.

La instalación eléctrica se diseña con el fin de que todos los receptores del parque reciban la energía que necesiten y con una protección de las líneas que consiga una elevada seguridad.

Tabla 10: características por zonas en iluminación exterior.

Lugar	Nº lámparas	Disposición	S (m)	P (W)
Grada	14	Unilateral	7,5	756
Parking	69	Bilateral	5,8	3.726
Viales	34	Unilateral	7	1.836

Lugar	Nº lámparas	Disposición	S (m)	P (W)
Terreno de juego	20 x 4	Postes bilaterales	100	160.000
TOTAL	-	-	-	164.248

En el cuadro siguiente se resumen la potencia consumida en el **exterior** separada por zonas. Para obtener la potencia reactiva y aparente, se debe conocer el factor de potencia de cada elemento, en el caso de las tomas de corriente se estima en 0,8. Los cálculos de Q y S que aparecen en el siguiente cuadro se han obtenido a partir de las siguientes expresiones:

- Potencia reactiva (Q):

$$Q(VAr) = P(W) \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi)$$

- Potencia aparente (S):

$$S(VA) = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Tabla 11: Cuadro de potencia en instalación exterior.

Lugar	Tipo	P. unitaria (W)	Mayoración	N elementos	simultaneidad	P (W)	Cos fi	q (VAr)	S (VA)
Grada	Iluminación	54	1,8	14	1	1360,8	0,9	653	1509
	Tomas de corriente	3.000	1	0	0,7	0	0,8	0	0
	Fuerza	0	1,25	0	1	0	0	0	0
Parking	Iluminación	54	1,8	69	1	6706,8	0,9	3219	7439
	Tomas de corriente	3.000	1	0	0,7	0	0,8	0	0
	Fuerza	0	1,25	0	1	0	0	0	0
Viales	Iluminación	54	1,8	34	1	3304,8	0,9	1586	3666
	Tomas de corriente	3.000	1	0	0,7	0	0,8	0	0
	Fuerza	0	1,25	0	1	0	0	0	0
T. de juego	Iluminación	2.000	1,8	80	1	288000	0,9	138240	319459
	Tomas de corriente	3.000	1	0	0,7	0	0,8	0	0
	Fuerza	0	1,25	0	1	0	0	0	0
TOTAL						299.372		143.699	332.074

8. Potencia total.

8.1. Potencia total instalada.

Supone la suma de la carga total instalada de alumbrado, tomas de corriente y fuerza en todo el proyecto.

Se recuerdan los datos de potencia total instalada en interior y exterior.

Zona	P (W)	Q (Var)	S(VA)
Interior	147.152	77.533	172.792
Exterior	299.372	143.699	332.074
TOTAL	446.524	221.232	504.866

8.2. Selección del transformador.

Por tanto, la instalación completa tiene unas necesidades de potencia aparente (S) de **504.866 VA**. Esta potencia será la que debe poder dar el transformador y, por tanto, la que pasa por el cuadro principal CP para distribuirla en los sucesivos cuadros secundarios (CS).

Este valor de potencia aparente total, donde ya están aplicados los coeficientes de simultaneidad, sirve para poder obtener el valor de potencia aparente que debe ser capaz de dar el transformador.

Se selecciona el siguiente:

Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.

Que ira instalado en una caseta prefabricada de las siguientes características:

Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 6080 x 2380 x 3045 mm, apto para contener hasta dos transformadores y la aparamenta necesaria.

Es cierto, que el transformador queda algo sobredimensionado, pero con ello se deja cierto margen por si en el futuro es necesario cambiar la iluminación en de que los equipos jueguen en categorías donde se les exija un mayor nivel de iluminación, siendo ésta una de las partes que mayor potencia consumen de la total.

8.3. Potencia demandada por cada cuadro.

La potencia total demandada es aquella que realmente deberá suministrarse debido al hecho de que no todas las instalaciones van a funcionar al mismo tiempo, sino que es

necesaria la aplicación de unos coeficientes de simultaneidad y un análisis de la instalación.

Por ello, se ha planteado la distribución en distintos cuadros secundarios, los cuales parten del cuadro principal CP, situado en la propia caseta del transformador.

8.3.1. Cuadro secundario 1 (CS1).

Este cuadro se sitúa en el edificio de servicios, concretamente en el local denominado "oficina". Desde él se podrá controlar todo el cuadro de mandos correspondiente a este local y a las instalaciones de alumbrado exterior de todo el recinto como son el parking, la grada, los viales y el terreno de juego

Respecto al alumbrado, se considera que todo él funcionará simultáneamente, en cambio, a las tomas de corriente se les ha aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

La potencia total demandada es la siguiente:

	Lugar	S (VA)
CS1	Oficina	21.854
	Total	21.854

8.3.2. Cuadro secundario 2 (CS2).

Este cuadro está ubicado en el edificio denominado como "bar". Desde el mismo se controla eléctricamente toda la potencia del mismo. Se ha considerado que como seguramente el bar este regentado por personal ajeno a los clubes, debería hacerse un cuadro independiente del resto del edificio.

Respecto al alumbrado, se considera que todo él funcionará simultáneamente, en cambio, a las tomas de corriente se les ha aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

La potencia total demandada es la siguiente:

	Lugar	S (VA)
CS2	Bar	32.158
	Total CS2	32.158

8.3.3. Cuadro secundario 3 (CS3).

Este cuadro está ubicado en el recinto denominado como "Hall", entrando al mismo en la pared izquierda. Desde el mismo se controla eléctricamente toda la potencia de los 4 vestuarios de equipos, los 2 vestuarios de árbitros, los 2 baños, hombres y mujeres, el propio hall y los pasillos. Esta parte del edificio será la que utilicen los clubes, por lo que parece correcto considerar un cuadro únicamente para todo ello.

Respecto al alumbrado, se considera que todo él funcionará simultáneamente, en cambio, a las tomas de corriente se les ha aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

La potencia total demandada es la siguiente:

		Lugar	S (VA)
		CS3	V. equipos
V. árbitros	10.410		
Baños	15.568		
Hall	5.296		
Pasillos	5.440		
Total CS3		58.280	

8.3.4. Cuadro secundario 4 (CS4).

Este cuadro está ubicado en el edificio denominado como "Cabezal". Desde el mismo se controla eléctricamente toda la potencia del mismo. Desde el mismo también se tendrá el control de las bombas situadas en la arqueta de bombeo que consta de 3 bombas de eje vertical

Respecto al alumbrado, se considera que todo él funcionará simultáneamente, en cambio, a las tomas de corriente se les ha aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

La potencia total demandada es la siguiente:

		Lugar	S (VA)
		CS4	Cabezal
Total CS4		34.096	

8.3.5. Cuadro secundario 5 (CS5).

Este se sitúa en el hall del edificio de servicios. Desde él se controla toda la iluminación exterior del parking, gradas, viales y terreno de juego.

La potencia total instalada en el mismo es:

CS5	Lugar	S (VA)
	Grada	1.509
	Parking	7.439
	Viales	3.666
	T. de juego	319.459
	Total	332.073

9. Dimensionado de las líneas interiores y exteriores.

Para calcular las secciones de las instalaciones interiores se van a emplear tres métodos:

- Sección por calentamiento.
- Sección por caída de tensión.
- Sección por cortocircuito.

Se escogerá como sección del conductor la más desfavorable de las tres obtenidas de la aplicación de los criterios anteriores.

9.1. Cálculo por calentamiento.

El paso de la corriente eléctrica por los cables produce un aumento de la temperatura, debido al efecto Joule, hasta valores que pueden ser perjudiciales para la conservación del aislamiento. Por este motivo y para que los cables soporten los calentamientos ocasionados por el paso de la intensidad nominal de servicio, se debe calcular la sección por calentamiento.

Para el dimensionado de las líneas interiores mediante este criterio se aplica la instrucción ITC-BT-19 para instalaciones interiores o receptoras, caso de conductores aislados de cobre en tubos en montaje superficial o empotrados en obra, con aislamiento de PVC. Por lo que respecta a las arquetas de los estanques, por tratarse de locales húmedos, se debe cumplir la ITC-BT-30, que establece que los conductores sean trifásicos y aislados en el interior de tubos. Para la alimentación de las bombas se ha optado también por conductores trifásicos.

En primer lugar, se ha calculado la intensidad que circula por cada tramo de la línea eléctrica interior, posteriormente, con dicho valor se busca en la tabla de la ITC-BT-19 la sección necesaria, para conductores de cobre en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (2x y con aislamiento de EPR para todos los casos, salvo para las

arquetas y los conductores que alimentan a bombas, escogiendo por 3x con aislamiento de EPR). Tras aplicar los factores de corrección necesarios se determina la sección en mm² para cada conductor.

1. APLICACIÓN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN.

Según ITC-BT-07. Redes subterráneas para distribución en baja tensión, los factores de corrección serán los siguientes:

Por temperatura del terreno distinta a 25 °C, se obtendrán de la siguiente tabla:

Temperatura de servicio θ_s (°C)	Temperatura del terreno, θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67

- Por resistividad térmica distinta a 1 K·m/W, se obtendrán de la siguiente tabla:

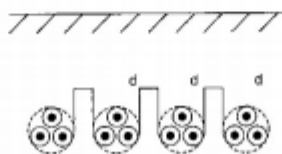
Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K·m/W										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. En la siguiente tabla se muestran los valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Resistividad térmica del terreno (K·m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Por agrupación de varios cables, se aplicará la siguiente tabla:

Separación entre los cables o ternos (m)	Número de cables o ternos de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
<i>D=0 (en contacto)</i>	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
<i>D= 0,07</i>	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
<i>D= 0,10</i>	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
<i>D= 0,15</i>	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
<i>D= 0,20</i>	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
<i>D= 0,25</i>	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62



Según profundidad de enterrado, distinta a 0,7 m, se aplicará la siguiente tabla:

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,90	0,98	0,97	0,95

Para cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares:

- Se instalará un circuito por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 2, pudiéndose aceptar excepcionalmente 1,5.
- En el caso de una línea con cable tripolar o con un terno de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.
- Si se trata de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un factor de corrección de 0,9.
- Si se trata de una agrupación de tubos, el factor dependerá del tipo de agrupación y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente.
- En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los 15 m., si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo

- Según norma UNE 211435:2011. Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica, los factores de corrección serán los siguientes:

Por temperatura del terreno distinta a 25 °C, se obtendrán de la siguiente tabla:

<i>Temperatura máxima del conductor °C</i>	<i>Temperatura del terreno en cables soterrados (°C)</i>								
	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>30</i>	<i>35</i>	<i>40</i>	<i>45</i>	<i>50</i>
<i>90</i>	<i>1,11</i>	<i>1,07</i>	<i>1,04</i>	<i>1,00</i>	<i>0,96</i>	<i>0,92</i>	<i>0,88</i>	<i>0,83</i>	<i>0,78</i>

Por resistividad térmica distinta a 1,5 k·m/W, se obtendrán de la siguiente tabla:

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K · m/W	0,9 K · m/W	1 K · m/W	1,5 K · m/W	2 K · m/W	2,5 K · m/W	3 K · m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81


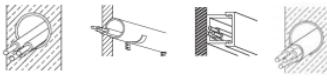

Según profundidad de enterrado, distinta a 0,7 m, se aplicará la siguiente tabla:

<i>Profundidad (m)</i>	<i>Soterrados</i>	<i>En tubular</i>
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

Por agrupación de varios cables, se aplicará la siguiente tabla:

<i>Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)</i> <i>Grupos dispuestos en un plano horizontal</i>					
<i>Circuitos agrupados</i>	<i>Cables directamente soterrados. Distancias entre grupos en mm</i>				
	<i>Contacto</i>	<i>200</i>	<i>400</i>	<i>600</i>	<i>800</i>
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	-----
9	0,49	0,62	0,72	0,79	-----
10	0,48	0,61	0,71	-----	-----

Según ITC-BT-19, instalaciones interiores o receptoras, preinscripciones generales, y la norma UNE-HD 60364-5-52:2014, Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones, en primer lugar se deberá definir el método de instalación que se rige por la siguiente tabla:

A1		Cables unipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante . Cable multipolar en el interior de una pared térmicamente aislante .
A2		Cables multipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante .
B1		Cables unipolares en tubos , canales o en conductos de sección no circular: en montaje superficial sobre una pared de madera u obra o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo; o empotrados en obra; o en huecos de obra de fábrica. Conductores unipolares instalados en falsos techos.
B2		Cables multipolares en tubos , canales o en conductos de sección no circular: en montaje superficial sobre una pared de madera u obra o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo; o empotrados en obra; o en huecos de obra de fábrica. Conductores multipolares instalados en falsos techos.
C		Cables unipolares o multipolares : fijados directamente sobre pared o bajo techo , de madera u obra; sobre bandejas no perforadas. O empotrados directamente en paredes de obra.
D		Cables unipolares o multipolares directamente enterrados ; o en tubos o conductos enterrados.
E		Cables multipolares sobre bandejas perforadas , soportes o rejillas, o bandejas de escalera. Distancia a la pared no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable. Cables multipolares suspendidos de un cable fiador o sobre soportes.
F		Cables unipolares sobre bandejas perforadas , soportes o rejillas, o bandejas de escalera. Distancia a la pared no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable. Cables unipolares suspendidos de un cable fiador o sobre soportes.
G		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores.

En segundo lugar, se tomarán los factores de corrección y son los siguientes:

Por temperatura ambiente distinta a 30 °C, se obtendrán de la siguiente tabla:

Temperatura ambiente, en °C	PVC	XLPE Y EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65		0,65
70		0,58
75		0,50
80		0,41

Por agrupación de varios cables, se aplicará la siguiente tabla:



Disposición	Número de circuitos o de cables multiconductores							
	1	2	3	4	6	9	12	16
<i>Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (A y B)</i>	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40
<i>Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas (C)</i>	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70		
<i>Capa única fijada directamente al techo (C)</i>	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60		
<i>Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales (E y F)</i>	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70		
<i>Capa única sobre bandeja de escalera, soporte o bridas de amarre (E y F)</i>	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80		

2. OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (IADM) Y LA SECCIÓN.

Según ITC-BT-07. Redes subterráneas para distribución en baja tensión, se considera la instalación tipo de un solo cable tripolar o tetrapolar o un terno de cables unipolares en contacto mutuo (circuitos trifásicos), o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo (circuitos monofásicos), directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de:

- 0,70 m de profundidad,
- En un terreno de resistividad térmica media de 1 K·m/W y
- Temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25 °C.



Se obtendrá de la siguiente tabla, la Intensidad máxima admisible (A) para cables conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente):

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Según norma UNE 211435:2011. Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica, la instalación tipo es la siguiente:

Temperatura del aire ambiente	40 °C
Temperatura del terreno	25 °C
Profundidad de soterramiento	0,7 m
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Agrupamiento de circuitos	Un solo circuito

Ante ello, se obtendrá de la siguiente tabla, la Intensidad máxima admisible (A) con aislamiento de XLPE y conductor de cobre o aluminio:

sección mm ²	Directamente soterrados 	En tubular soterrada 	Al aire, protegidos del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Según ITC-BT-19, instalaciones interiores o receptoras, preinscripciones generales, y la norma UNE-HD 60364-5-52:2014, Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones, para obtener la intensidad admisible, con temperatura ambiente de 30 °C, se usa la siguiente tabla:

Mét. de ref.	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE			
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE					
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE
Cobre												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35				110	117	126	137	147	158	169	185	200
50				134	141	153	167	179	192	207	225	242
70				171	179	196	213	229	246	268	289	310
95				207	216	238	258	278	298	328	352	377
120				239	249	276	299	322	346	382	410	437
150					285	318	344	371	395	441	473	504
185					324	362	392	424	450	506	542	575
240					380	424	461	500	538	599	641	679

3. DEFINIR LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO.

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: Igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la de la siguiente tabla.

<i>Conductores fase (mm²)</i>	<i>Sección neutro (mm²)</i>
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

La sección reducida del neutro sólo es admisible para circuitos bien equilibrados y exentos de armónicos. En caso contrario la sección del neutro debería ser igual a la de los conductores de fase o incluso superior.

9.2. Cálculo por caída de tensión.

Las caídas de tensión admisibles según el Reglamento son:

Parte de la instalación	Caída de tensión en %
Línea general de alimentación y líneas entre cuadros	0,5
Circuito interior y exterior (iluminación)	6
Otros usos	8

El cálculo se abordará a través de la sección previa. Aplicando las siguientes fórmulas.

En corriente alterna monofásica:

$$\delta = 2I(R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

En corriente alterna trifásica:

$$\delta = \sqrt{3} I(R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Siendo:

- δ : Valor máximo de la caída de tensión en V
- I: Intensidad en A
- R: Resistencia en Ω/km
- X: Reactancia en Ω/km
- $\cos \varphi$: factor de potencia

Para calcular la sección previa, se desprecia el valor de X y R se sustituye por su expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

Siendo:

- ρ : resistividad eléctrica en $\Omega \cdot \text{m}$ y se obtiene de la siguiente tabla:

	20 °C	70 °C	90 °C
$\rho_{\text{Cu}} (\Omega \cdot \text{m})$	$1,72 \cdot 10^{-8}$	$2,06 \cdot 10^{-8}$	$2,19 \cdot 10^{-8}$
$\rho_{\text{Al}} (\Omega \cdot \text{m})$	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,37 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-8}$

- l: longitud de la línea en m
- s: sección del conductor m^2

Por ello:

$$\delta = 2I\rho \cdot \frac{l}{s} \cos \varphi ; s = \frac{2I\rho l \cos \varphi}{\delta}$$

$$\delta = \sqrt{3} I\rho \cdot \frac{l}{s} \cos \varphi ; s = \frac{\sqrt{3} I\rho l \cos \varphi}{\delta}$$

En el caso de distribuidores abiertos, se deberán aplicar las siguientes fórmulas.

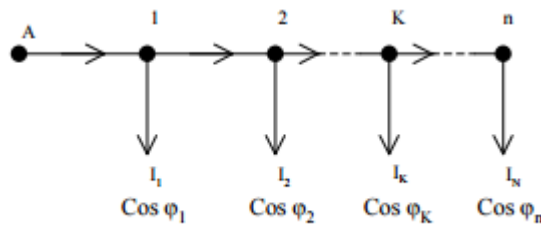
En corriente alterna monofásica:

$$S = \frac{2\rho}{\delta} \sum_{k=1}^n I_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{A-k}$$

En corriente alterna trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3}\rho}{\delta} \sum_{k=1}^n I_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{A-k}$$

Según la siguiente figura:



En el caso de distribuidores cerrados, se deberá aplicar una de las siguientes fórmulas para convertirlo en abierto:

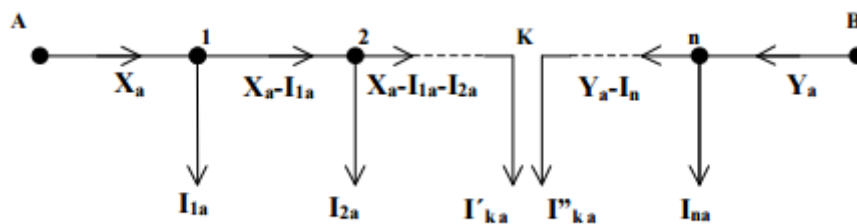
$$X_a = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ja} \cdot l_{j-B}}{l_{A-B}}$$

$$Y_a = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ja} \cdot l_{j-A}}{l_{A-B}}$$

Siendo:

- \$X_a\$: La intensidad activa en A que parte de A.
- \$Y_a\$: La intensidad activa en A que parte de B

Se puede observar en la siguiente figura:



Por lo tanto, para obtener la sección del distribuidor, se aplicarán las siguientes fórmulas.

En corriente alterna monofásica:

$$S_{A-B} = \frac{2\rho}{\delta} \sum_{j=1}^{k-1} I_j \cdot \cos \varphi_j \cdot l_{j-A} + I'_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{k-A}$$

$$S_{A-B} = \frac{2\rho}{\delta} \sum_{j=n}^{k+1} I_j \cdot \cos \varphi_j \cdot l_{j-B} + I''_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{k-B}$$

En corriente alterna trifásica:

$$S_{A-B} = \frac{\sqrt{3}\rho}{\delta} \sum_{j=1}^{k-1} I_j \cdot \cos \varphi_j \cdot l_{j-A} + I'_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{k-A}$$

$$S_{A-B} = \frac{\sqrt{3}\rho}{\delta} \sum_{j=n}^{k+1} I_j \cdot \cos \varphi_j \cdot l_{j-B} + I''_k \cdot \cos \varphi_k \cdot l_{k-B}$$

Una vez escogida la sección comercial se debe de comprobar su caída de tensión.

Los valores de R y X se obtienen de la siguiente tabla:

SECC	Ø Cod+Ais	Ø Ext. Cabl. Unip	Ø Ext Cabl Mult	X Unipol	X Multipol	R (20°C)	R (20°C)	R (70°C)	R (70°C)	R (90 °C)	R (90 °C)
mm ²	mm	mm	mm	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km
Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
								PVC	PVC	XLPE-EPR	XLPE-EPR
1.5	3.00	5.90	10.90	0.145	0.108	12.100	20.000	14.460	24.200	15.403	25.460
2.5	3.40	6.30	11.80	0.134	0.100	7.410	12.000	8.855	14.520	9.433	15.276
4	4.30	7.20	13.70	0.128	0.100	4.610	7.500	5.509	9.075	5.869	9.548
6	5.20	8.10	15.80	0.116	0.091	3.080	5.000	3.681	6.050	3.921	6.365
10	6.20	9.10	17.40	0.106	0.085	1.830	3.000	2.187	3.630	2.330	3.819
16	7.20	10.20	19.50	0.099	0.080	1.150	1.875	1.374	2.269	1.464	2.387
25	8.40	11.50	22.30	0.098	0.080	0.727	1.200	0.869	1.452	0.925	1.528
35	9.50	12.50	24.70	0.093	0.078	0.524	0.868	0.626	1.050	0.667	1.105
50	11.20	14.20	28.30	0.093	0.078	0.387	0.641	0.462	0.776	0.493	0.816
70	12.70	15.70	31.90	0.089	0.075	0.268	0.443	0.320	0.536	0.341	0.564
95	15.00	18.30	37.30	0.086	0.074	0.193	0.320	0.231	0.387	0.246	0.407
120	16.50	20.00	40.80	0.085	0.073	0.153	0.253	0.183	0.306	0.195	0.322
150	18.30	21.80	44.90	0.084	0.073	0.124	0.206	0.148	0.249	0.158	0.262
185	20.50	24.30	50.10	0.084	0.073	0.099	0.164	0.118	0.198	0.126	0.209
240	23.40	27.40	57.00	0.082	0.073	0.075	0.125	0.090	0.151	0.095	0.159
300	25.90	30.10	62.90	0.082	0.072	0.060	0.100	0.072	0.121	0.076	0.127
400	29.30	33.80	74.40	0.081	0.072	0.047	0.078	0.056	0.094	0.060	0.099
500	32.40	37.80	---	0.080	---	0.036	0.061	0.043	0.074	0.046	0.078

9.3. Cálculo por cortocircuito.

El equipo eléctrico de una instalación no puede configurarse sin conocer las sobrentensidades que ha de soportar; estas sobrentensidades dependen de la localización de nuestra instalación en el conjunto de la red eléctrica donde ha de enclavarse. Los efectos termoeléctricos y electrodinámicos de las sobrentensidades, y en particular de los cortocircuitos, afectan a todos los elementos por donde ha de circular la corriente eléctrica (conductores, canalizaciones, aparatos de maniobra y protección, etc.).

Según la norma UNE 60909-0 se deben calcular dos corrientes de cortocircuito que difieren en su magnitud:

- La corriente de cortocircuito máxima, que se corresponde con la corriente que tiene lugar cuando el cortocircuito sucede inmediatamente aguas abajo de los bornes del dispositivo de protección (en el origen de la línea); con esta corriente se determina el *poder de corte* de los aparatos de protección.
- La corriente de cortocircuito mínima, que se corresponde con la corriente que tiene lugar cuando el cortocircuito sucede inmediatamente aguas arriba de los bornes del receptor o carga, es decir al final de la línea que se quiere proteger; esta corriente permite elegir la curva de actuación de interruptores automáticos y fusibles, y, por lo tanto, garantiza la actuación de la protección ante un cortocircuito.

De los tipos de cortocircuitos que se pueden originar en un sistema trifásico de corriente alterna, el cortocircuito trifásico es el que provoca corrientes más elevadas en las instalaciones de baja tensión. Además, este tipo de cortocircuito es el más sencillo de analizar, ya que las corrientes de cortocircuito en las tres fases forman un sistema trifásico simétrico, por lo que su estudio se realiza a partir del circuito monofásico equivalente fase-neutro. Hay que destacar que es el tipo de defecto menos frecuente, con una incidencia del 5% del total de los cortocircuitos que se producen en las instalaciones de baja tensión.

Por otro lado, la corriente de cortocircuito mínima es generada por una falta fase-fase o fase-neutro. Es especialmente necesario contar con esta corriente cuando la longitud de los cables sea tal que aporten una gran impedancia al circuito. Conocer su valor es indispensable para determinar la longitud máxima protegida en un circuito en el caso de emplear fusibles, por ejemplo.

El caso habitualmente más desfavorable es el cortocircuito tripolar, que será al que haremos referencia en la Lección. En el cortocircuito tripolar, las tres tensiones correspondientes al punto de cortocircuito, se anulan entre si y las tres fases presentan cargas simétricas de cortocircuito. Por ello el cálculo de las corrientes de cortocircuito se realiza únicamente para una fase, como si se tratara de una carga simétrica.

Podemos considerar que la red pública de distribución de energía eléctrica, en corriente alterna, de una vivienda o de una industria equivale a una fuerza electromotriz y a una impedancia en serie, que se denomina impedancia de la red, Z_k , contemplada desde ese punto. El valor de la fuerza electromotriz es E .

U_n , (siendo U_n la tensión nominal de la red. Habitualmente, en las redes trifásicas se consideran los generadores conectados en estrella y una impedancia por fase. La fuerza electromotriz de cada generador será $E/3$.

Si se considera que el compromiso de suministro de energía de las compañías eléctricas no sobrepasa 50 kw, la mayoría de las instalaciones de B.T. que se proyectan para el ámbito rural o la industria agroalimentaria, están conectadas a un centro de transformación (C.T.) propio. Por consiguiente, el cálculo de la intensidad de cortocircuito en B.T. lo realizaremos partiendo de datos de la red de media tensión (M.T.) donde se conecte el C.T.

Evidentemente, la red eléctrica que alimenta nuestra vivienda o nuestra industria, es muy compleja, a menos que estemos a la salida del generador. Su conocimiento está reservado a las personas que trabajan

en la industria de la producción y transporte de energía eléctrica, ya que son las únicas que disponen de datos suficientes para su estudio. Los datos sobre la red, que son necesarios al proyectista de instalaciones eléctricas, para conocimiento de las implicaciones del cortocircuito en la instalación que proyecta, han de ser proporcionados por las Compañías Eléctricas. Estos datos se facilitan en forma de potencia de cortocircuito (S_k), en términos de potencia aparente, en Media Tensión, que es la forma habitual de efectuar la conexión a la red.

En caso de no disponer de datos de la red, pueden tomarse, según la CEI 14-4 1983, como potencias de cortocircuito en las redes de MT, las siguientes:

- hasta 24 kV $S_k = 500$ MVA
- más de 24 kV $S_k = 1000$ MVA

En la zona Levantina se puede considerar $S_k = 350$ MVA (según compañía distribuidora).

A partir de ese punto de conexión el proyectista calcula, la impedancia de la red (Z_k) y a medida que desarrolla el estudio y nos alejamos del punto de conexión, la impedancia aumenta, al sumar las impedancias complejas correspondientes al transformador y a líneas propias de nuestra instalación ($Z_k + Z_t + Z_l$)

El valor de la intensidad de cortocircuito, si este se produjese en la propia acometida, se deduce, por definición de potencia aparente, de la siguiente expresión:

$$I_k = \frac{S_k}{3 \cdot U_{NMT}}$$

Donde U_{NMT} es la tensión nominal de la red de MT.

La impedancia de la red será, por tanto:

$$Z_k = \frac{U_{NMT}}{3 \cdot I_k} = \frac{1,1 \cdot U_{NMT}^2}{S_k}$$

La norma VDE 0102 parte 2-1975, aplica un coeficiente de mayoración 1,1 sobre la tensión nominal de la red de MT.

El valor de esta impedancia está referido a la tensión de la red de MT, y debemos referirla a la tensión de la red de BT que es donde calcularemos las intensidades de cortocircuito. Para ello multiplicamos el valor anterior por la relación de transformación nominal al cuadrado entre las redes de MT y BT:

$$Z_k = \frac{1,1 \cdot U_{NMT}^2}{S_k} \cdot \left(\frac{U_{NBT}}{U_{NMT}} \right)^2 = \frac{1,1}{S_k} \cdot U_{NBT}^2$$

Las redes públicas de MT son muy inductivas por lo que se suele tomar como reactancia y resistencia de la red los valores:

$$X_k = 0,995 Z_k \quad R_k = 0,1 X_k$$

- **Intensidad de cortocircuito en el lado de BT del transformador.**

Los datos necesarios del transformador para determinar su impedancia y, por tanto, poder calcular la intensidad de cortocircuito en bornes de BT, son:

- Tensiones nominales del primario y secundario.
- Potencia aparente del transformador.
- Tensión de cortocircuito.
- Perdidas del transformador en cortocircuito.

Estos datos pueden obtenerse del catálogo del fabricante.

La impedancia del transformador se calcula de la expresión:

$$Z_t = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U_{NBT}^2}{S_t}$$

La impedancia total de la red hasta el lado de BT del transformador la podemos obtener sumando por separado las resistencias y reactancias de la red de MT y del transformador:

$$R_{kt} = R_k + R_t$$

$$X_{kt} = X_k + X_t$$

$$Z_{kt} = \sqrt{R_{kt}^2 + X_{kt}^2}$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT del transformador, se calcula:

$$I_{cc} = \frac{U_{NBT}}{3 \cdot Z_{kt}}$$

Se pueden simplificar los cálculos de la intensidad de cortocircuito trifásico en bornes de BT de un transformador (para una Pcc en MT de 500 MVA), tomándolos de las Tablas que se acompañan en función de la potencia del transformador (20 KV/400V):

S trafo	P cc	Ucc	In BT	R hasta BT Trafo	X hasta BT trafo	Icc BT
KVA	W	%	A			A
25	700	0,04	36	0,17924	0,18317	901
50	1100	0,04	72	0,07044	0,10725	1800
100	1750	0,04	144	0,02804	0,05790	3590
160	2350	0,04	231	0,01472	0,03756	5725
250	3250	0,04	361	0,00836	0,02456	8902
400	4600	0,04	577	0,00464	0,01567	14129
630	6500	0,04	909	0,00266	0,01017	21981
800	8100	0,06	1155	0,00206	0,01218	18698
1000	10500	0,06	1443	0,00172	0,00980	23208
1250	13500	0,06	1804	0,00142	0,00790	28757
1600	17000	0,06	2309	0,00110	0,00626	36363
2000	20200	0,06	2887	0,00084	0,00508	44832
2500	26500	0,06	3608	0,00071	0,00413	55104

- **Intensidad de cortocircuito en un punto de la red de BT separado del transformador.**

Hay determinados puntos de la red de BT donde nos interesa conocer el valor de la intensidad de cortocircuito; por ejemplo, en el Cuadro General de distribución, para comprobar que las protecciones allí colocadas tienen una capacidad de ruptura igual o superior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista, o para comprobar que las líneas que parten de ese cuadro soportan el calentamiento a que los va a someter un cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito en cualquier punto de la red de BT se obtiene determinando las impedancias de la o las líneas por las que circula el cortocircuito

producido en ese punto. Por tanto, deben considerarse las impedancias de la red de MT, del transformador y de la línea de BT

Los valores de la resistencia y reactancia de las líneas de BT, R_l y X_l , se pueden obtener de los catálogos del fabricante, o bien se calculan a partir de sus características eléctricas y constructivas.

La impedancia total del circuito en cortocircuito hasta el punto considerado sería:

$$R_{ktl} = R_k + R_t + R_l$$

$$X_{kt} = X_k + X_t + X_l$$

$$Z_{ktl} = \sqrt{R_{ktl}^2 + X_{ktl}^2}$$

La intensidad de cortocircuito en ese punto de la red de BT se obtiene por:

$$I_{cc} = \frac{U_{NBT}}{3 \cdot Z_{ktl}}$$

10. Dimensionado líneas con DMelect 2.009

Los cálculos efectuados para obtener la sección de cada una de las líneas se han hecho con el programa informático DMelect 2.009.

Como resumen gráfico de la instalación eléctrica, tanto interior como exterior, se puede consultar el Plano Nº 18.4 "Esquema unifilar".

10.1. Resultados.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $m\Omega/m$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

\varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing 2$ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2\pi f$; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu F)$.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L1 (Oficina)	24576 W
L2 (BAR)	36672 W
L3 (vestuarios)	48792 W
L4 (cabezal)	31344 W
L5 (Iluminación)	166534 W
TOTAL....	307918 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 168718

- Potencia Instalada Fuerza (W): 139200

- Potencia Máxima Admisible (W): 468887.06

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 307918 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$5500 \times 1.25 + 437392.38 = 444267.38 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 444267.38 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 801.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185+TTx95)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 1140 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.14

$e(\text{parcial})=5 \times 444267.38 / 48.5 \times 400 \times 3 \times 185 = 0.21 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 1000 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 307918 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$5500 \times 1.25 + 437392.38 = 444267.38 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 444267.38 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 801.58 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x240+TTx120)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 890 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.73

$$e(\text{parcial})=1 \times 444267.38 / 45.3 \times 400 \times 2 \times 240 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 846 A.

Cálculo de la Línea: L1 (Oficina)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 24576 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

25036.8 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=25036.8/1,732 \times 400 \times 0.8=45.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 144 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.95

$$e(\text{parcial})=12 \times 25036.8 / 50.97 \times 400 \times 95 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 135 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 135 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

SUBCUADRO

L1 (Oficina)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L1.1 (L. Ofic)	576 W
L1.2 (TC-Ofi)	24000 W
TOTAL....	24576 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 576

- Potencia Instalada Fuerza (W): 24000

Cálculo de la Línea: L1.1 (L. Ofic)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 14 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	4	2	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	96	96	96	96	96	96
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 576 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$576 \times 1.8 = 1036.8 \text{ W.}$$

$$I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.9

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 1036.8 / 50.62 \times 230 \times 1.5 = 1.07 \text{ V.} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L1.2 (TC-Ofi)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	4	2	2	2	2	2	2	2
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 24000 W.

- Potencia de cálculo: 24000 W.

$$I=24000/230 \times 0.8=130.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(2x25+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 140 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 11 \times 24000 / 47.06 \times 230 \times 2 \times 25 = 0.98 \text{ V.} = 0.42 \%$$

$$e(\text{total})=0.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 135 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L2 (BAR)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: A1-Unip.Molduras
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 36672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
37209.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=37209.6/1,732 \times 400 \times 0.8=67.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(4x50+TTx25)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 225.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.66

$$e(\text{parcial})=20 \times 37209.6 / 51.02 \times 400 \times 3 \times 50 = 0.24 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 201 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 201 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

L2 (BAR)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L2.1 (L. BAR)	672 W
L2.2 (TC. BAR)	36000 W
TOTAL....	36672 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 672

- Potencia Instalada Fuerza (W): 36000

Cálculo de la Línea: L2.1 (L. BAR)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	4	1	2	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	48	144	96	96	96	96	96
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$672 \times 1.8 = 1209.6$ W.

$$I=1209.6/230 \times 0.9=5.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.67

$$e(\text{parcial})=2 \times 9.21 \times 1209.6 / 50.3 \times 230 \times 1.5 = 1.28 \text{ V.} = 0.56 \%$$

$$e(\text{total})=0.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L2.2 (TC. BAR)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 23 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tramo	11	12								

Longitud(m)	2	3
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 36000 W.

- Potencia de cálculo: 36000 W.

$$I=36000/230 \times 0.8=195.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(2x50+TTx25)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 206 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 12.42 \times 36000 / 46.9 \times 230 \times 2 \times 50 = 0.83 \text{ V.} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total})=0.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 201 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3 (vestuarios)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 48792 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

49425.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=49425.6/1,732 \times 400 \times 0.8=89.18$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 93.6 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.23

$e(\text{parcial})=40 \times 49425.6 / 46.88 \times 400 \times 50=2.11$ V.=0.53 %

$e(\text{total})=0.59\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

L3 (vestuarios)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L3.1 (L.V1)	120 W
L3.2 (TC.V1)	6000 W
L3.3 (L.V2)	120 W
L3.4 (TC.V2)	6000 W
L3.5. (L.V3)	120 W
L.3.6 (TC.V3)	6000 W
L3.7 (L.V4)	120 W
L.3.8 (TC.V8)	6000 W
L3.9. (L.V5)	48 W
L3.10 (TC.V5)	6000 W
L.3.11 (L.V6)	48 W
L3.12 (TC.V6)	6000 W
L3.13 (L.Hall)	72 W
L3.14 (TC.Hall)	6000 W
L.3.15 (L.Pas)	144 W
L.3.16 (TC.Pas)	6000 W
TOTAL....	48792 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 792

- Potencia Instalada Fuerza (W): 48000

Cálculo de la Línea: L3.1 (L.V1)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 21 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	13	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 120 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$120 \times 1.8 = 216 \text{ W.}$$

$$I = 216 / 230 \times 0.9 = 1.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 17 \times 216 / 51.45 \times 230 \times 1.5 = 0.41 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.2 (TC.V1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	17	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 17.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 1.9 \text{ V.} = 0.83 \%$$

$$e(\text{total})=1.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.3 (L.V2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Molduras
- Longitud: 13 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	5	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$120 \times 1.8 = 216 \text{ W.}$$

$$I = 216 / 230 \times 0.9 = 1.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 216 / 51.45 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.4 (TC.V2)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	4	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/230 \times 0.8=32.61$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$e(\text{parcial})=2 \times 4.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10=0.49$ V.=0.21 %

$e(\text{total})=0.8\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.5. (L.V3)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 27 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	19	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 120 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$120 \times 1.8 = 216$ W.

$I = 216 / 230 \times 0.9 = 1.04$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 216 / 51.45 \times 230 \times 1.5 = 0.56 \text{ V.} = 0.24 \%$

$e(\text{total})=0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.3.6 (TC.V3)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	14	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$e(\text{parcial}) = 2 \times 14.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 1.57 \text{ V.} = 0.68 \%$

$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.7 (L.V4)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 38 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 120 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$120 \times 1.8 = 216 \text{ W.}$

$I = 216 / 230 \times 0.9 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 11.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.43

$e(\text{parcial})=2 \times 34 \times 216 / 51.44 \times 230 \times 1.5 = 0.83 \text{ V.} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.3.8 (TC.V8)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	21	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 21.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 2.34 \text{ V.} = 1.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.9. (L.V5)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	4	2
P.des.nu.(W)	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 48 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$48 \times 1.8 = 86.4 \text{ W.}$$

$$I = 86.4 / 230 \times 0.9 = 0.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolf. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 11.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 86.4 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.10 (TC.V5)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
-------	---	---

Longitud(m)	5	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 5.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 0.6 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.3.11 (L.V6)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Molduras
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	8	2
P.des.nu.(W)	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 48 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$48 \times 1.8 = 86.4 \text{ W.}$$

$$I = 86.4 / 230 \times 0.9 = 0.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.7) 11.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 86.4 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.12 (TC.V6)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 21 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	10	11
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 15.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 1.68 \text{ V.} = 0.73 \%$$

$$e(\text{total})=1.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.13 (L.Hall)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A1-Unip.Molduras
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	1	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$72 \times 1.8 = 129.6 \text{ W.}$$

$$I = 129.6 / 230 \times 0.9 = 0.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 3 \times 129.6 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L3.14 (TC.Hall)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 11 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	10	1
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$I=6000/230 \times 0.8=32.61$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$e(\text{parcial})=2 \times 10.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10=1.14$ V.=0.5 %

$e(\text{total})=1.09\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.3.15 (L.Pas)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Molduras

- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	2	2	2	2	2	2
P.des.nu.(W)	24	24	24	24	24	24
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 144 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$144 \times 1.8 = 259.2 \text{ W.}$$

$$I = 259.2 / 230 \times 0.9 = 1.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliiolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=0.8) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 259.2 / 51.43 \times 230 \times 1.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.3.16 (TC.Pas)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	5	5
Pot.nudo(kW)	3	3

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.8=32.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$e(\text{parcial})=2 \times 7.5 \times 6000 / 48.04 \times 230 \times 10 = 0.81 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L4 (cabezal)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 31344 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$5500 \times 1.25 + 25959.2 = 32834.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 32834.2 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 59.24 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 155 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 110 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 34.5

$e(\text{parcial}) = 130 \times 32834.2 / 52.57 \times 400 \times 50 = 4.06 \text{ V} = 1.01 \%$

$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

L4 (cabezal)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L4.1 (L. cab)	144 W
L4.2 (TC.cab)	18000 W
L.4.3 (B1)	2200 W
L4.4 (B2)	5500 W
L4.5 (B3)	5500 W
TOTAL....	31344 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 144

- Potencia Instalada Fuerza (W): 31200

Cálculo de la Línea: L4.1 (L. cab)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	2	2	2
P.des.nu.(W)	48	48	48
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 144 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$144 \times 1.8 = 259.2 \text{ W.}$$

$$I = 259.2 / 230 \times 0.9 = 1.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=0.72) 15.12 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 4 \times 259.2 / 51.45 \times 230 \times 1.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L4.2 (TC.cab)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	2	2	2	2	2	2
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 18000 W.

- Potencia de cálculo: 18000 W.

$$I=18000/230 \times 0.8=97.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 103 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 18000 / 46.9 \times 230 \times 50 = 0.47 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total})=1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.4.3 (B1)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2200 \times 1.25 = 2750$ W.

$I = 2750 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 4.96$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.16

$e(\text{parcial}) = 8 \times 2750 / (51.12 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 0.43$ V. = 0.11 %

$e(\text{total}) = 1.19\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: L4.4 (B2)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.6

- Potencia a instalar: 5500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$5500 \times 1.25 = 6875$ W.

$I = 6875 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 0.6) = 20.67$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=0.656) 32.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.92

$e(\text{parcial}) = 8 \times 6875 / (49.38 \times 400 \times 10 \times 0.6) = 0.46$ V. = 0.12 %

$e(\text{total}) = 1.2\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: L4.5 (B3)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.6
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5500 \times 1.25 = 6875$ W.

$$I = 6875 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 0.6) = 20.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=0.656) 32.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.92

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 6875 / (49.38 \times 400 \times 10 \times 0.6) = 0.46 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: L5 (Iluminación)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: A1-Unip.Molduras
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 166534 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
299761.19 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=299761.19/1,732 \times 400 \times 0.8=540.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 7(4x50+TTx25)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 658 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.27

$$e(\text{parcial})=40 \times 299761.19 / 47.98 \times 400 \times 7 \times 50 = 1.78 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total})=0.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 552 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 552 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

L5 (Iluminación)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L5.1 (L. park)	3942 W
L5.2 (L. Vial)	1782 W
L5.3 (campo)	160000 W
L5.4. (grada)	810 W
TOTAL....	166534 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 166534

Cálculo de la Línea: L5.1 (L. park)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 42 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	12	1	17	1	10	1
P.des.nu.(W)	648	810	486	702	486	810
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 3942 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$3942 \times 1.8 = 7095.6 \text{ W.}$

$$I=7095.6/1,732 \times 400 \times 0.9=11.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.59

$$e(\text{parcial})=27.55 \times 7095.6 / 53.95 \times 400 \times 6=1.51 \text{ V.}=0.38 \%$$

$$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L5.2 (L. Vial)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 198 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	30	7	7	7	7	7	7	7	7	7
P.des.nu.(W)	378	162	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Longitud(m)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	21	22	23	24	25					
Longitud(m)	7	7	7	7	7					
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54					
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0					

- Potencia a instalar: 1782 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1782 \times 1.8 = 3207.6 \text{ W.}$$

$$I = 3207.6 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 5.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.53

$$e(\text{parcial}) = 94.06 \times 3207.6 / (54.38 \times 400 \times 6) = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L5.3 (campo)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 260 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	55	75	55	75
P.des.nu.(W)	40000	40000	40000	40000
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 160000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$160000 \times 1.8 + 0.01 = 288000 \text{ W.}$$

$$I = 288000 / (1.732 \times 400 \times 0.9) = 461.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x120+TTx70)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 520 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.29

$$e(\text{parcial}) = 157.5 \times 288000 / (45.51 \times 400 \times 2 \times 120) = 10.38 \text{ V.} = 2.6 \%$$

$e(\text{total})=3.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 491 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: L.5.4. (grada)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 258 m; $\text{Cos } \varphi: 0.9$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	153	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12	13	14	15
Longitud(m)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
P.des.nu.(W)	54	54	54	54	54
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 810 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$810 \times 1.8 = 1458 \text{ W.}$

$I=1458/1,732 \times 400 \times 0.9=2.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.11

$e(\text{parcial})=205.5 \times 1458 / 54.46 \times 400 \times 6=2.29 \text{ V.}=0.57 \%$

$e(\text{total})=1.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LINEA GENERAL ALIMENT.	444267.38	5	3(4x185+TTx95)Cu	801.58	1140	0.05	0.05	
DERIVACION IND.	444267.38	1	2(4x240+TTx120)Cu	801.58	890	0.01	0.06	
L1 (Oficina)	25036.8	12	4x95+TTx50Cu	45.17	144	0.04	0.1	75
L2 (BAR)	37209.6	20	3(4x50+TTx25)Cu	67.14	225.6	0.06	0.13	
L3 (vestuarios)	49425.6	40	4x50+TTx25Cu	89.18	93.6	0.53	0.59	63
L4 (cabezal)	32834.2	130	4x50+TTx25Cu	59.24	155	1.01	1.08	110
L5 (Iluminación)	299761.19	40	7(4x50+TTx25)Cu	540.85	658	0.45	0.51	

Subcuadro L1 (Oficina)

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
L1.1 (L. Ofic)	1036.8	14	2x1.5+TTx1.5Cu	5.01	16	0.46	0.57	
L1.2 (TC-Ofi)	24000	18	2(2x25+TTx16)Cu	130.43	140	0.42	0.53	75

Subcuadro L2 (BAR)

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
L2.1 (L. BAR)	1209.6	15	2x1.5+TTx1.5Cu	5.84	16	0.56	0.68	
L2.2 (TC. BAR)	36000	23	2(2x50+TTx25)Cu	195.65	206	0.36	0.49	

Subcuadro L3 (vestuarios)

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
L3.1 (L.V1)	216	21	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	12.8	0.18	0.77	
L3.2 (TC.V1)	6000	18	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.83	1.42	25
L3.3 (L.V2)	216	13	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	12.8	0.1	0.69	
L3.4 (TC.V2)	6000	5	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.21	0.8	25
L3.5 (L.V3)	216	27	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	12.8	0.24	0.83	
L3.6 (TC.V3)	6000	15	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.68	1.28	25
L3.7 (L.V4)	216	38	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	11.2	0.36	0.95	
L3.8 (TC.V8)	6000	22	2x10+TTx10Cu	32.61	40	1.02	1.61	25
L3.9 (L.V5)	86.4	6	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	11.2	0.02	0.61	
L3.10 (TC.V5)	6000	6	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.26	0.85	25
L3.11 (L.V6)	86.4	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	11.2	0.04	0.63	
L3.12 (TC.V6)	6000	21	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.73	1.32	25
L3.13 (L.Hall)	129.6	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.63	12.8	0.02	0.61	
L3.14 (TC.Hall)	6000	11	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.5	1.09	25
L3.15 (L.Pas)	259.2	12	2x1.5+TTx1.5Cu	1.25	12.8	0.09	0.68	
L3.16 (TC.Pas)	6000	10	2x10+TTx10Cu	32.61	40	0.35	0.95	25

Subcuadro L4 (cabezal)

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
L4.1 (L. cab)	259.2	6	2x1.5+TTx1.5Cu	1.25	15.12	0.05	1.13	

L4.2 (TC.cab)	18000	12	2x50+TTx25Cu	97.83	103	0.2	1.28	50
L4.3 (B1)	2750	8	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	18.5	0.11	1.19	20
L4.4 (B2)	6875	8	4x10+TTx10Cu	20.67	32.8	0.12	1.2	
L4.5 (B3)	6875	8	4x10+TTx10Cu	20.67	32.8	0.12	1.2	

Subcuadro L5 (Iluminación)

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
L5.1 (L. park)	7095.6	42	4x6+TTx6Cu	11.38	57	0.38	0.89	50
L5.2 (L. Vial)	3207.6	198	4x6+TTx6Cu	5.14	57	0.58	1.09	50
L5.3 (campo)	288000	260	2(4x120+TTx70)Cu	461.89	520	2.6	3.11	2(160)
L5.4. (grada)	1458	258	4x6+TTx6Cu	2.34	57	0.57	1.08	50

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

11. MEDICION GENERAL

MEDICION DE CABLES

Sección(mm ²)	Metal	Design	Polaridad	Total(m)	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
1.5	Cu	H07	Unipolar	12		
1.5	Cu	H07ZZ-F(AS)	Unipolar	322		
1.5	Cu	TT	Unipolar	167		
2.5	Cu	H07V-K	Unipolar	32		
2.5	Cu	TT	Unipolar	8		
6	Cu	RV-K	Unipolar	1992		
6	Cu	TT	Unipolar	498		
10	Cu	H07V-K	Unipolar	248		
10	Cu	H07V-K	Tetrapolar	8		

10	Cu	TT	Unipolar	124
16	Cu	TT	Unipolar	36
25	Cu	H07V-K	Unipolar	72
25	Cu	TT	Unipolar	568
50	Cu	H07V-K	Unipolar	1636
50	Cu	RV-K	Unipolar	520
50	Cu	TT	Unipolar	12
70	Cu	TT	Unipolar	520
95	Cu	H07V-K	Unipolar	48
95	Cu	TT	Unipolar	15
120	Cu	RV-K	Unipolar	2080
120	Cu	TT	Unipolar	2
185	Cu	RV-K	Unipolar	60
240	Cu	RV-K	Unipolar	8

MEDICION DE TUBOS.

Diámetro(mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
20	8		
25	108		
50	510		
63	40		
75	30		
110	130		
160	520		

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Mag/Bip.	10		11		
Mag/Tetr.	10		2		
Mag/Tetr.	16		2		
Mag/Tetr.	25		2		
Mag/Bip.	40		8		
I.Aut/Bip.	100		1		
I.Aut/Tetr.	100		4		
I.Aut/Bip.	160		1		
I.Aut/Tetr.	160		2		
I.Aut/Bip.	250		1		
I.Aut/Tetr.	250		2		
I.Aut/Tetr.	630		3		

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Diferen./Bipo.	A	25	30	11		
Diferen./Tetr.	AC	25	30	3		
Diferen./Tetr.	A	25	30	3		
Diferen./Bipo.	A	40	30	8		
Relé y Transf.	A	100	30	1		
Relé y Transf.	AC	100	300	2		
Relé y Transf.	A	160	30	1		
Relé y Transf.	A	160	300	1		
Relé y Transf.	A	250	30	1		
Relé y Transf.	AC	250	300	1		
Relé y Transf.	A	630	300	1		
Relé y Transf.	AC	630	500	1		

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción Intens(A) Cantidad Pu(Euros) Ptotal(Euros)

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción Intens(A) Cantidad Pu(Euros) Ptotal(Euros)

MEDICION DE PROTECCIONES LINEA GENERAL ALIMENTACION Y DERIVACION INDIVIDUAL.

Descripción Intens(A) P.Corte (kA) Cantidad Pu(Euros) Ptotal(Euros)

Fusibles	1000		3		
I.Aut/Tetr.	1000		1		

MEDICION POR SUBCUADROS

CUADRO GENERAL.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
I.Aut/Tetr.	100		2		
I.Aut/Tetr.	160		1		
I.Aut/Tetr.	250		1		
I.Aut/Tetr.	630		1		
I.Aut/Tetr.	1000		1		
			Subtotal aparatos:	6	
			Subtotal elementos:	24	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Relé y Transf.	AC	100	300	2		
Relé y Transf.	A	160	300	1		
Relé y Transf.	AC	250	300	1		
Relé y Transf.	AC	630	500	1		
				Subtotal aparatos:	5	
				Subtotal elementos:	0	

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 11
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 24

L1 (Oficina).

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Mag/Bip.	10		1		
I.Aut/Bip.	160		1		
I.Aut/Tetr.	160		1		
			Subtotal aparatos:	3	
			Subtotal elementos:	8	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Diferen./Bipo.	A	25	30	1		
Relé y Transf.	A	160	30	1		

Subtotal aparatos: 2
 Subtotal elementos: 2

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 5
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 10

L2 (BAR).

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	--------------	----------	-----------	---------------

Mag/Bip.	10		1		
I.Aut/Bip.	250		1		
I.Aut/Tetr.	250		1		

Subtotal aparatos: 3
 Subtotal elementos: 8

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-------	-----------	------------------	----------	-----------	---------------

Diferen./Bipo.	A	25	30	1		
Relé y Transf.	A	250	30	1		

Subtotal aparatos: 2
 Subtotal elementos: 2

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 5
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 10

L3 (vestuarios).

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	--------------	----------	-----------	---------------

Mag/Bip.	10		8		
----------	----	--	---	--	--

Mag/Bip.	40	8
I.Aut/Tetr.	100	1
	Subtotal aparatos:	17
	Subtotal elementos:	36

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Diferen./Bipo.	A	25	30	8		
Diferen./Bipo.	A	40	30	8		
		Subtotal aparatos:	16			
		Subtotal elementos:	32			

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 33
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 68

L4 (cabezal).

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Mag/Bip.	10		1		
Mag/Tetr.	16		1		
Mag/Tetr.	25		2		
I.Aut/Bip.	100		1		
I.Aut/Tetr.	100		1		
		Subtotal aparatos:	6		
		Subtotal elementos:	20		

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Diferen./Bipo.	A	25	30	1		
Diferen./Tetr.	AC	25	30	3		
Relé y Transf.	A	100	30	1		
		Subtotal aparatos:	5			
		Subtotal elementos:	14			

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 11
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 34

L5 (Iluminación).

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	--------------	----------	-----------	---------------

Mag/Tetr.	10		2		
Mag/Tetr.	16		1		
I.Aut/Tetr.	630		2		
			Subtotal aparatos:	5	
			Subtotal elementos:	20	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-------	-----------	------------------	----------	-----------	---------------

Diferen./Tetr.	A	25	30	3		
Relé y Transf.	A	630	300	1		
				Subtotal aparatos:	4	
				Subtotal elementos:	12	

MEDICION DE RELES TERMICOS.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	----------	-----------	---------------

TOTAL APARATOS CUADRO: 9
 TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 32

12. Pliego condiciones eléctricas.

Condiciones Facultativas

1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.
2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.
3. VERIFICACION DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.
6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.
7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA.
9. FALTAS DE PERSONAL.
10. CAMINOS Y ACCESOS.
11. REPLANTEO.
12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.
13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.
14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.
15. AMPLIACION DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.
16. PRORROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.
17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.
19. OBRAS OCULTAS.
20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.
21. VICIOS OCULTOS.
22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.
23. MATERIALES NO UTILIZABLES.
24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.
25. LIMPIEZA DE OBRAS.
26. DOCUMENTACION FINAL DE OBRA.
27. PLAZO DE GARANTIA.
28. CONSERVACION DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.
29. DE LA RECEPCION DEFINITIVA.
30. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTIA.
31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

Condiciones Económicas

1. COMPOSICION DE LOS PRECIOS UNITARIOS.
2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.
3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.
5. DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.
6. ACOPIO DE MATERIALES.
7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.
8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.
9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.
10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.
11. PAGOS.
12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACION CON RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACION DE LAS OBRAS.
13. DEMORA DE LOS PAGOS.
14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.
15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.
16. SEGURO DE LAS OBRAS.
17. CONSERVACION DE LA OBRA.
18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

1. CONDICIONES GENERALES.

2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

3. CONDUCTORES.

3.1. MATERIALES.

3.2. DIMENSIONADO.

3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

4. CAJAS DE EMPALME.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

6.1. CUADROS ELECTRICOS.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

6.3. GUARDAMOTORES.

6.4. FUSIBLES.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

6.6. SECCIONADORES.

6.7. EMBARRADOS.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

8. RECEPTORES A MOTOR.

9. PUESTAS A TIERRA.

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.

11. CONTROL.

12. SEGURIDAD.

13. LIMPIEZA.

14. MANTENIMIENTO.

15. CRITERIOS DE MEDICION.

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Facultativas.

1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.

- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.

- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.

- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.

- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de

obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar

las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de

acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.

- Suscribir el certificado final de la obra.

2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o

autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del

estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas

preventivas,

velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de

seguridad e higiene en el trabajo.

- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.

- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que

se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o

prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por

las normas de aplicación.

- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones

que se practiquen en el mismo.

- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que

preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

9. FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

10. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

11. REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

19. OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

21. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

23. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en

el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

27. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Condiciones Económicas

1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los

imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

6. ACOPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el

Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

11. PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

13. DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora

de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

16. SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

1. CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.

- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo agua	2	Contra gotas de verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables

o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua agua cayendo tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de verticalmente cuando el sistema de
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador

- Resistencia a las cargas suspendidas 0 No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio canal. precabl. ordinarias)	2	+ 90 °C (+ 60 °C
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos polvo	5	Protegido contra el
- Resistencia a la penetración del agua el agua en forma de lluvia - metálicos	3 2	Protegido contra Resistencia a la corrosión de tubos Protección interior y exterior media
y compuestos		
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua agua cayendo tubos está inclinado 15º	2	Contra gotas de verticalmente cuando el sistema de
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior mediana y exterior elevada y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador

- | | | |
|--|---|--------|
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 2 | Ligera |
|--|---|--------|

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión 750 N	NA	250 N / 450 N /
- Resistencia al impacto Normal	NA	Ligero / Normal /
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua forma de lluvia	3	Contra el agua en
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección

interior y exterior media

y compuestos

- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá

convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una

capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que

no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los

cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN

ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>	<u>£ 16 mm</u>	<u>> 16 mm</u>
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas Continuidad eléctrica/aislante	Aislante	
- Resistencia a la penetración a 2 de objetos sólidos	4	No inferior
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.

- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.

- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.

- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.

- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.

- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las

uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del

proyecto).

- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que

admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u> <u>Resistencia de aislamiento (MW)</u>	<u>Tensión ensayo</u>	<u>corriente continua (V)</u>
MBTS o MBTP	250	³ 0,25
£ 500 V	500	³ 0,50
> 500 V	1000	³ 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización

(receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de

tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

6.1. CUADROS ELECTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los

cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal

y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;

- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las

etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

8. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior

a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.

- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.

- eje: de acero duro.

- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.

- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).

- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.

- velocidad de rotación de la máquina accionada.

- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).

- clase de protección (IP 44 o IP 54).

- clase de aislamiento (B o F).

- forma constructiva.

- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.

- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.

- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparacerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia dle motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

9. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras

partes metálicas.

9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo mecánicamente</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido</u>
Protegido contra la corrosión Galvanizado	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero
No protegido contra la corrosión Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ²

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección</u>
<u>(mm²)</u>	

Sf ≤ 16	Sf
16 < Sf ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.

- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visulamente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.

- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo,

debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

11. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

12. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de

la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.

- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.

- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.

- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.

- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

13. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

14. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

15. CRITERIOS DE MEDICION.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 22

Instalación de fontanería y A.C.S.

Índice Anejo 22

1.	Introducción.	7
2.	Normativa aplicable.	7
3.	Materiales utilizados	7
4.	Cálculo y dimensionado.	8
4.1.	Red de fontanería.	8
4.1.1.	Condiciones mínimas de suministro.....	8
4.1.2.	Tramos	9
4.1.3.	Factor de fricción.....	9
4.1.4.	Pérdidas de carga	10
4.1.5.	Montantes e instalación interior	10
4.1.6.	Comprobación de la presión.	11
4.1.7.	Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace	12
4.2.	Redes de A.C.S.....	13
4.2.1.	Redes de impulsión	13
4.2.2.	Redes de retorno	13
4.2.3.	Aislamiento térmico	14
4.2.4.	Dilatadores	14
4.3.	Equipos, elementos y dispositivos de la instalación	14
4.3.1.	Contadores	14
4.3.2.	Acometidas	15
4.3.3.	Tubos de alimentación	15
4.4.	Instalaciones particulares	15

4.4.1. Instalaciones particulares.....	17
5. Condiciones de ejecución.....	20
5.1. Ejecución.....	20
5.1.1. Redes de tuberías	20
5.1.2. Accesorios	24
5.1.3. Sistemas de medición del consumo. Contadores	24
5.1.4. Contadores individuales aislados.....	25
5.1.5. Sistemas de control de presión.....	25
5.1.6. Montaje de los filtros	26
5.1.7. Puesta en servicio.....	27
5.1.8. Pruebas y ensayos de las instalaciones	27
5.1.9. Pruebas particulares de las instalaciones de A.C.S.	28
5.1.10. Productos de construcción.....	28
5.1.11. Incompatibilidades	30
5.1.12. Mantenimiento y conservación.....	32
5.1.13. Nueva puesta en servicio	32
5.1.14. Mantenimiento de las instalaciones	32

Índice de tablas

Tabla 1: Condiciones mínimas de suministro.....	8
Tabla 2: Diámetros mínimos de derivaciones.....	12
Tabla 3: Diámetros mínimos de alimentación.	13
Tabla 4: Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.....	14
Tabla 5: Cálculo hidráulico de la acometida.....	15
Tabla 6: Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.....	17
Tabla 7: Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.	19
Tabla 8: Cálculo hidráulico de las bombas de circulación.....	19

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Esquema colocación de equipos sanitarios. Alzado.	12
---	----

1. Introducción.

En este anejo se va a describir, calcular y dimensionar la red de agua potable del edificio de servicios objeto de este proyecto. Esta red pretende abastecer los elementos sanitarios para consumo y los distintos servicios la edificación.

Para su cálculo se ha utilizado el programa informático CYPE 2.016.O en la versión para estudiantes.

En los planos siguientes se puede consultar toda la información gráfica referente a este anejo:

- Plano Nº 19.1 "Instalación de fontanería. Planta"
- Plano Nº 19.2 "Instalación de fontanería. Esquema"
- Plano Nº 19.3 "Instalación de fontanería. Vista 3D"

2. Normativa aplicable.

Para el diseño de la red se ha considerado la normativa vigente:

- R. D. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE núm. 171 del 18 de julio.
- CTE HS 4 Código Técnico de Edificación, Condiciones de Salubridad, parte 4: Suministro de agua

3. Materiales utilizados

Acometidas

- Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 1,05 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

Tubos de alimentación

- Instalación de alimentación de agua potable de 0,56 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Instalaciones particulares

- Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 16 mm (2.89 m), 20 mm (2.20 m), 25 mm (5.20 m), 32 mm (5.69 m), 40 mm (9.58 m), 50 mm (29.54 m), 63 mm (26.43 m).

4. Cálculo y dimensionado.

4.1. Red de fontanería.

4.1.1. Condiciones mínimas de suministro

Tabla 1: Condiciones mínimas de suministro.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (l/s)	Q _{min} A.C.S. (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Lavabo	0.10	0.065	15
Ducha	0.20	0.100	15

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Inodoro con cisterna	0.10	-	15
Fregadero doméstico	0.20	0.100	15
Grifo en garaje	0.20	-	15
Lavavajillas industrial	0.25	0.200	15
Abreviaturas utilizadas			
Qmin AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	Pmin	Presión mínima
Qmin A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 35 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

4.1.2. Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

4.1.3. Factor de fricción

siendo:

e: Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

4.1.4. Pérdidas de carga

siendo:

Re: Número de Reynolds

e: Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

4.1.5. Montantes e instalación interior

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0.50 y 1.00 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 1.50 m/s.
- obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.1.6. Comprobación de la presión.

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.

- se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

4.1.7. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

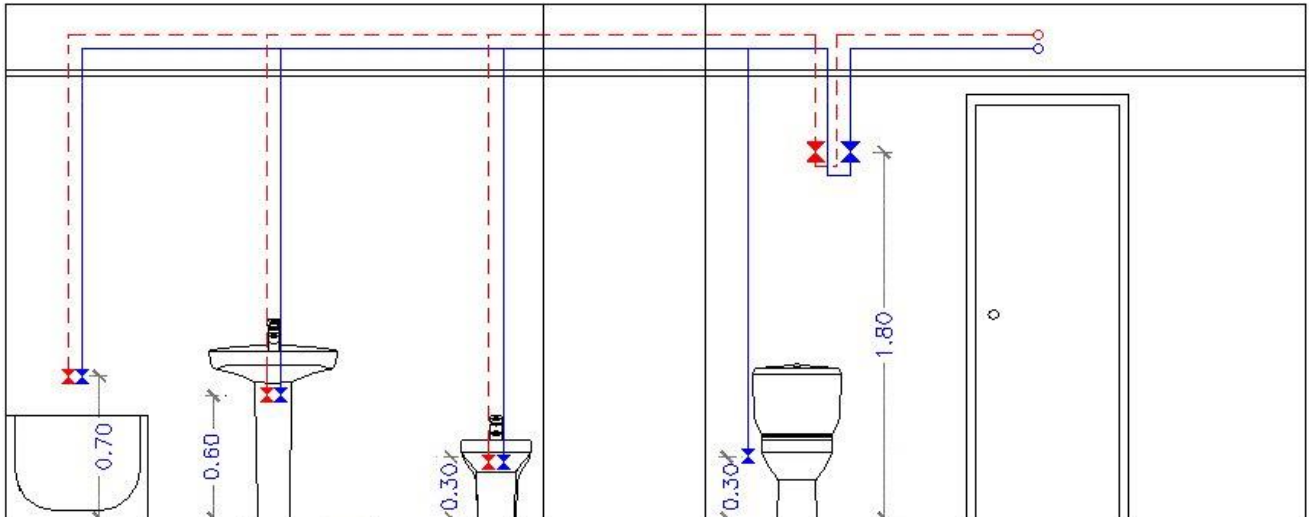


Ilustración 1: Esquema colocación de equipos sanitarios. Alzado.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Tabla 2: Diámetros mínimos de derivaciones.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabo	---	16
Ducha	---	16
Inodoro con cisterna	---	16
Fregadero doméstico	---	16
Grifo en garaje	---	16
Lavavajillas industrial	---	20

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Tabla 3: Diámetros mínimos de alimentación.

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

4.2. Redes de A.C.S.

4.2.1. Redes de impulsión

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

4.2.2. Redes de retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4: Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.

Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 ^{1/4}	1100
1 ^{1/2}	1800
2	3300

4.2.3. Aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

4.2.4. Dilatadores

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

4.3. Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

4.3.1. Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

Dimensionado

4.3.2. Acometidas

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Tabla 5: Cálculo hidráulico de la acometida.

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	1.05	1.25	10.45	0.20	2.14	0.30	28.00	32.00	3.47	0.58	29.50	28.62
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

4.3.3. Tubos de alimentación

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
2-3	0.56	0.67	10.45	0.20	2.14	-0.30	41.90	40.00	1.55	0.04	24.62	24.37
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

4.4. Instalaciones particulares

4.4.1. Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según ISO 15875-2

Tabla 6: Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	22.42	26.90	10.45	0.20	2.14	2.75	51.40	63.00	1.03	0.62	24.37	21.00
4-5	Instalación interior (F)	0.38	0.45	9.80	0.21	2.07	0.00	51.40	63.00	1.00	0.01	21.00	20.99
5-6	Instalación interior (F)	3.64	4.36	9.10	0.22	1.99	0.00	51.40	63.00	0.96	0.09	20.99	20.90
6-7	Instalación interior (F)	0.33	0.40	8.80	0.22	1.95	0.00	40.80	50.00	1.49	0.02	20.90	20.88
7-8	Instalación interior (F)	0.36	0.43	7.40	0.24	1.78	0.00	40.80	50.00	1.36	0.02	20.88	20.85
8-9	Instalación interior (F)	7.66	9.20	7.00	0.25	1.73	0.00	40.80	50.00	1.32	0.45	20.85	20.41
9-10	Instalación interior (F)	0.16	0.19	5.60	0.27	1.53	0.00	40.80	50.00	1.17	0.01	20.41	20.40
10-11	Instalación interior (F)	7.97	9.57	5.20	0.28	1.47	0.00	40.80	50.00	1.13	0.35	20.40	20.05
11-12	Instalación interior (F)	7.39	8.86	4.90	0.29	1.43	0.00	40.80	50.00	1.09	0.30	20.05	19.75
12-13	Instalación interior (F)	0.64	0.76	4.77	0.29	1.40	0.00	40.80	50.00	1.07	0.03	19.75	19.72
13-14	Instalación interior (F)	0.20	0.24	4.07	0.32	1.29	0.00	40.80	50.00	0.98	0.01	19.72	19.72
14-15	Instalación interior (F)	4.82	5.79	3.92	0.32	1.26	0.00	40.80	50.00	0.97	0.16	19.72	19.56
15-16	Instalación interior (F)	4.90	5.89	2.28	0.41	0.93	-2.75	32.60	40.00	1.12	0.28	19.56	22.03
16-17	Instalación interior (C)	4.67	5.61	2.28	0.41	0.93	2.75	32.60	40.00	1.12	0.27	21.03	18.01
17-18	Instalación interior (C)	5.60	6.72	1.13	0.55	0.62	0.00	26.20	32.00	1.15	0.44	18.01	17.57
18-19	Instalación interior (C)	0.09	0.10	0.87	0.61	0.53	0.00	26.20	32.00	0.98	0.01	17.57	17.57
19-20	Instalación interior (C)	0.35	0.42	0.70	0.66	0.46	0.00	20.40	25.00	1.42	0.06	17.57	17.01
20-21	Cuarto húmedo (C)	1.53	1.83	0.70	0.66	0.46	0.00	20.40	25.00	1.42	0.24	17.01	16.77
21-22	Cuarto húmedo (C)	1.11	1.34	0.60	0.70	0.42	0.00	20.40	25.00	1.29	0.15	16.77	16.62
22-23	Cuarto húmedo (C)	1.10	1.32	0.50	0.75	0.37	0.00	20.40	25.00	1.14	0.12	16.62	16.51
23-24	Cuarto húmedo (C)	1.10	1.32	0.40	0.80	0.32	0.00	20.40	25.00	0.98	0.09	16.51	16.42
24-25	Cuarto húmedo (C)	1.09	1.31	0.30	0.87	0.26	0.00	16.20	20.00	1.27	0.19	16.42	16.23
25-26	Cuarto húmedo (C)	1.11	1.33	0.20	0.96	0.19	0.00	16.20	20.00	0.93	0.11	16.23	16.12
26-27	Puntal (C)	2.89	3.47	0.10	1.00	0.10	-1.65	12.40	16.00	0.83	0.32	16.12	17.45

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
Abreviaturas utilizadas													
T_{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D_{int}	Diámetro interior						
L_r	Longitud medida sobre planos					D_{com}	Diámetro comercial						
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)					v	Velocidad						
Q_b	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P_{ent}	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)					P_{sal}	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Du): Ducha													

2.2.3.2.- Producción de A.C.S.

Tabla 7: Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q _{cal} (l/s)
Llave de abonado	Acumulador auxiliar de A.C.S.	1.00
	Acumulador auxiliar de A.C.S.	0.93
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

2.2.3.3.- Bombas de circulación

Tabla 8: Cálculo hidráulico de las bombas de circulación.

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q _{cal} (l/s)	P _{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.05	0.64
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P _{cal}	Presión de cálculo
Q _{cal}	Caudal de cálculo		

2.2.4.- Aislamiento térmico

- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 29 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 19,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.

5. Condiciones de ejecución.

5.1. Ejecución

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

5.1.1. Redes de tuberías

Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua suministrada respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE EN 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protecciones

- Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpen la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos y curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 'Incompatibilidad de materiales'.

Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el apartado 'Incompatibilidad de los materiales y el agua'.

- Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

- Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

- Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando, en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

- Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el Documento Básico HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones, estarán situados en zonas comunes;
- a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y a su lugar de instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades comprendidas entre 1,5 y 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

5.1.2. Accesorios

- Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Las grapas y abrazaderas serán siempre de fácil montaje y desmontaje, además de actuar como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

- Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas, se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

5.1.3. Sistemas de medición del consumo. Contadores

Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

5.1.4. Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

5.1.5. Sistemas de control de presión

Ejecución y montaje del reductor de presión

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.

Se instalarán libres de presiones y preferiblemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.

Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión, debe disponerse en su lado de salida, como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que, por un cierre incompleto del reductor, serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

5.1.6. Montaje de los filtros

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados.

En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.

Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores

Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.

Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

Montaje de los equipos de descalcificación

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador y del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.

Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instalará delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de A.C.S. de la serie, como especifica la norma UNE 112076:2004.

5.1.7. Puesta en servicio

5.1.8. Pruebas y ensayos de las instalaciones

Pruebas de las instalaciones interiores

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá en funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:2004;
- para las tuberías termoplásticas y multicapa se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al método A descrito en la norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

5.1.9. Pruebas particulares de las instalaciones de A.C.S.

En las instalaciones de preparación de A.C.S. se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;
- obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;
- comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;
- medición de temperaturas de la red;
- con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3°C a la de salida del acumulador.

5.1.10. Productos de construcción

Condiciones generales de los materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- serán resistentes a la corrosión interior;
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

3.3.2.- Condiciones particulares de los materiales

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según norma UNE 19 047:1996;
- tubos de cobre, según norma UNE EN 1 057:1996;
- tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19 049-1:1997;
- tubos de fundición dúctil, según norma UNE EN 545:1995;
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según norma UNE-EN ISO 1452:2010;
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según norma UNE EN ISO 15877:2004;
- tubos de polietileno (PE), según norma UNE EN 12201:2003;
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 15875:2004;
- tubos de polibutileno (PB), según norma UNE EN ISO 15876:2004;
- tubos de polipropileno (PP), según norma UNE EN ISO 15874:2004;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según norma UNE EN ISO 21003;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 21003.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

El A.C.S. se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá, por tanto, con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, y evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

5.1.11. Incompatibilidades

Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de acero galvanizado, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 - 4.500	2.200 - 4.500
Título alcalimétrico completo	1.60 mínimo	1.60 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4.00 mínimo	-
CO ₂ libre, mg/l	30.00 máximo	15.00 máximo
CO ₂ agresivo, mg/l	5.00 máximo	-
Calcio (Ca ²⁺), mg/l	32.00 mínimo	32.00 mínimo
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), mg/l	150.00 máximo	96.00 máximo
Cloruros (Cl), mg/l	100.00 máximo	71.00 máximo
Sulfatos + Cloruros meq/l	-	3.00 máximo

Para los tubos de cobre, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7.00 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Indice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable, la calidad se seleccionará en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el acero AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el acero AISI-316.

Incompatibilidad entre materiales

– Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu⁺ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de A.C.S. de cobre colocados antes de canalizaciones de acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

5.1.12. Mantenimiento y conservación

3.4.1.- Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

5.1.13. Nueva puesta en servicio

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación, se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
- una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

5.1.14. Mantenimiento de las instalaciones

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas y unidades terminales que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 23

Instalación de saneamiento

Índice Anejo 23

1.	Introducción.....	7
2.	Normativa aplicable.....	7
3.	Materiales a utilizar.....	7
4.	Cálculos.....	7
4.1.	Red de aguas residuales.....	7
4.1.1.	Red de pequeña evacuación.....	8
4.1.2.	Ramales colectores.....	11
4.1.3.	Bajantes.....	12
4.1.4.	Colectores.....	13
4.2.	Redes de ventilación.....	14
4.2.1.	Ventilación primaria.....	14
4.2.2.	Dimensionamiento hidráulico.....	14
4.3.	Dimensionado.....	15
4.3.1.	Red de aguas residuales.....	15
5.	Condiciones de ejecución.....	18
5.1.	Ejecución.....	18
5.1.1.	Puntos de captación.....	18
5.1.2.	Redes de pequeña evacuación.....	20
5.1.3.	Bajantes y ventilación.....	21
5.1.4.	Redes de ventilación.....	22
5.1.5.	Albañales y colectores.....	22

5.2.	Puesta en servicio	26
5.2.1.	Pruebas de las instalaciones	27
5.3.	Productos de construcción	28
5.3.1.	Características generales de los materiales	28
5.3.2.	Materiales utilizados en las canalizaciones	29
5.3.3.	Materiales utilizados en los puntos de captación.....	29
5.3.4.	Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios	29
5.4.	Mantenimiento y conservación	30

Índice de tablas

Tabla 1: Red de pequeña evacuación.....	8
Tabla 2: Unidades de desagüe en función del aparato sanitario.	10
Tabla 3: Diámetro de las conducciones de saneamiento.....	12
Tabla 4: Diámetro mínimo de bajantes y tuberías verticales.....	12
Tabla 5: Diámetro de colectores.....	13
Tabla 6: Resultados para colectores.	16
Tabla 7: Resultados de arquetas.	17
Tabla 8: Diámetro de bajantes.....	21

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Esquema colocación aparatos sanitarios baño. Alzado..... 11

Ilustración 2: Esquema colocación aparatos sanitarios cocina. Alzado. 11

1. Introducción.

El objeto de este anejo es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de evacuación de aguas, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento de la Exigencia Básica HS 5 Evacuación de aguas del CTE.

La información gráfica referida a este anejo se puede encontrar en los planos que se enuncian a continuación:

- Plano Nº 20.1 "Instalación saneamiento. Planta"
- Plano Nº 20.2 "Instalación de fontanería. Vista 3D"

2. Normativa aplicable

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el Documento Básico HS Salubridad, así como la norma de cálculo UNE EN 12056 y las normas de especificaciones técnicas de ejecución UNE EN 752 y UNE EN 476.

3. Materiales a utilizar

Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación, empotrada en paramento, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

4. Cálculos.

4.1. Red de aguas residuales.

4.1.1. Red de pequeña evacuación.

Tabla 1: Red de pequeña evacuación.

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
17-18	0.60	133.76	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
18-19	0.34	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
25-26	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
28-29	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
34-35	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
37-38	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
44-45	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
47-48	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
49-50	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
52-53	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
62-63	0.75	14.41	7.00	110	3.29	1.00	3.29	23.14	2.23	104	110
63-64	2.08	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
63-65	0.02	101.60	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
65-66	1.13	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
67-68	2.08	7.09	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
73-74	2.08	5.43	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
75-76	2.10	4.56	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
75-77	0.85	1.98	10.00	110	4.70	1.00	4.70	47.19	1.20	104	110
77-78	2.09	3.76	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
77-79	1.85	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
79-80	2.09	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
72-81	1.13	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
70-82	2.10	6.20	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
69-83	1.13	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
61-84	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
60-85	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
59-86	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
58-87	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
57-88	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
56-89	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
55-90	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
54-91	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
51-92	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
46-93	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
43-94	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
42-95	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
41-96	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
40-97	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
39-98	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
36-99	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
33-100	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50

32-101	1.20	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
31-102	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
30-103	1.20	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
27-104	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
24-105	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
23-106	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
22-107	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
21-108	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
20-109	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
16-110	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
15-111	0.60	137.90	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
111-112	0.32	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
14-113	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
13-114	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
12-115	0.95	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
11-116	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
10-117	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
9-118	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
8-119	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
7-120	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50
6-121	0.92	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
132-133	0.86	1.98	10.00	110	4.70	1.00	4.70	47.19	1.20	104	110
133-134	1.84	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
134-135	2.17	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
133-136	2.17	3.69	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
132-137	2.17	4.48	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
131-138	2.17	5.27	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
130-139	1.03	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
129-140	2.17	6.07	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
128-141	1.03	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
127-142	2.17	6.79	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
125-143	0.74	15.88	7.00	110	3.29	1.00	3.29	22.59	2.30	104	110
143-144	2.17	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104	110
143-145	0.02	137.50	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
145-146	1.03	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
125-147	7.00	1.76	12.00	125	5.64	1.00	5.64	44.09	1.20	119	125
147-148	1.32	2.00	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44	50
148-149	0.56	2.00	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44	50
147-150	0.59	6.35	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44	50
124-151	0.92	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34	40
122-152	1.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44	50

Abreviaturas utilizadas

L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
D _{min}	Diámetro nominal mínimo	D _{int}	Diámetro interior comercial
Qb	Caudal bruto	D _{com}	Diámetro comercial
K	Coefficiente de simultaneidad		

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tabla 2: Unidades de desagüe en función del aparato sanitario.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Fregadero doméstico	3	6	40	50
Fregadero industrial	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Lavavajillas doméstico	3	6	40	50
Lavadora doméstica	3	6	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

Los diámetros indicados en la tabla son válidos para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 m.

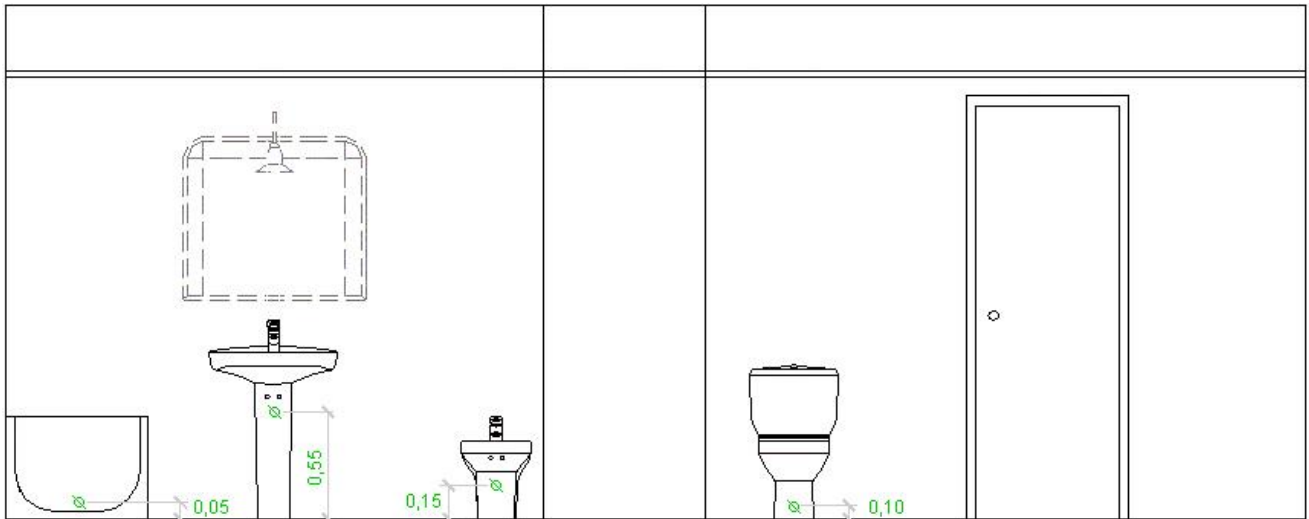


Ilustración 1: Esquema colocación aparatos sanitarios baño. Alzado

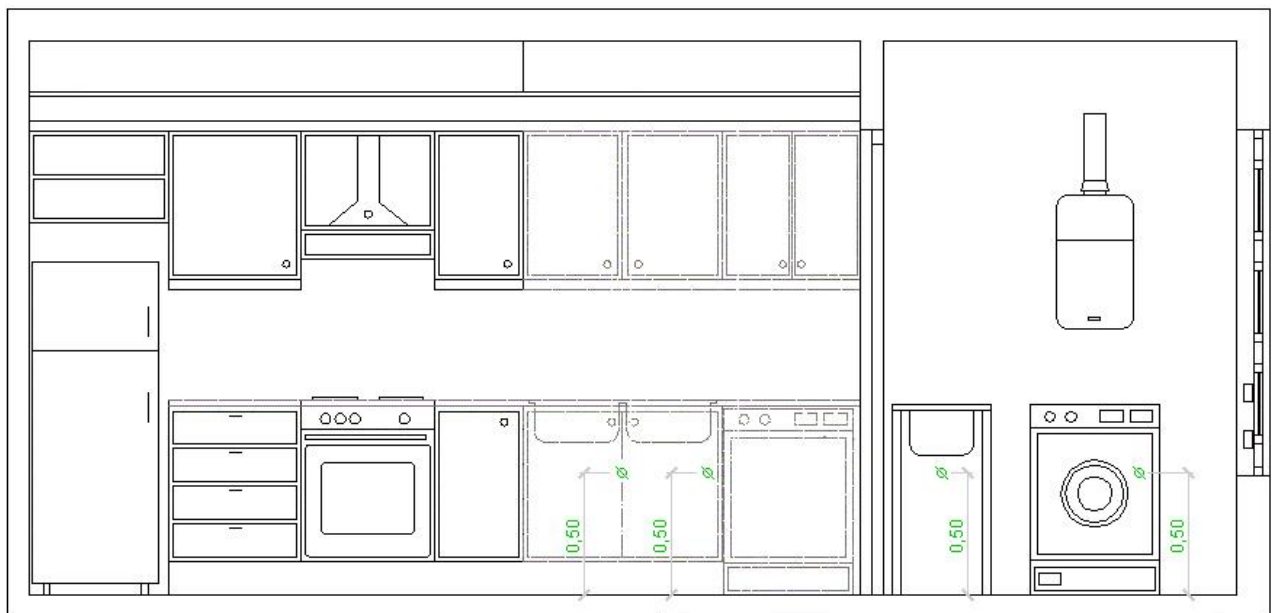


Ilustración 2: Esquema colocación aparatos sanitarios cocina. Alzado.

4.1.2. Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

Tabla 3: Diámetro de las conducciones de saneamiento.

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

4.1.3. Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

Tabla 4: Diámetro mínimo de bajantes y tuberías verticales.

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD's, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9

75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	2240	1120	400
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

4.1.4. Colectores

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

Tabla 5: Diámetro de colectores.

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200

315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.5 (CTE DB HS 5), garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

4.2. Redes de ventilación

4.2.1. Ventilación primaria

La ventilación primaria tiene el mismo diámetro que el de la bajante de la que es prolongación, independientemente de la existencia de una columna de ventilación secundaria. Se mantiene así la protección del cierre hidráulico.

4.2.2. Dimensionamiento hidráulico

El caudal se ha calculado mediante la siguiente formulación:

- Residuales (UNE-EN 12056-2)

siendo:

Q_{tot} : caudal total (l/s)

Q_{ww} : caudal de aguas residuales (l/s)

Q_c : caudal continuo (l/s)

Q_p : caudal de aguas residuales bombeado (l/s)

siendo:

K: coeficiente por frecuencia de uso

Sum(UD): suma de las unidades de descarga

Las tuberías horizontales se han calculado con la siguiente formulación:

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Manning:

siendo:

Q: caudal (m^3/s)

n: coeficiente de manning

A: área de la tubería ocupada por el fluido (m^2)

R_h : radio hidráulico (m)

i: pendiente (m/m)

Las tuberías verticales se calculan con la siguiente formulación:

Residuales

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Dawson y Hunter:

siendo:

Q: caudal (l/s)

r: nivel de llenado

D: diámetro (mm)

4.3. Dimensionado

4.3.1. Red de aguas residuales

Acometida 1

Tabla 6: Resultados para colectores.

Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	0.75	2.00	220.00	160	103.40	0.12	12.45	45.77	1.54	152	160
2-3	2.32	2.00	220.00	160	103.40	0.12	12.45	45.05	1.54	154	160
3-4	0.04	2.00	220.00	160	103.40	0.12	12.45	45.05	1.54	154	160
4-5	3.73	2.00	220.00	160	103.40	0.12	12.45	45.05	1.54	154	160
5-6	0.55	2.00	162.00	160	76.14	0.13	10.27	40.47	1.46	154	160
6-7	0.22	2.00	160.00	160	75.20	0.14	10.23	40.40	1.46	154	160
7-8	1.11	2.00	157.00	160	73.79	0.14	10.14	40.18	1.46	154	160
8-9	1.09	2.00	154.00	160	72.38	0.14	10.04	39.97	1.45	154	160
9-10	1.11	2.00	151.00	160	70.97	0.14	9.94	39.75	1.45	154	160
10-11	1.09	2.00	148.00	160	69.56	0.14	9.84	39.53	1.44	154	160
11-12	0.23	2.00	145.00	160	68.15	0.14	9.74	39.31	1.44	154	160
12-13	0.87	2.00	143.00	160	67.21	0.14	9.70	39.23	1.44	154	160
13-14	0.13	2.00	140.00	160	65.80	0.15	9.60	39.01	1.43	154	160
14-15	1.13	2.00	138.00	160	64.86	0.15	9.56	38.93	1.43	154	160
15-16	0.13	2.00	136.00	160	63.92	0.15	9.53	38.85	1.43	154	160
16-17	0.87	2.00	133.00	160	62.51	0.15	9.42	38.62	1.43	154	160
17-20	0.22	2.00	131.00	160	61.57	0.15	9.39	38.54	1.43	154	160
20-21	1.10	2.00	128.00	160	60.16	0.15	9.28	38.31	1.42	154	160
21-22	1.14	2.00	125.00	160	58.75	0.16	9.18	38.07	1.42	154	160
22-23	1.06	2.00	122.00	160	57.34	0.16	9.07	37.82	1.41	154	160
23-24	1.11	2.00	119.00	160	55.93	0.16	8.96	37.57	1.41	154	160
24-25	0.22	2.00	116.00	160	54.52	0.16	8.84	37.32	1.40	154	160
25-27	0.88	2.00	114.00	160	53.58	0.16	8.81	37.24	1.40	154	160
27-28	0.12	2.00	111.00	160	52.17	0.17	8.70	36.98	1.40	154	160
28-30	2.04	2.00	109.00	160	51.23	0.17	8.66	36.90	1.39	154	160
30-31	1.54	2.00	107.00	160	50.29	0.17	8.62	36.82	1.39	154	160
31-32	2.44	2.00	104.00	160	48.88	0.17	8.51	36.55	1.39	154	160
32-33	1.54	2.00	102.00	160	47.94	0.18	8.47	36.48	1.39	154	160
33-34	1.57	2.00	99.00	160	46.53	0.18	8.36	36.20	1.38	154	160
34-36	0.14	2.00	97.00	160	45.59	0.18	8.32	36.13	1.38	154	160
36-37	0.87	2.00	94.00	160	44.18	0.19	8.20	35.85	1.37	154	160
37-39	0.24	2.00	92.00	160	43.24	0.19	8.17	35.77	1.37	154	160
39-40	1.10	2.00	89.00	160	41.83	0.19	8.05	35.49	1.37	154	160
40-41	1.10	2.00	86.00	160	40.42	0.20	7.93	35.20	1.36	154	160
41-42	1.09	2.00	83.00	160	39.01	0.20	7.80	34.90	1.35	154	160
42-43	1.11	2.00	80.00	160	37.60	0.20	7.68	34.60	1.35	154	160
43-44	0.21	2.00	77.00	160	36.19	0.21	7.55	34.29	1.34	154	160
44-46	0.88	2.00	75.00	160	35.25	0.21	7.52	34.22	1.34	154	160
46-47	0.13	2.00	72.00	160	33.84	0.22	7.38	33.90	1.33	154	160
47-49	1.13	2.00	70.00	160	32.90	0.22	7.36	33.84	1.33	154	160
49-51	0.14	2.00	68.00	160	31.96	0.23	7.33	33.78	1.33	154	160
51-52	0.87	2.00	65.00	160	30.55	0.24	7.20	33.46	1.33	154	160
52-54	0.23	2.00	63.00	160	29.61	0.24	7.18	33.41	1.32	154	160
54-55	1.11	2.00	60.00	160	28.20	0.25	7.05	33.09	1.32	154	160
55-56	1.09	2.00	57.00	160	26.79	0.26	6.92	32.76	1.31	154	160
56-57	1.11	2.00	54.00	160	25.38	0.27	6.78	32.42	1.30	154	160

57-58	1.10	2.00	51.00	160	23.97	0.28	6.65	32.09	1.30	154	160
58-59	0.22	2.00	48.00	160	22.56	0.29	6.51	31.74	1.29	154	160
59-60	0.89	2.00	46.00	160	21.62	0.30	6.52	31.76	1.29	154	160
60-61	0.13	2.00	43.00	160	20.21	0.32	6.39	31.43	1.28	154	160
61-62	3.27	2.00	41.00	160	19.27	0.33	6.42	31.52	1.28	154	160
62-67	0.10	2.00	34.00	160	15.98	0.38	6.04	30.52	1.26	154	160
67-69	0.15	2.00	29.00	160	13.63	0.41	5.56	29.26	1.23	154	160
69-70	0.72	2.00	27.00	160	12.69	0.45	5.68	29.56	1.24	154	160
70-71	0.02	2.00	22.00	160	10.34	0.50	5.17	28.18	1.21	154	160
71-72	0.27	2.00	22.00	160	10.34	0.50	5.17	28.18	1.21	154	160
72-73	0.56	2.00	20.00	160	9.40	0.58	5.43	28.89	1.22	154	160
73-75	0.86	2.03	15.00	160	7.05	0.71	4.99	27.55	1.20	154	160
5-122	0.32	243.10	58.00	160	27.26	0.28	7.56	10.47	7.33	154	160
122-123	0.07	2.00	55.00	160	25.85	0.29	7.46	34.09	1.34	154	160
123-124	0.07	2.00	55.00	160	25.85	0.29	7.46	34.09	1.34	154	160
124-125	1.77	2.00	53.00	160	24.91	0.30	7.51	34.21	1.34	154	160
125-126	0.11	10.75	34.00	160	15.98	0.38	6.04	19.98	2.29	154	160
126-127	0.06	2.00	34.00	160	15.98	0.38	6.04	30.52	1.26	154	160
127-128	0.06	2.00	29.00	160	13.63	0.41	5.56	29.26	1.23	154	160
128-129	0.73	2.00	27.00	160	12.69	0.45	5.68	29.56	1.24	154	160
129-130	0.29	2.00	22.00	160	10.34	0.50	5.17	28.18	1.21	154	160
130-131	0.56	2.00	20.00	160	9.40	0.58	5.43	28.89	1.22	154	160
131-132	0.86	2.03	15.00	160	7.05	0.71	4.99	27.55	1.20	154	160

Abreviaturas utilizadas

L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad ($Q_b \times k$)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
D_{min}	Diámetro nominal mínimo	D_{int}	Diámetro interior comercial
Q_b	Caudal bruto	D_{com}	Diámetro comercial
K	Coficiente de simultaneidad		

Acometida 1

Tabla 7: Resultados de arquetas.

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
3	1.06	2.43	160	80x80x100 cm
4	1.56	2.30	160	125x125x145 cm
5	1.41	2.00	160	125x125x140 cm
12	1.19	2.00	160	125x125x135 cm
36	7.54	2.00	160	100x100x120 cm
70	3.61	2.00	160	80x80x90 cm
71	1.79	2.28	160	60x60x50 cm

94	7.65	2.00	160	60x60x75 cm
95	1.83	2.28	160	60x60x50 cm
118	8.15	2.00	160	60x60x60 cm
119	1.82	4.34	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

5. Condiciones de ejecución

5.1. Ejecución

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará de acuerdo al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

5.1.1. Puntos de captación

Válvulas de desagüe

- Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y de juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.
- Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.
- En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

Sifones individuales y botes sifónicos

- Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en el que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjado sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.
- Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.
- La distancia máxima, en proyección vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón, será igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- Los sifones individuales se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos, a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, en cada caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el lavabo.
- No se permite la instalación de sifones antisucción, ni de cualquier otro tipo que, por su diseño, pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.
- No se conectarán desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.
- Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.
- La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- El diámetro de los botes sifónicos será, como mínimo, de 110 mm.
- Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones, con boya flotador, y serán desmontables para acceder al interior. Asimismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.
- No se permite la conexión al sifón de otros aparatos, además del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

Calderetas o cazoleas y sumideros

- La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50% mayor que la sección de la bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, planas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.
- Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.
- Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas como en terrazas y garajes, son de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm². El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo 'brida' de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.
- El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo de hasta 90 mm.
- El sumidero sifónico se dispone a una distancia de la bajante no superior a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera un espesor de 15 cm de hormigón de formación de pendientes. Su diámetro es superior a 1.5 veces el diámetro de la bajante a la que acomete.

5.1.2. Redes de pequeña evacuación

- Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.
- Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.
- Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, éstos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- Las tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

- Los pasos a través de forjados, o de cualquier otro elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.
- Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

5.1.3. Bajantes y ventilación

Bajantes

- Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas será de 15 veces el diámetro, tomando la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Tabla 8: Diámetro de bajantes.

Diámetro de la bajante	Distancia (m)
40	0.4
50	0.8
63	1.0
75	1.1
110	1.5
125	1.5
160	1.5

- Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia, dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
- En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.

- Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenando el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.
- Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado, no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
- A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.
- En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

5.1.4. Redes de ventilación

- Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.
- En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.
- Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación quedará fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de dos por tubo y con distancias máximas de 150 cm.

5.1.5. Albañales y colectores

Red horizontal colgada

- El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia no menor que 1 m a ambos lados.
- Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
- En los cambios de dirección se situarán codos a 45°, con registro roscado.
- La separación entre abrazaderas es función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
 - en tubos de PVC, y para todos los diámetros, 0,3 cm
 - en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm
- Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,5 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
- Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.
- En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.
- La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

Red horizontal enterrada

- La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

- Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de éste, para impedir que funcione como ménsula.
- Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
 - para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa
 - para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivo.
- Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo, tales como disponer mallas de geotextil.

Zanjas

- Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.
- Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán, de forma general, las siguientes medidas.

Zanjas para tuberías de materiales plásticos

- Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,6 m.
- Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.
- Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena o grava), o tierra exenta de piedras, de un grueso mínimo de $10 + \text{diámetro exterior}/10$ cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

- La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres

- Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes:
- El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.
- Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, de diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

Protección de las tuberías de fundición enterradas

- En general, se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos.
- Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:
 - baja resistividad: valor inferior a 1.000 W x cm
 - reacción ácida: $\text{pH} < 6$
 - contenido en cloruros superior a 300 mg por kg de tierra
 - contenido en sulfatos superior a 500 mg por kg de tierra
 - indicios de sulfuros
 - débil valor del potencial redox: valor inferior a +100 mV
- En este caso, se podrá evitar su acción mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno.

- En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificador y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de anchura.
- La protección de la tubería se realizará durante su montaje, mediante un primer tubo de PE que servirá de funda al tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud, aproximadamente, que hará de funda de la unión.

Elementos de conexión de las redes enterradas

- Arquetas

- Si son fabricadas "in situ", podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, apoyada sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor, y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.
- Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumidero tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.
- En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.
- Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

- Pozos

- Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo, de 1 pie de espesor, que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

5.2. Puesta en servicio

5.2.1. Pruebas de las instalaciones

Pruebas de estanqueidad parcial

- Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.
- No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.
- Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.
- En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.
- Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.
- Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.

Pruebas de estanqueidad total

- Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes, según las prescripciones siguientes.

Prueba con agua

- La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.
- La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.
- Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.
- Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.

- Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.
- La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna unión acuse pérdida de agua.

Prueba con aire

- La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
- Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.

Prueba con humo

- La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.
- Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor.
- La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.
- Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.
- El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de ± 250 Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.
- La prueba se considerará satisfactoria si no se detecta presencia de humo ni olores en el interior del edificio.

5.3. Productos de construcción

5.3.1. Características generales de los materiales

De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán las siguientes:

- Resistencia a la agresividad de las aguas a evacuar.

- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

5.3.2. Materiales utilizados en las canalizaciones

Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- Tuberías de fundición según las normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000.
- Tuberías de PVC según las normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN ISO 1452-1:2010, UNE EN 1566-1:1999.
- Tuberías de polipropileno 'PP' según la norma UNE EN 1852-1:1998.
- Tuberías de hormigón según la norma UNE 127010:1995 EX.

5.3.3. Materiales utilizados en los puntos de captación

Sifones

- Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm.

Calderetas

- Podrán ser de cualquier material que reúna las condiciones de estanqueidad, resistencia y perfecto acoplamiento a los materiales de cubierta, terraza o patio.

5.3.4. Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios

Cumplirán las siguientes condiciones:

- Cualquier elemento, metálico o no, que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá, en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se disponga.
- Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.
- Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
- Cuando se trate de bajantes de material plástico, se intercalará un manguito de plástico entre la abrazadera y la bajante.
- Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

5.4. Mantenimiento y conservación

- Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro y bombas de elevación.
- Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
- Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos, cuando éste exista.
- Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales, para evitar malos olores. Igualmente se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 24

Movimiento de tierras

Índice:

1.	Introducción.	7
2.	Metodología empleada.	7
3.	Caracterización de los movimientos de tierras.	8
3.1.	Excavaciones.	8
3.1.1.	Conducciones enterradas sistema de riego.	8
3.1.2.	Conducciones enterradas red de drenaje.	9
3.1.3.	Conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.	10
3.1.4.	Excavación pozo subterráneo.	11
3.1.5.	Excavación arqueta de bombeo.	11
3.1.6.	Excavación suelo parcela.	12
3.1.7.	Excavación para zapatas y zunchos.	12
3.2.	Rellenos.	13
3.2.1.	Relleno conducciones enterradas sistema de riego.	13
3.2.2.	Relleno conducciones enterradas red de drenaje.	14
3.2.3.	Relleno suelo para pavimentar.	14
4.	Cubicación de los movimientos de tierra.	18
4.1.	Excavaciones.	18
4.1.1.	Eliminación tierra vegetal parcela.	18
4.1.2.	Excavación conducciones enterradas sistema de riego.	18
4.1.3.	Excavación conducciones enterradas red de drenaje.	18
4.1.4.	Excavación conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.	19

4.1.5.	Excavación pozo subterráneo.....	20
4.1.6.	Excavación arqueta de bombeo.	20
4.1.7.	Excavación zapatas y zunchos.	20
4.2.	Rellenos.....	21
4.2.1.	Relleno conducciones enterradas sistema de riego.....	21
4.2.2.	Relleno conducciones enterradas red de drenaje.....	22
4.2.3.	Relleno conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.	22
	Las arquetas donde se colocan los imbornales no requieren de relleno.....	23
4.2.4.	Relleno suelo pavimentado.	23
4.2.5.	Relleno suelo superficie vegetal.....	23
5.	Resumen necesidades excavación y relleno.....	24

Índice de tablas.

Tabla 1: Tipo de terreno para zanjas 1.	9
Tabla 2: Tipo de terreno para zanjas 2.	10
Tabla 3: Tipo de terreno para zanjas 3.	10
Tabla 4: Tipo de terreno para zanja 4.	11
Tabla 5: Tipo de terreno para zanjas 5.	12
Tabla 6: tipo de terreno para zanjas 6.	12
Tabla 7: Necesidades de excavación para cimentaciones.	12
Tabla 8: Curva granulométrica recomendada.	15
Tabla 9: Material a utilizar en el pedraplén.	15
Tabla 10: Necesidades de excavación para conducciones de riego.	18
Tabla 11: Necesidades de excavación para red de evacuación red de drenaje terreno de juego.	19
Tabla 12: Necesidades de excavación líneas de la red de aguas pluviales.	19
Tabla 13: Necesidades de excavación colectores de la red de aguas pluviales.	20
Tabla 14: Necesidades de excavación depósito subterráneo.	20
Tabla 15: Necesidades de excavación arqueta de bombeo.	20
Tabla 16: Necesidades de excavación para cimentaciones y zunchos.	21
Tabla 17: Necesidades de relleno para conducciones de riego.	21
Tabla 18: Tipo de relleno en red de drenaje.	22
Tabla 19: Necesidades de relleno en red de drenaje.	22
Tabla 20: Necesidades de relleno en red de evcuación de aguas pluviales. Lineas.	23

Tabla 21: Necesidades de relleno en red de evacuación de aguas pluviales. Colectores.
.....23

Tabla 22: Tipo de relleno superficie vegetal.24

Tabla 23: Resumen excavaciones y rellenos.....24

1. Introducción.

El objetivo del presente anejo es el estudio del movimiento de tierras originado por las obras del recinto deportivo en el TM de Massamagrell. Como objetivos principales se enuncian los siguientes:

- Establecer la clasificación de las excavaciones.
- Cuantificar el volumen del material de excavación a extraer.
- Establecer las necesidades de préstamos y vertederos. Se identificarán los más aconsejables y los volúmenes necesarios en cada caso.
- Analizar y optimizar la totalidad del movimiento de tierras que deberá realizarse en la obra. Para ello, se consideran procedimientos de excavación y transporte, y sus costes, las distancias de transporte y los cánones de explotación de préstamos y de formación de vertederos.

Las cubicaciones que de este anejo se obtengan se utilizarán en el capítulo de mediciones que corresponda del presupuesto para determinar el importe económico de estos trabajos.

2. Metodología empleada.

La metodología empleada para la obtención de los volúmenes de desmonte como de terraplén es la denominada de perfiles transversales de reconocidas ventajas frente a las demás metodologías (cotas rojas, cuadrículas...)

Las formulas empleadas para la cubicación, en función del tipo de superficie a tratar entre perfiles consecutivos, son las siguientes.

Volumen de excavación

$$V_E = \alpha \cdot L \cdot H \cdot a$$

Donde:

- α : Tipo de terreno (%)
- L : Longitud del tramo (m)
- H : Profundidad (m)
- a : Anchura (m)

Volumen relleno (según el tipo de material)

- o Volumen cama de asiento con material granular

$$V_{Arena} = L \cdot H \cdot a$$

- Volumen relleno material seleccionado.

$$V_{T.selec} = L \cdot H \cdot a - (L_{tub} \cdot A_{tub})$$

Transporte a vertedero

$$V_{vert} = L_{tub} \cdot A_{tub}$$

Donde:

- a : Tipo de terreno (%)
- L : Longitud del tramo (m)
- H : Profundidad (m)
- a : Anchura (m)

3. Caracterización de los movimientos de tierras.

3.1. Excavaciones.

A continuación, se explican los distintos tipos de excavaciones que son requeridos en la parcela para poder ejecutar las distintas partes de la obra total.

3.1.1. Conducciones enterradas sistema de riego.

Para la instalación enterrada de las conducciones se procederá a la excavación de zanjas de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de la misma.

Para los ramales de la red de distribución, el ancho mínimo de las zanjas a excavar deberá guardar una separación entre las paredes laterales y la tubería de 5 cm. Por tanto, la anchura mínima será $\geq \phi + 0,05$ m. Para facilitar los cálculos de cubicaciones, las zanjas donde únicamente exista una tubería, al no superar ninguno el DN100, tendrán una anchura de 0,20 m y la misma profundidad de 0,5 que las demás zanjas.

En el caso de separar más de una tubería en la misma zanja, la separación entre los tubos será también como mínimo la máxima separación a la pared de la zanja que deban tener dicho tubos.

Las profundidades de estas zanjas serán de 0,5 m, asegurando que la a generatriz superior de la tubería quede a un mínimo de 0,25 de la superficie del terreno.

Para evitar tramos horizontales en las conducciones, y reducir al mínimo el número de cambios de pendiente en las mismas, se ha trazado la rasante del fondo de las zanjas, se muestra en los posteriores listados..

Para la determinación de la naturaleza de los materiales a excavar en las zanjas, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para este tipo de zanjas, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 1: Tipo de terreno para zanjas 1.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	0	20	80

3.1.2. Conducciones enterradas red de drenaje.

Para la instalación enterrada de las conducciones de drenaje y colectores se procederá a la excavación de zanjas de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de la misma.

Para los ramales de la red de distribución, el ancho mínimo de las zanjas a excavar deberá guardar una separación entre las paredes laterales y la tubería de 10 cm. Por tanto, la anchura mínima será $\geq \phi + 0,1$ m.

En el caso de separar más de una tubería en la misma zanja, la separación entre los tubos será también como mínimo la máxima separación a la pared de la zanja que deban tener dicho tubos.

Las profundidades de estas zanjas serán de 0,5 m, asegurando que la a generatriz superior de la tubería quede a un mínimo de 0,25 de la superficie del terreno.

Para la determinación de la naturaleza de los materiales a excavar en las zanjas, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.

- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para este tipo de zanjas, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 2: Tipo de terreno para zanjas 2.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	0	20	80

3.1.3. Conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.

Para la instalación enterrada de la red de recogida de aguas pluviales en la parcela se procederá a la excavación de zanjas de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de la misma.

Para las conducciones de esta red, el ancho mínimo de las zanjas a excavar deberá guardar una separación entre las paredes laterales y la tubería de 20 cm. Por tanto, la anchura mínima será $\geq \phi + 0,2$ m.

En el caso de separar más de una tubería en la misma zanja, la separación entre los tubos será también como mínimo la máxima separación a la pared de la zanja que deban tener dicho tubos.

Las profundidades de estas zanjas estarán comprendidas entre 0,5 m, para las más superficiales y 2 m para las más profundas en función de la pendiente que toque en cada caso.

Para la determinación de la naturaleza de los materiales a excavar en las zanjas, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para este tipo de zanjas, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 3: Tipo de terreno para zanjas 3.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	10	50	30

3.1.4. Excavación pozo subterráneo.

Para la ejecución del pozo subterráneo se procederá a la excavación de una apertura en el suelo, de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de la misma.

Las dimensiones de la misma serán de 10,3 m de anchura, 10,3 m de longitud y 4,95 m de profundidad tomando las cotas desde la superficie.

Para la determinación de la naturaleza en esta zona, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para esta zona, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 4: Tipo de terreno para zanja 4.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	20	70	10

3.1.5. Excavación arqueta de bombeo.

Para la ejecución de la arqueta de bombeo se procederá a la excavación de una apertura en el suelo, de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de la misma.

Las dimensiones de la misma serán de 5,10 m de anchura, 5,10 m de longitud y 5,10 m de profundidad tomando las cotas desde la superficie.

Para la determinación de la naturaleza en esta zona, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para esta zona, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 5: Tipo de terreno para zanjas 5.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	0	20	80

3.1.6. Excavación suelo parcela.

El resto de superficie de la parcela que no forma parte del campo de fútbol, requiere de un cambio de suelo en sus primeros 47 cm. El suelo que actualmente existe no es apto para pavimentar la zona como se pretende. Por ello, se va a retirar esta capa de suelo de toda la parcela con el fin de cambiarla por una que posteriormente se nombrara en el apartado de *Rellenos*.

La superficie a retirar es de 17.820 m², exactamente la superficie catastral de la parcela y la profundidad a retirar es de 0,47 m.

Para la determinación de la naturaleza en esta zona, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para esta zona, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tabla 6: tipo de terreno para zanjas 6.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	20	70	10

3.1.7. Excavación para zapatas y zunchos.

Será necesario, a la hora de instalar las cimentaciones correspondientes a las construcciones del edificio de servicios, cabezal de riego y grada realizar un desmonte para la colocación de las cimentaciones y zunchos.

Las características de las zapatas y zunchos donde se requiere excavación son las siguientes:

Tabla 7: Necesidades de excavación para cimentaciones.

Edificación	Excavación	Dimensiones	Número
-------------	------------	-------------	--------

Servicios	Zapata extremo	2 x 2 x 1,4	34
	Zapata central	2,2 x 2,2 x 1,4	17
	Zuncho	3,25 x 0,4 x 0,3	82
Cabezal	Zapata extremo	2 x 2 x 1,4	6
	Zapata central	2,2 x 2,2 x 1,4	3
	Zuncho	3,25 x 0,4 x 0,3	12

Para la determinación de la naturaleza en esta zona, se ha elaborado un estudio geotécnico para el que se han realizado varias catas en diferentes puntos, se han clasificado en:

- Excavación en terreno blando o disgregado, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación de terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.

De forma global, para esta zona, se han considerado los siguientes porcentajes de cada uno de los materiales a excavar.

Tipo terreno	Roca	Compacto	Flojo
Porcentaje (%)	20	70	10

Una vez excavado y nivelado el terreno de las zapatas y zunchos, se procederá a la adición de una capa de hormigón de limpieza de 5 cm del tipo:

HL – 150/B/20

3.2. Rellenos

Se consideran diferentes tipos de rellenos en función de la zona de la parcela que se tenga que rellenar. A continuación, se explica en cada uno de los puntos cuales son las necesidades de relleno en cada zona.

3.2.1. Relleno conducciones enterradas sistema de riego.

Una vez abierta y rasanteada la zanja, y limpio y compacto el fondo de la misma, se procederá a la extensión de una cama de material granular (arena Ø1) sin compactar, para conformar el asiento de la tubería de 5 cm.

Una vez instalada la tubería, se realizará un primer relleno de zanja con el material que quedará en contacto con la tubería. Atendiendo a las recomendaciones realizadas en el estudio geotécnico, la naturaleza extremadamente plástica de la tierra retirada de la parcela la hace completamente desaconsejable para este relleno. Es por ello que este relleno se realizará en dos capas mediante máquina:

- 13 cm de grava $\phi 3$ donde queda envuelta la conducción.
- 33 cm de arena $\phi 0/1$, siendo este el suelo de la capa de enraizamiento.

A continuación, se indican las características geométricas (espesores) de cada uno de estos tipos de relleno:

- o Altura de la cama de asiento con material granular: 0,05 m
- o Altura de relleno en contacto con la tubería: 0,45 m

3.2.2. Relleno conducciones enterradas red de drenaje.

Una vez abierta y rasanteada la zanja, y limpio y compacto el fondo de la misma, se procederá a la extensión de una cama de material granular (arena $\phi 1$) sin compactar, para conformar el asiento de la tubería de 5 cm.

Una vez instalada la tubería, se realizará un primer relleno de zanja con el material que quedará en contacto con la tubería. Atendiendo a las recomendaciones realizadas en el estudio geotécnico, la naturaleza extremadamente plástica de la tierra retirada de la parcela la hace completamente desaconsejable para este relleno. Es por ello que este relleno se realizará en dos capas mediante máquina:

- 13 cm de grava $\phi 3$ donde queda envuelta la conducción.
- 33 cm de arena $\phi 0/1$, siendo este el suelo de la capa de enraizamiento.

A continuación, se indican las características geométricas (espesores) de cada uno de estos tipos de relleno:

- o Altura de la cama de asiento con material granular: 0,05 m
- o Altura de relleno en contacto con la tubería: 0,45 m

3.2.3. Relleno suelo para pavimentar.

Este apartado se hace siguiendo la normativa especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) publicado por el Ministerio de Fomento siguiendo exactamente el artículo 330.

Los materiales pétreos a emplear procederán de la excavación de la explanación. Excepcionalmente, los materiales pétreos podrán proceder también de préstamos. Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Serán rocas adecuadas para pedraplenes las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable, compactas y estables frente a la acción de los agentes externos y, en particular, frente al agua. Se consideran rocas estables frente al agua aquellas que, según NLT 255, sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad, según NLT 260, para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras. El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar materiales para pedraplenes, cuando así lo aconseje la experiencia local. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

La granulometría deberá seguir los siguientes estándares de calidad:

- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz 20 UNE será inferior al treinta por ciento (30%).
- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz 0,080 UNE será inferior al diez por ciento (10%).
- El tamaño máximo será como mínimo de cien milímetros (100 mm) y como máximo de novecientos milímetros (900 mm).

Las condiciones anteriores corresponden al material compactado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción. La curva granulométrica total una vez compactado el material se recomienda que se encuentre dentro del huso siguiente:

Tabla 8: Curva granulométrica recomendada.

Tamiz (mm)	% que pasa
220	50-100
55	25-50
14	12,5-25

A la vista de las especificaciones se coloca una primera capa de suelo con las siguientes características:

Tabla 9: Material a utilizar en el pedraplén.

Tamiz (mm)	% que pasa	Profundidad (m)
220	55	0,20
55	25	

14	20	
----	----	--

El contenido de peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

$$\frac{L + G}{2} \geq 3E$$

Donde:

- L (longitud) = separación máxima entre dos (2) planos paralelos tangentes a la partícula.
- G (grosor) = diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar la partícula.
- E (espesor) = separación mínima entre dos (2) planos paralelos tangentes a la partícula.

Los valores de L, G, y E, no deben ser necesariamente medidos en tres (3) direcciones perpendiculares entre sí.

Cuando el contenido en peso de partículas de forma inadecuada sea igual o superior al treinta por ciento (30%) sólo se podrá utilizar este material cuando se realice un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, que garantice un comportamiento aceptable.

Ejecución de las obras.

La preparación de la superficie de apoyo del pedraplén se hará del siguiente modo:

En los casos que sean indicados en el Proyecto, se extenderán materiales granulares gruesos o geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo pedraplén, se escarificará esa zona de apoyo, de acuerdo con lo previsto en Proyecto. Se compactará con las condiciones exigidas para el cimiento del relleno tipo pedraplén, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Las transiciones de desmonte a relleno tipo pedraplén tanto transversal como longitudinalmente, se realizarán de la forma más suave posible, según lo indicado en el Proyecto o, en su defecto excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no

mayor de un medio (1V:2H), que se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m), o el espesor de dos (2) tongadas.

Se nivelará y compactará la superficie al 98 % PM

Excavación carga y transporte de material

En caso necesario, después de la excavación, se procederá a la eliminación o troceo de los elementos singulares que tengan formas o dimensiones inadecuadas, según indique el Director de las Obras.

La carga de los productos de excavación y su transporte al lugar de empleo se llevará a cabo de forma que se evite la segregación del material.

Extensión de las tongadas.

Una vez preparada la base de apoyo del relleno tipo pedraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El material que se definió anteriormente se extenderá en 1 tongada de 0,35 m cumpliendo así las indicaciones de la norma donde dice que no debe ser mayor a 1,35 m ni menor a 3/2 del tamaño máximo de árido ($3/2 \cdot 22 = 33$ cm).

Compactación

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compacidades mínimas necesarias. Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del pedraplén, la granulometría del material, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo.

En este caso se utilizarán rodillos vibratorios donde, para cumplir con la norma, el peso estático del mismo debe ser inferior a 10 t.

Se nivelará y compactará la tongada de zahorra al 100 % PM.

Capa de asfalto:

Por último, una vez compactado el pedraplén se colocará una capa de aglomerado asfáltico de 12 cm. Esta capa, deberá resistir el paso de vehículos, personas y maquinaria dentro del recinto deportivo. Toda la superficie que no está ocupada por el terreno de juego, edificios o grada tendrá este tipo de suelo.

4. Cubicación de los movimientos de tierra.

4.1. Excavaciones.

Se exponen a continuación, las cubicaciones obtenidas para los distintos movimientos de tierra que se requieren en la parcela.

4.1.1. Eliminación tierra vegetal parcela.

De la parcela, antes que nada, se va a eliminar la primera capa de tierra vegetal correspondiente a los 47 cm superficiales. Esto, conociendo la superficie catastral de la misma, se obtiene un volumen de desmonte.

$$V = 17.820m^2 \cdot 0,47 m = 8.375,4 m^3$$

4.1.2. Excavación conducciones enterradas sistema de riego.

Corresponden a las zanjas que se realizan para ubicar las tuberías del sistema de riego. Existen 4 zanjas principales que se pueden consultar en el plano correspondiente al sistema de riego. Después, se han sumado todas las zonas donde solamente existe una tubería y se ha calculado como una única zanja.

Tabla 10: Necesidades de excavación para conducciones de riego.

Zanja	Tuberías	Dimensiones			Excavaciones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Franco (m ³)	Compacto (m ³)	Roca (m ³)
1	L1.2, L2	105	0,3	0,5	12,6	3,15	0
2	L1.1, L.3, T.9	105	0,4	0,5	16,8	4,2	0
3	T.5, T.6, T.7, T.10	142,5	0,75	0,5	42,75	10,69	0
4	L1.2, L.2, L.4	75	0,4	0,5	12	3	0
Resto	zanjas con una tubería	277,5	0,2	0,5	22,2	5,55	0
Total					106,35	26,59	0

Obteniéndose un volumen total de desmonte para colocar las tuberías de **133,688 m³**

4.1.3. Excavación conducciones enterradas red de drenaje.

Corresponden a las zanjas que se realizan para colocar las tuberías de la red de drenaje formadas por los tubos dren y los colectores a los que abastecen. Existen 10 tubos dren de 52,5 m que desembocan en 3 colectores de 75 m y estos a su vez en uno mayor de 105 m.

Las zanjas que se requieren para ello son las siguientes.

Tabla 11: Necesidades de excavación para red de evacuación red de drenaje terreno de juego..

Zanja	N	Dimensiones				Excavaciones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	P (%)	Franco (m ³)	Compacto (m ³)	Roca (m ³)
Drenes	20	52,5	0,2	0,71	0,4	119,28	29,82	0
C-1	1	75	0,6	1,01	0,4	36,36	9,09	0
C-2	1	75	0,7	1,01	0,4	42,42	10,61	0
C-3	1	75	0,6	1,01	0,4	36,36	9,09	0
CP	1	105	0,4	1,45	0,4	48,72	12,18	0
Total						283,14	70,79	0

Obteniéndose un volumen total de desmonte para colocar las tuberías de **355,275 m³**

4.1.4. Excavación conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.

Corresponden a las zanjas que se realizan para colocar las tuberías de la red evacuación de aguas pluviales formadas por tubos de PVC de distintos diámetros y los colectores a los que abastecen. Existen 7 líneas por donde se evacua el agua a partir de los imbornales, y 3 colectores que llevan el agua hasta el depósito de almacenamiento subterráneo. Todos ellos con pendientes de 0,4 %.

Las necesidades de excavación para las líneas y las arquetas donde se colocan los imbornales son:

Tabla 12: Necesidades de excavación líneas de la red de aguas pluviales.

Línea	Nº imbornales	Largo m	Ancho m	Alto m	Volumen m ³
1	11	125,18	0,5	0,5	31,30
2	11	113,18	0,5	0,5	28,30
3	11	121,41	0,5	0,5	30,35
4	11	121,41	0,5	0,5	30,35
5	11	120,93	0,5	0,5	30,23
6	9	96,93	0,5	0,5	24,23
7	9	96,93	0,5	0,5	24,23
Total					198,99
Arquetas	67	0,48	0,21	0,5	3,38
Total					202,37

Obteniéndose un volumen total de desmonte para colocar las tuberías y las arquetas de **202,37 m³**

Por otro lado, las necesidades de excavación para los 3 colectores donde desembocan las líneas son:

Tabla 13: Necesidades de excavación colectores de la red de aguas pluviales.

Colector	Nº imbornales	Largo m	Ancho m	Alto m	Volumen m ³
C1	L1+L2+L7+6 imbornales	49,05	0,7	1,00	34,34
C2	L3+L4+4 imbornales	49,05	0,6	1,00	29,43
C3	L5+L6+5 imbornales	20,08	0,6	1,00	12,05
Total					75,81

Obteniéndose un volumen total de desmonte para colocar los colectores de **75,81 m³**

4.1.5. Excavación pozo subterráneo.

La excavación del pozo subterráneo, al ser el mismo un cubo, se va a requerir un volumen de extracción tal que:

Tabla 14: Necesidades de excavación depósito subterráneo.

Zanja	Dimensiones			Excavaciones		
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Franco (m ³)	Compacto (m ³)	Roca (m ³)
Depósito	10,3	10,3	4,95	52,51	367,60	105,03

Obteniéndose un volumen total de desmonte para el depósito de **525,14 m³**

4.1.6. Excavación arqueta de bombeo.

La excavación de la arqueta de bombeo, al tratarse de un cubo, se va a requerir un volumen de extracción tal que:

Tabla 15: Necesidades de excavación arqueta de bombeo.

Zanja	Dimensiones			Excavaciones		
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Franco (m ³)	Compacto (m ³)	Roca (m ³)
Depósito	5,1	5,1	4,8	12,48	87,39	24,97

Obteniéndose un volumen total de desmonte para la arqueta de **124,84 m³**

4.1.7. Excavación zapatas y zunchos.

Tabla 16: Necesidades de excavación para cimentaciones y zunchos.

Edificio	Zanja	N	Dimensiones			Excavaciones		
			Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Franco (m ³)	Compacto (m ³)	Roca (m ³)
Servicios	Zapatas extremos	34	2	2	1,4	19,04	133,28	38,08
	Zapatas centrales	17	2,2	2,2	1,4	11,52	80,63	23,04
	Zunchos	82	3,25	0,4	0,3	3,20	22,39	6,40
Cabezal	Zapatas extremos	6	2	2	1,4	3,36	23,52	6,72
	Zapatas centrales	3	2,2	2,2	1,4	2,03	14,23	4,07
	Zunchos	12	3,25	0,4	0,3	0,47	3,28	0,94
Grada	Zapata corrida	20	7	1	0,5	7,00	49,00	14,00
Total						46,62	326,33	93,24

Obteniéndose un volumen total de desmonte para las cimentaciones de **466,19 m³**

4.2. Rellenos.

4.2.1. Relleno conducciones enterradas sistema de riego.

En estas zanjas se rellena con tres tipos de material: la cama de la tubería, que es una arena de $\phi 1$ con una altura de 0,05 m, el que está en contacto con la tubería, que es una grava de $\phi 3$ con una altura de 0,13 m y el que queda en superficie, que es una arena $\phi 0/1$ con una altura de 0,33 m. Las necesidades de relleno de cada uno para estas zanjas son:

Tabla 17: Necesidades de relleno para conducciones de riego.

Zanja	Tuberías	Dimensiones (m)					Volumen (m ³)		
		Largo	ancho	alto $\phi 1$	alto $\phi 3$	alto $\phi 0/1$	V $\phi 1$	V $\phi 3^*$	V $\phi 0/1$
1	L1.2, L2	105	0,3	0,05	0,13	0,33	1,58	3,43	10,40
2	L1.1, L.3, T.9	105	0,4	0,05	0,13	0,33	2,10	4,67	13,86
3	T.5, T.6, T.7, T.10	142,5	0,75	0,05	0,13	0,33	5,34	11,56	35,27
4	L1.2, L.2, L.4	75	0,4	0,05	0,13	0,33	1,50	3,57	9,90
Resto	zanjas con una tubería	277,5	0,2	0,05	0,13	0,33	2,78	6,97	18,32
Total						13,29	30,19	87,74	

**Se tiene en cuenta el volumen ocupado por las conducciones en el material intermedio.*

4.2.2. Relleno conducciones enterradas red de drenaje.

En estas zanjas se rellena con tres tipos de material. Estos son los correspondientes al suelo artificial que está definido en el Anejo N° 6 "Especies vegetales y suelo artificial. Sus características son las siguientes:

Tabla 18: Tipo de relleno en red de drenaje.

Capa	Espesor (mm)	Material
Enraizamiento	250	Arena 0/1
		Partículas PP
		Compost
Sellado	100	Arena 2/4
Grava	150	Grava 5/10

Una vez se llegue a la profundidad del dren, el material que irá por debajo del mismo, en caso de requerirse, será la grava 5/10. Esta se requerirá en los casos de los colectores C-1, C-2 y C-3 y en el colector principal C-P.

Las necesidades de relleno son las siguientes:

Tabla 19: Necesidades de relleno en red de drenaje.

Zanja	N	Dimensiones (m)					Volumen (m³)		
		Largo	ancho	alto ϕ 1	alto ϕ 2/4	alto ϕ 5/10	V ϕ 1	V ϕ 2/4	V ϕ 5/10
Drenes	10	52,5	0,2	0,25	0,1	0,36	26,25	10,50	37,80
C-1	1	75	0,6	0,25	0,1	0,66	11,25	4,50	29,70
C-2	1	75	0,7	0,25	0,1	0,66	13,13	5,25	34,65
C-3	1	75	0,6	0,25	0,1	0,66	11,25	4,50	29,70
CP	1	110	0,7	0,25	0,1	1,1	19,25	7,70	84,70
Total							81,13	32,45	216,55

4.2.3. Relleno conducciones enterradas de evacuación de aguas pluviales.

Las conducciones de las aguas pluviales se rellenan con el mismo material que se extrae para hacer las zanjas. A este volumen extraído se le debe restar el volumen que ahora ocupa la conducción para sacar el volumen de relleno.

En el caso de las **líneas** el volumen de relleno sería:

Tabla 20: Necesidades de relleno en red de evacuación de aguas pluviales. Líneas.

Línea	DN mm	Largo m	Ancho m	Alto m	V. zanja m ³	V. tub. m ³	V. rell. M ³
1	250	125,18	0,5	0,5	31,295	6,15	25,15
2	250	113,18	0,5	0,5	28,295	5,56	22,74
3	250	121,41	0,5	0,5	30,3525	5,96	24,39
4	250	121,41	0,5	0,5	30,3525	5,96	24,39
5	250	120,93	0,5	0,5	30,2325	5,94	24,29
6	250	96,93	0,5	0,5	24,2325	4,76	19,47
7	250	96,93	0,5	0,5	24,2325	4,76	19,47
Total					198,9925	39,09	159,90

En el caso de los **colectores** el volumen de relleno sería:

Tabla 21: Necesidades de relleno en red de evacuación de aguas pluviales. Colectores.

Colector	DN mm	Largo m	Ancho m	Alto m	V. zanja m ³	V. tub. m ³	V. rell. M ³
C1	500	49,05	0,7	1	34,335	9,63	24,71
C2	400	49,05	0,6	1	29,43	6,16	23,27
C3	400	20,08	0,6	1	12,048	2,52	9,53
Total					75,81	18,31	57,50

Las arquetas donde se colocan los imbornales no requieren de relleno.

4.2.4. Relleno suelo pavimentado.

La superficie correspondiente al suelo pavimentado es toda la de la parcela exceptuando la correspondiente al campo de fútbol que tiene un suelo de unas características distintas. Por tanto, la superficie a rellenar en este caso es:

$$s_{pav} = 17.820 \text{ m}^2 - 105 \text{ m} \cdot 75 \text{ m} = 9.945 \text{ m}^2$$

Previamente se describieron las características que debía tener dicho suelo para poder pavimentarlo. Ahora, conociendo la altura que implica este tipo de suelo, se calcula el volumen de relleno requerido. La altura del mismo es de 30 cm. Por tanto, el volumen de este material graduado a añadir es:

$$V_{s-pav} = 9.945 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \text{ m} = 2.983,5 \text{ m}^3$$

4.2.5. Relleno suelo superficie vegetal.

En el caso del suelo donde se alberga la superficie vegetal, al tener distintas capas, se exponen las necesidades de relleno para cada una de ellas para la superficie total del terreno de juego (7.875 m²):

Tabla 22: Tipo de relleno superficie vegetal.

Capa	Espesor (mm)	Material	Volumen (m ³)
Enraizamiento	250	Arena 0/1	1.968,75
		Partículas PP	
		Compost	
Sellado	100	Arena 2/4	787,50
Grava	150	Grava 5/10	1.181,25
Total			3.937,5

5. Resumen necesidades excavación y relleno.

Tabla 23: Resumen excavaciones y rellenos.

Excavación	Volumen m ³	Relleno	Volumen m ³
Tierra vegetal	8375,4	Sistema riego	131,22
Sistema riego	132,94	Drenaje	294,58
Drenaje	353,93	Pluviales	217,4
Pluviales	278,18	Suelo pavimentado	2983,5
Pozo	525,14	Suelo campo	3937,5
Arqueta	124,84	Total	7564,2
Cimentaciones	466,19		
TOTAL	10256,62		

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 25

Estudio de gestión de residuos

Índice

1.	Introducción.....	7
2.	Agentes intervinientes.	7
2.1.	Identificación.....	7
2.1.1.	Productor de residuos (Promotor).....	8
2.1.2.	Poseedor de residuos (Constructor).....	8
2.1.3.	Gestor de residuos	9
2.2.	Obligaciones.	9
2.2.1.	Productor de residuos (Promotor).....	9
2.2.2.	Poseedor de residuos (Constructor).....	10
2.2.3.	Gestor de residuos.	12
3.	Normativa y legislación aplicable.	13
4.	Identificación de los residuos de construcción y demolición generador en la obra, codificados según MAM/304/2002.....	16
5.	Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.	17
6.	Medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos resultantes de la construcción y demolición de a obra.....	23
7.	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra.....	24
8.	Medidas para la separación de los residuos de construcción y demolición en obra.	29
9.	Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.	30

10. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.....	32
11. Determinación del importe de la fianza.	32

Índice de tablas

Tabla 1: Agentes principales del proyecto.	8
Tabla 2: Materiales según la orden ministerial.....	17
Tabla 3: Resultados estudio gestión de residuos.....	18
Tabla 4: Valores de peso y volumen de los residuos generados.....	20
Tabla 5: Destino de los materiales reutilizables.	25
Tabla 6: Peso de los distintos tipos de residuos generados en obra.....	29

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Volumen de RCD de Nivel II.....	21
Ilustración 2: volumen de RCD de Nivel II.....	22
Ilustración 3: Resumen volumen de RCD Nivel I y Nivel II.....	23

1. Introducción

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2. Agentes intervinientes.

2.1. Identificación.

El presente estudio corresponde al proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el término municipal de Massamagrell.

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Tabla 1: Agentes principales del proyecto.

Promotor	Ayuntamiento de Massamagrell
Proyectista	César González Pavón
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 2.336.607,25€.

2.1.1. Productor de residuos (Promotor).

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos a persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

2.1.2. Poseedor de residuos (Constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.1.3. Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

2.2. Obligaciones.

2.2.1. Productor de residuos (Promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

2.2.2. Poseedor de residuos (Constructor).

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a

entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.2.3. Gestor de residuos.

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las

responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3. Normativa y legislación aplicable.

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la legislación vigente en materia de residuos, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y

demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006

Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.

B.O.E.: 12 de julio de 2001

Corrección de errores:

Corrección de errores de la Resolución de 14 de junio de 2001

B.O.E.: 7 de agosto de 2001

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002

Modificado por:

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

B.O.E.: 26 de febrero de 2009

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

Texto consolidado. Última modificación: 7 de abril de 2015

Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat.

D.O.G.V.: 11 de octubre de 2004

Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana 2010

Dirección General para el Cambio Climático.

4. Identificación de los residuos de construcción y demolición generador en la obra, codificados según MAM/304/2002.

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Tabla 2: Materiales según la orden ministerial.

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

5. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Resultados estudio gestión de residuos.

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	0,97	17.999,07	18.481,84
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	9,443	9,443
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	6,013	5,466
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,086	0,143
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	1,50	0,002	0,001
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	10,053	4,787
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,062	0,041
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	6,752	9,003
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	2,165	3,608

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
6 Vidrio				
Vidrio.	17 02 02	1,00	0,006	0,006
7 Yeso				
Residuos no especificados en otra categoría.	06 11 99	0,90	0,047	0,052
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	0,584	0,584
8 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,121	0,202
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	3,362	2,241
Residuos biodegradables.	20 02 01	1,50	305,380	203,587
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	1,50	305,168	203,445
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,50	68,650	45,767
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	66,514	41,571
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	1.332,647	888,431
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	5,713	4,570
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	1,445	1,156
4 Piedra				
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	0,046	0,031
RCD potencialmente peligrosos				
1 Otros				

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	0,069	0,077

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados:

Tabla 4: Valores de peso y volumen de los residuos generados.

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I		
1 Tierras y pétreos de la excavación	17.999,073	18.481,840
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	9,443	9,443
2 Madera	6,013	5,466
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	10,203	4,973
4 Papel y cartón	6,752	9,003
5 Plástico	2,165	3,608
6 Vidrio	0,006	0,006
7 Yeso	0,631	0,636
8 Basuras	614,031	409,475
RCD de naturaleza pétreo		
1 Arena, grava y otros áridos	135,164	87,338
2 Hormigón	1.332,647	888,431
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	7,158	5,726
4 Piedra	0,046	0,031
RCD potencialmente peligrosos		
1 Otros	0,069	0,077

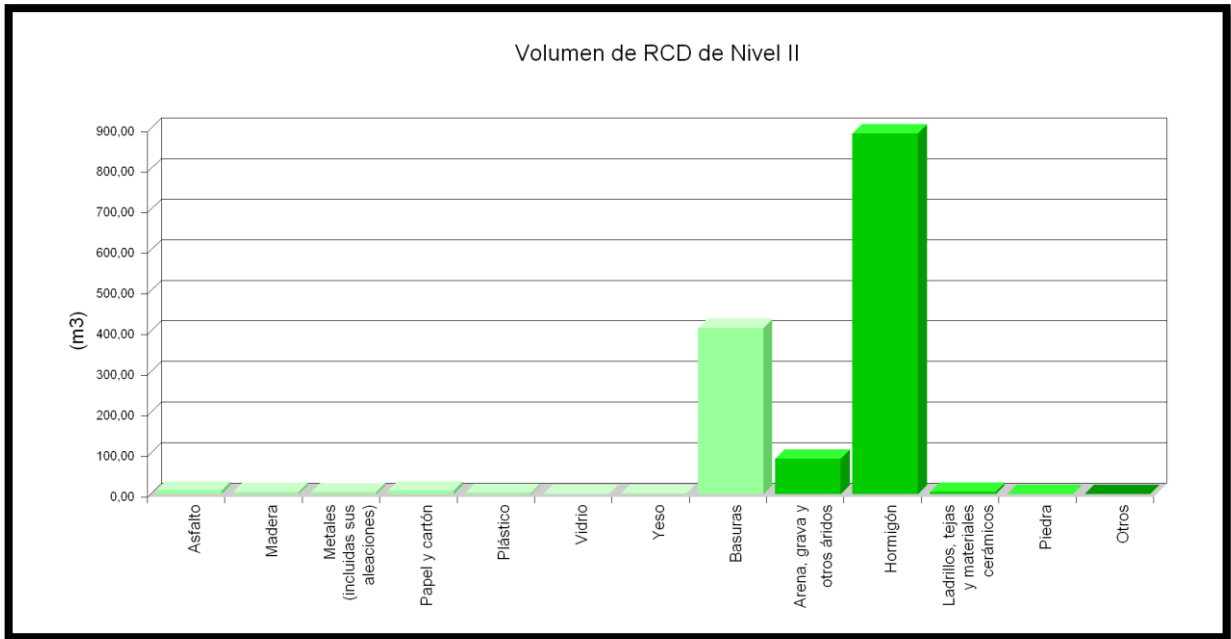


Ilustración 1: Volumen de RCD de Nivel II.

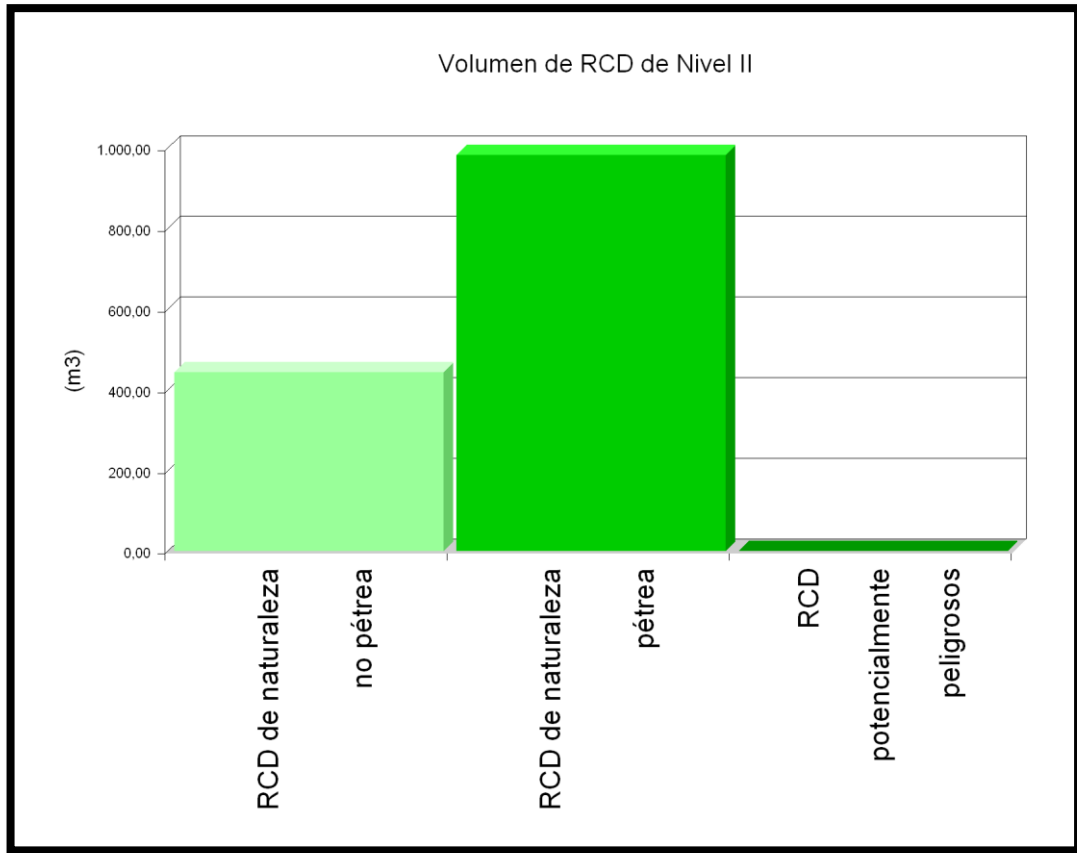


Ilustración 2: volumen de RCD de Nivel II.

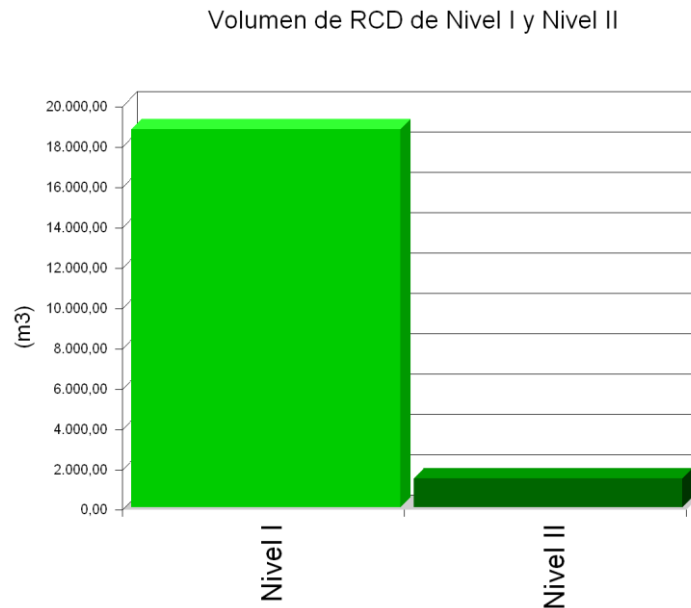


Ilustración 3: Resumen volumen de RCD Nivel I y Nivel II

6. Medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos resultantes de la construcción y demolición de a obra.

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con

el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.

- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

7. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra.

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental

de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos, en este caso la Comunitat Valenciana.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Tabla 5: Destino de los materiales reutilizables.

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volu men (m³)
RCD de Nivel I					
1 Tierras y pétreos de la excavación					
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	17.999,073	18.481,840
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	420,906	263,066
RCD de Nivel II					

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volu men (m ³)
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	9,443	9,443
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	6,013	5,466
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,086	0,143
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,002	0,001
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	10,053	4,787
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,062	0,041
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	6,752	9,003
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	2,165	3,608

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volu men (m ³)
6 Vidrio					
Vidrio.	17 02 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,006	0,006
7 Yeso					
Residuos no especificados en otra categoría.	06 11 99	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP's	0,047	0,052
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,584	0,584
8 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,121	0,202
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP's	3,362	2,241
Residuos biodegradables.	20 02 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	305,38	203,58
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	305,16	203,44
RCD de naturaleza pétreo					
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	68,650	45,767
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	66,514	41,571

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volu men (m ³)
2 Hormigón					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	1.332,647	888,431
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	5,713	4,570
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	1,445	1,156
4 Piedra					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	0,046	0,031
RCD potencialmente peligrosos					
1 Otros					
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,069	0,077
<p><i>Notas:</i></p> <p><i>RCD: Residuos de construcción y demolición</i></p> <p><i>RSU: Residuos sólidos urbanos</i></p> <p><i>RNPs: Residuos no peligrosos</i></p> <p><i>RPs: Residuos peligrosos</i></p>					

8. Medidas para la separación de los residuos de construcción y demolición en obra.

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

Tabla 6: Peso de los distintos tipos de residuos generados en obra.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	1.332,647	80,00	OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	7,158	40,00	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	10,203	2,00	OBLIGATORIA
Madera	6,013	1,00	OBLIGATORIA
Vidrio	0,006	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	2,165	0,50	OBLIGATORIA
Papel y cartón	6,752	0,50	OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

9. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.

10. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Subcapítulo	TOTAL (€)
TOTAL	44.530,07

11. Determinación del importe de la fianza.

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³
- Importe mínimo de la fianza: 40.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):**2.336.607,25€****A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA**

Tipología	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	18.481,84	4,00		
Total Nivel I			60.000,00 ⁽¹⁾	2,57
A.2. RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza pétreo	981,53	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	442,61	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,08	10,00		
Total Nivel II			14.242,12 ⁽²⁾	0,61
Total			74.242,12	3,18
<i>Notas:</i>				
<i>(1) Entre 40,00€ y 60.000,00€.</i>				
<i>(2) Como mínimo un 0.2 % del PEM.</i>				

B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN

Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	3.504,91	0,15

TOTAL:**77.747,03€****3,33**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DEPORTIVA DE
CAMPO DE FÚTBOL EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE MASSAMAGRELL

Anejo 26

Plan de obra

Documentos Anejo 26

Cronograma diario de mano de obra.

Cronograma diario de maquinaria

Detalle de plan de pagos

Diagrama de tiempos y actividades

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de mano de obra (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	1/09/17	2/09/17	3/09/17	4/09/17
mo003	Oficial 1ª electricista.				
mo004	Oficial 1ª				
mo005	Oficial 1ª instalador de climatización.				
mo006	Oficial 1ª instalador de redes y equipos de d...				
mo008	Oficial 1ª fontanero.				
mo011	Oficial 1ª montador.				
mo017	Oficial 1ª carpintero.				
mo018	Oficial 1ª cerrajero.				
mo019	Oficial 1ª construcción.				
mo020	Oficial 1ª construcción.	0.275 h 1 Uds			0.275 h 1 Uds
mo021	Oficial 1ª construcción en trabajos de albañi...				
mo023	Oficial 1ª soldador.				
mo024	Oficial 1ª alicatador.				
mo030	Oficial 1ª aplicador de productos aislantes.				
mo032	Oficial 1ª aplicador de productos impermea...				
mo035	Oficial 1ª escayolista.				
mo038	Oficial 1ª pintor.				
mo040	Oficial 1ª jardinero.				
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.				
mo042	Oficial 1ª estructurista.				
mo043	Oficial 1ª ferrallista.				
mo044	Oficial 1ª encofrador.				
mo045	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puest...				
mo046	Oficial 1ª montador de estructura prefabrica...				
mo047	Oficial 1ª montador de estructura metálica.				
mo054	Oficial 1ª montador de aislamientos.				
mo055	Oficial 1ª cristalero.				
mo058	Ayudante carpintero.				
mo059	Ayudante cerrajero.				
mo061	Ayudante soldador.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	1/09/17	2/09/17	3/09/17	4/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.	0.72 h 1 Uds			0.72 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...	0.72 h 1 Uds			0.72 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	1/09/17	2/09/17	3/09/17	4/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	0.41 h 1 Uds			0.41 h 1 Uds
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	5/09/17	6/09/17	7/09/17	8/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...		61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...		26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				2.461 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...		0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				36.914 h 5 Uds
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				10.828 h 2 Uds
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				24.117 h 4 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.	0.72 h 1 Uds			
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...	0.72 h 1 Uds			
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	5/09/17	6/09/17	7/09/17	8/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	0.41 h 1 Uds			
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...		0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	9/09/17	10/09/17	11/09/17	12/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...			0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...			77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...			61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...			26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.			2.461 h 1 Uds	2.461 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...			0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...			36.914 h 5 Uds	36.914 h 5 Uds
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...			10.828 h 2 Uds	10.828 h 2 Uds
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...			24.117 h 4 Uds	24.117 h 4 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	9/09/17	10/09/17	11/09/17	12/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...			0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	13/09/17	14/09/17	15/09/17	16/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds	
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds	
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds	
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...	26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds	
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	2.461 h 1 Uds	2.461 h 1 Uds	2.461 h 1 Uds	
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds	
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...	36.914 h 5 Uds	36.914 h 5 Uds	36.914 h 5 Uds	
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	10.828 h 2 Uds	10.828 h 2 Uds	10.828 h 2 Uds	
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	24.117 h 4 Uds	24.117 h 4 Uds	24.117 h 4 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	13/09/17	14/09/17	15/09/17	16/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...	0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds	
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	17/09/17	18/09/17	19/09/17	20/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		0.018 h 1 Uds	0.018 h 1 Uds	
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		77.942 h 10 Uds	77.942 h 10 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...		61.892 h 8 Uds	61.892 h 8 Uds	
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...		26.155 h 4 Uds	26.155 h 4 Uds	
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				71.872 h 9 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.		2.461 h 1 Uds	2.461 h 1 Uds	
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...		0.045 h 1 Uds	0.045 h 1 Uds	
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...		36.914 h 5 Uds	36.914 h 5 Uds	
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		10.828 h 2 Uds	10.828 h 2 Uds	
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		24.117 h 4 Uds	24.117 h 4 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	17/09/17	18/09/17	19/09/17	20/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...		0.078 h 1 Uds	0.078 h 1 Uds	
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	21/09/17	22/09/17	23/09/17	24/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	71.872 h 9 Uds	71.872 h 9 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	21/09/17	22/09/17	23/09/17	24/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	25/09/17	26/09/17	27/09/17	28/09/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	9.408 h 2 Uds	9.408 h 2 Uds	9.408 h 2 Uds	9.408 h 2 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.416 h 1 Uds	0.416 h 1 Uds	0.416 h 1 Uds	0.755 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				5.085 h 1 Uds
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	90.362 h 12 Uds	90.362 h 12 Uds	90.362 h 12 Uds	90.362 h 12 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.	13.778 h 2 Uds	13.778 h 2 Uds	13.778 h 2 Uds	13.778 h 2 Uds
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	4.035 h 1 Uds	4.035 h 1 Uds	4.035 h 1 Uds	7.357 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	25/09/17	26/09/17	27/09/17	28/09/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	29/09/17	30/09/17	1/10/17	2/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds			2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds			2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	9.408 h 2 Uds			0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.755 h 1 Uds			2.243 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...	5.085 h 1 Uds			33.647 h 5 Uds
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	90.362 h 12 Uds			
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				1.087 h 1 Uds
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.	13.778 h 2 Uds			
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	7.357 h 1 Uds			21.982 h 3 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds			0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	29/09/17	30/09/17	1/10/17	2/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds			0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	3/10/17	4/10/17	5/10/17	6/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	2.243 h 1 Uds	1.904 h 1 Uds		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...	33.647 h 5 Uds	28.562 h 4 Uds		
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...	1.087 h 1 Uds	1.087 h 1 Uds		
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	21.982 h 3 Uds	18.66 h 3 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	3/10/17	4/10/17	5/10/17	6/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.			102.375 h 13 Uds	102.375 h 13 Uds
mq09rod010	Rodillo ligero.			51.188 h 7 Uds	51.188 h 7 Uds
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	7/10/17	8/10/17	9/10/17	10/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...				4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...				0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	7/10/17	8/10/17	9/10/17	10/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				102.375 h 13 Uds
mq09rod010	Rodillo ligero.				51.188 h 7 Uds
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	11/10/17	12/10/17	13/10/17	14/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds		2.412 h 1 Uds	
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds		2.947 h 1 Uds	
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds		0.121 h 1 Uds	
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds		4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds		0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds		0.717 h 1 Uds	
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	11/10/17	12/10/17	13/10/17	14/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds		0.007 h 1 Uds	
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.	102.375 h 13 Uds			
mq09rod010	Rodillo ligero.	51.188 h 7 Uds			
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	15/10/17	16/10/17	17/10/17	18/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...		0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	15/10/17	16/10/17	17/10/17	18/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	19/10/17	20/10/17	21/10/17	22/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	19/10/17	20/10/17	21/10/17	22/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	23/10/17	24/10/17	25/10/17	26/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	23/10/17	24/10/17	25/10/17	26/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	27/10/17	28/10/17	29/10/17	30/10/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds			2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds			2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds			0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds			0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	27/10/17	28/10/17	29/10/17	30/10/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds			0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	31/10/17	1/11/17	2/11/17	3/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds		2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds		2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds		0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds		0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	31/10/17	1/11/17	2/11/17	3/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds		0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	4/11/17	5/11/17	6/11/17	7/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...			2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...			2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.			0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...			0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	4/11/17	5/11/17	6/11/17	7/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...			0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	8/11/17	9/11/17	10/11/17	11/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	8/11/17	9/11/17	10/11/17	11/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	12/11/17	13/11/17	14/11/17	15/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...		0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	12/11/17	13/11/17	14/11/17	15/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/11/17	17/11/17	18/11/17	19/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	16/11/17	17/11/17	18/11/17	19/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/11/17	21/11/17	22/11/17	23/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/11/17	21/11/17	22/11/17	23/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/11/17	25/11/17	26/11/17	27/11/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds			2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds			2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds			0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds			0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	24/11/17	25/11/17	26/11/17	27/11/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds			0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/11/17	29/11/17	30/11/17	1/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	28/11/17	29/11/17	30/11/17	1/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	2/12/17	3/12/17	4/12/17	5/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...			2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...			2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.			0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...			0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	2/12/17	3/12/17	4/12/17	5/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...			0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	6/12/17	7/12/17	8/12/17	9/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.121 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...		0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	6/12/17	7/12/17	8/12/17	9/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		0.007 h 1 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	10/12/17	11/12/17	12/12/17	13/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...		0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	10/12/17	11/12/17	12/12/17	13/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	14/12/17	15/12/17	16/12/17	17/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	14/12/17	15/12/17	16/12/17	17/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	18/12/17	19/12/17	20/12/17	21/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	2.412 h 1 Uds	2.412 h 1 Uds		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...	2.947 h 1 Uds	2.947 h 1 Uds		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.121 h 1 Uds	0.121 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...			0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...	0.717 h 1 Uds	0.717 h 1 Uds		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	18/12/17	19/12/17	20/12/17	21/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...			2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...			1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.007 h 1 Uds	0.007 h 1 Uds	0.064 h 1 Uds	0.064 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	22/12/17	23/12/17	24/12/17	25/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds			
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	22/12/17	23/12/17	24/12/17	25/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds			
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds			
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.064 h 1 Uds			
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	26/12/17	27/12/17	28/12/17	29/12/17
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	26/12/17	27/12/17	28/12/17	29/12/17
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	0.064 h 1 Uds	0.064 h 1 Uds	0.064 h 1 Uds	0.064 h 1 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	30/12/17	31/12/17	1/01/18	2/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...			0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	30/12/17	31/12/17	1/01/18	2/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...			2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...			1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	3/01/18	4/01/18	5/01/18	6/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	3/01/18	4/01/18	5/01/18	6/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	7/01/18	8/01/18	9/01/18	10/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...		0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	7/01/18	8/01/18	9/01/18	10/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...		2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...		1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	11/01/18	12/01/18	13/01/18	14/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds		
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	11/01/18	12/01/18	13/01/18	14/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds		
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds		
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	15/01/18	16/01/18	17/01/18	18/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	15/01/18	16/01/18	17/01/18	18/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	19/01/18	20/01/18	21/01/18	22/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds			0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	19/01/18	20/01/18	21/01/18	22/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds			2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds			1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	23/01/18	24/01/18	25/01/18	26/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	23/01/18	24/01/18	25/01/18	26/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	27/01/18	28/01/18	29/01/18	30/01/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...			0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	27/01/18	28/01/18	29/01/18	30/01/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...			2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...			1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	31/01/18	1/02/18	2/02/18	3/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...			0.101 h 1 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.008 h 1 Uds	0.008 h 1 Uds		
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.			2.907 h 1 Uds	

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	31/01/18	1/02/18	2/02/18	3/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	2.065 h 1 Uds	2.065 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds	
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.			0.085 h 1 Uds	
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...			0.026 h 1 Uds	
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	1.667 h 1 Uds	1.667 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds	
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	4/02/18	5/02/18	6/02/18	7/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.		2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	4/02/18	5/02/18	6/02/18	7/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...		0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.		0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...		0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...		0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	8/02/18	9/02/18	10/02/18	11/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.	2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds		

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	8/02/18	9/02/18	10/02/18	11/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds		
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds		
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...	0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds		
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds		
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	12/02/18	13/02/18	14/02/18	15/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds	0.101 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.	2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds	2.907 h 1 Uds

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	12/02/18	13/02/18	14/02/18	15/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds	0.778 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds	0.085 h 1 Uds
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...	0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds	0.026 h 1 Uds
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds	0.507 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/02/18	17/02/18	18/02/18	19/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.101 h 1 Uds			0.101 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.	2.907 h 1 Uds			2.907 h 1 Uds

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	16/02/18	17/02/18	18/02/18	19/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...	0.778 h 1 Uds			0.778 h 1 Uds
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.	0.085 h 1 Uds			0.085 h 1 Uds
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...	0.026 h 1 Uds			0.026 h 1 Uds
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...	0.507 h 1 Uds			0.507 h 1 Uds
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	20/02/18	21/02/18	22/02/18	23/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/02/18	21/02/18	22/02/18	23/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/02/18	25/02/18	26/02/18	27/02/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.			0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.			0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...			4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...			0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.			0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...			0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...			0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...			0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/02/18	25/02/18	26/02/18	27/02/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/02/18	1/03/18	2/03/18	3/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/02/18	1/03/18	2/03/18	3/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	4/03/18	5/03/18	6/03/18	7/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.		0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...		4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.		0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...		0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...		0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...		0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	4/03/18	5/03/18	6/03/18	7/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	8/03/18	9/03/18	10/03/18	11/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds		
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds		
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds		
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds		
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds		
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	8/03/18	9/03/18	10/03/18	11/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	12/03/18	13/03/18	14/03/18	15/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	12/03/18	13/03/18	14/03/18	15/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/03/18	17/03/18	18/03/18	19/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds			0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds			0.08 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds			4.775 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds			0.614 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds			0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...	0.698 h 1 Uds			0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds			0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds			0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/03/18	17/03/18	18/03/18	19/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/03/18	21/03/18	22/03/18	23/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.08 h 1 Uds	0.027 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	4.775 h 1 Uds	2.126 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.614 h 1 Uds	0.265 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/03/18	21/03/18	22/03/18	23/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/03/18	25/03/18	26/03/18	27/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.			0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.			0.027 h 1 Uds	0.027 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...			2.126 h 1 Uds	2.126 h 1 Uds
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...			0.265 h 1 Uds	0.265 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.			0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...			0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...			0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...			0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/03/18	25/03/18	26/03/18	27/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/03/18	29/03/18	30/03/18	31/03/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	0.025 h 1 Uds	
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0.027 h 1 Uds	0.027 h 1 Uds	0.027 h 1 Uds	
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...	2.126 h 1 Uds	2.126 h 1 Uds	2.126 h 1 Uds	
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.265 h 1 Uds	0.265 h 1 Uds	0.265 h 1 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	0.971 h 1 Uds	
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	0.698 h 1 Uds	
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	0.136 h 1 Uds	
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	0.067 h 1 Uds	
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/03/18	29/03/18	30/03/18	31/03/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	1/04/18	2/04/18	3/04/18	4/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		0.025 h 1 Uds		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.		0.027 h 1 Uds		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...		2.126 h 1 Uds		
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		0.265 h 1 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.		0.971 h 1 Uds		
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...		0.698 h 1 Uds		
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...		0.136 h 1 Uds		
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...		0.067 h 1 Uds		
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	1/04/18	2/04/18	3/04/18	4/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	5/04/18	6/04/18	7/04/18	8/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	5/04/18	6/04/18	7/04/18	8/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	9/04/18	10/04/18	11/04/18	12/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	9/04/18	10/04/18	11/04/18	12/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	13/04/18	14/04/18	15/04/18	16/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	13/04/18	14/04/18	15/04/18	16/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	17/04/18	18/04/18	19/04/18	20/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	17/04/18	18/04/18	19/04/18	20/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	21/04/18	22/04/18	23/04/18	24/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	21/04/18	22/04/18	23/04/18	24/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	25/04/18	26/04/18	27/04/18	28/04/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	25/04/18	26/04/18	27/04/18	28/04/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	29/04/18	30/04/18	1/05/18	2/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	29/04/18	30/04/18	1/05/18	2/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	3/05/18	4/05/18	5/05/18	6/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.		0.125 h 1 Uds		
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.		1.454 h 1 Uds		
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...		0.093 h 1 Uds		
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.		2.507 h 1 Uds		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...		20.162 h 3 Uds		
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...		62.316 h 8 Uds		
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		0.866 h 1 Uds		
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		0.187 h 1 Uds		
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...		2.68 h 1 Uds		
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.		16.447 h 3 Uds		
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		13.185 h 2 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	3/05/18	4/05/18	5/05/18	6/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		12.2 h 2 Uds		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...		0.866 h 1 Uds		
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.		0.866 h 1 Uds		

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	7/05/18	8/05/18	9/05/18	10/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	2.507 h 1 Uds	2.507 h 1 Uds	2.507 h 1 Uds	2.507 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	20.162 h 3 Uds	20.162 h 3 Uds	20.162 h 3 Uds	20.162 h 3 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.	16.447 h 3 Uds	16.447 h 3 Uds	16.447 h 3 Uds	16.447 h 3 Uds
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	13.185 h 2 Uds	13.185 h 2 Uds	13.185 h 2 Uds	13.185 h 2 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	7/05/18	8/05/18	9/05/18	10/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	12.2 h 2 Uds	12.2 h 2 Uds	12.2 h 2 Uds	12.2 h 2 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	11/05/18	12/05/18	13/05/18	14/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds			0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds			1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds			0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	2.507 h 1 Uds			2.507 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	20.162 h 3 Uds			20.162 h 3 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds			62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.866 h 1 Uds			0.866 h 1 Uds
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds			0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds			2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.	16.447 h 3 Uds			16.447 h 3 Uds
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	13.185 h 2 Uds			13.185 h 2 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	11/05/18	12/05/18	13/05/18	14/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...	12.2 h 2 Uds			12.2 h 2 Uds
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...	0.866 h 1 Uds			0.866 h 1 Uds
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	0.866 h 1 Uds			0.866 h 1 Uds

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	15/05/18	16/05/18	17/05/18	18/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	2.507 h 1 Uds	2.507 h 1 Uds	2.507 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	20.162 h 3 Uds	20.162 h 3 Uds	20.162 h 3 Uds	7.166 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	13.185 h 2 Uds	13.185 h 2 Uds	13.185 h 2 Uds	4.694 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	15/05/18	16/05/18	17/05/18	18/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	0.866 h 1 Uds	

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	19/05/18	20/05/18	21/05/18	22/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.			0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.			1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...			0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.			1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...			7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...			62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...			0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...			2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...			4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	19/05/18	20/05/18	21/05/18	22/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	23/05/18	24/05/18	25/05/18	26/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds	
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds	
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	23/05/18	24/05/18	25/05/18	26/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	27/05/18	28/05/18	29/05/18	30/05/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.		0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.		1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...		0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.		1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...		7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...		62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...		2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	27/05/18	28/05/18	29/05/18	30/05/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	31/05/18	1/06/18	2/06/18	3/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds		
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds		
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds		
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds		
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds		
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds		
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds		
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds		
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	31/05/18	1/06/18	2/06/18	3/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	4/06/18	5/06/18	6/06/18	7/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds	0.125 h 1 Uds
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds	1.454 h 1 Uds
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds	0.093 h 1 Uds
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds	1.641 h 1 Uds
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds	7.166 h 1 Uds
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds	62.316 h 8 Uds
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds	0.187 h 1 Uds
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds	2.68 h 1 Uds
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds	4.694 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	4/06/18	5/06/18	6/06/18	7/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	8/06/18	9/06/18	10/06/18	11/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...	0.218 h 1 Uds			0.218 h 1 Uds
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	8/06/18	9/06/18	10/06/18	11/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	12/06/18	13/06/18	14/06/18	15/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds	0.218 h 1 Uds
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	12/06/18	13/06/18	14/06/18	15/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/06/18	17/06/18	18/06/18	19/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				0.15 h 1 Uds
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				2.46 h 1 Uds
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				0.147 h 1 Uds
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	16/06/18	17/06/18	18/06/18	19/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/06/18	21/06/18	22/06/18	23/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...	0.15 h 1 Uds	0.15 h 1 Uds	0.15 h 1 Uds	
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.	2.46 h 1 Uds	2.46 h 1 Uds	2.46 h 1 Uds	
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...	0.147 h 1 Uds	0.147 h 1 Uds	0.147 h 1 Uds	
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	20/06/18	21/06/18	22/06/18	23/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/06/18	25/06/18	26/06/18	27/06/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	24/06/18	25/06/18	26/06/18	27/06/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/06/18	29/06/18	30/06/18	1/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds		
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds		
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	28/06/18	29/06/18	30/06/18	1/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	2/07/18	3/07/18	4/07/18	5/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	2/07/18	3/07/18	4/07/18	5/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	6/07/18	7/07/18	8/07/18	9/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds			4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds			0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

**Cronograma diario de maquinaria
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

Código	Resumen	6/07/18	7/07/18	8/07/18	9/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	10/07/18	11/07/18	12/07/18	13/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	10/07/18	11/07/18	12/07/18	13/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	14/07/18	15/07/18	16/07/18	17/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...			4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...			0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	14/07/18	15/07/18	16/07/18	17/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	18/07/18	19/07/18	20/07/18	21/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...				
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...				
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.				
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...				
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...				
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.				
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...				
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.				
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...				
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...				
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...				
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...				
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...				
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...				
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	4.478 h 1 Uds	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.				
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.				
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	0.724 h 1 Uds	
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...				
mq05mai030	Martillo neumático.				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...				
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...				
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...				
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...				
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...				
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.				

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol e...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	18/07/18	19/07/18	20/07/18	21/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...				
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.				
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...				
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...				
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...				
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.				
mq09rod010	Rodillo ligero.				
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...				
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...				
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.				

Proyecto de instalación deportiv...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	22/07/18	23/07/18
mq01exn020a	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		
mq01exn020b	Retroexcavadora hidráulica sobre neumátic...		
mq01exn050c	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 k...		
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.		
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.		
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 k...		
mq01ret010	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 ...		
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		
mq01ret020c	Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 ...		
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.		
mq02roa010a	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 k...		
mq02rod010a	Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 ...		
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 ...		
mq02ron010a	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		
mq02ron010j	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de ...		
mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, ...		
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autop...		
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 16...		
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 21...		4.478 h 1 Uds
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.		
mq04cag010c	Camión con grúa de hasta 12 t.		
mq04cap02...	Camión de transporte de 10 t con una capa...		0.724 h 1 Uds
mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga...		
mq05mai030	Martillo neumático.		
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de ca...		
mq05pdm0...	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de ca...		
mq05pdm110	Compresor portátil diesel media presión 10 ...		
mq05per010	Perforadora con corona diamantada y sopor...		
mq06bhe010	Camión bomba estacionado en obra, para b...		
mq06fra010	Fratasadora mecánica de hormigón.		

Proyecto de instalación deportiv...

Cronograma diario de maquinaria (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Código	Resumen	22/07/18	23/07/18
mq06mms010	Mezclador continuo con silo, para mortero i...		
mq06vib020	Regla vibrante de 3 m.		
mq07gte010c	Grúa autopropulsada de brazo telescópico c...		
mq08mpa030	Maquinaria para proyección de productos ai...		
mq08sol020	Equipo y elementos auxiliares para soldadu...		
mq09mot010	Motocultor 60/80 cm.		
mq09rod010	Rodillo ligero.		
mq09sie010	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada ...		
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsad...		
mq11ext030	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.		

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Sep '17
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	221,25 €
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	96.209,15 €
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	42.119,99 €
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	1.943,82 €
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	1.640,92 €
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	10.149,15 €
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	1.686,79 €
Total 17:					15.420,68 €
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	7.082,13 €
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	108.983,88 €
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					116.066,01 €
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	96.082,88 €
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					96.082,88 €
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Sep '17
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.996,02 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.137,75 €

Pago mensual	372.253,73 € 15,69 %
Pagos acumulados	372.253,73 € 15,69 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Oct '17
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	105.299,98 €
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	1.686,79 €
Total 17:					1.686,79 €
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	10.107,95 €
Total 24:					10.107,95 €
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	43.076,25 €
Total 28:					43.076,25 €
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Oct '17
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.900,97 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	3.940,71 €

Pago mensual	166.012,65 € 7,00 %
Pagos acumulados	538.266,38 € 22,69 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Nov '17
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	110.564,98 €
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Nov '17
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.996,02 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.137,75 €

Pago mensual	116.698,75 € 4,92 %
Pagos acumulados	654.965,13 € 27,61 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Dic '17
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	57.914,99 €
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	73.937,18 €
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	10.616,66 €
				Total 5:	84.553,84 €
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
				Total 9:	
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
				Total 12:	
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
				Total 17:	
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
				Total 22:	
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
				Total 24:	
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
				Total 28:	
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
				Total 31:	
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
				Total 34:	
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
				Total 39:	

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Dic '17
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.710,87 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	3.546,64 €

Pago mensual	147.726,34 € 6,23 %
Pagos acumulados	802.691,47 € 33,84 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Ene '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	242.936,44 €
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
				Total 5:	242.936,44 €
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
				Total 9:	
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
				Total 12:	
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
				Total 17:	
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
				Total 22:	
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
				Total 24:	
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
				Total 28:	
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
				Total 31:	
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
				Total 34:	
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
				Total 39:	

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Ene '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	2.186,11 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.531,82 €

Pago mensual	249.654,37 € 10,53 %
Pagos acumulados	1.052.345,84 € 44,37 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Feb '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	10.562,45 €
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	13.899,80 €
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
				Total 5:	24.462,25 €
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
				Total 9:	
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	2.831,16 €
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	2.887,48 €
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
				Total 12:	5.718,64 €
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
				Total 17:	
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	32.545,97 €
				Total 22:	32.545,97 €
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
				Total 24:	
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
				Total 28:	
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
				Total 31:	
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
				Total 34:	
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
				Total 39:	

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Feb '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.900,97 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	3.940,71 €

Pago mensual	68.568,54 € 2,89 %
Pagos acumulados	1.120.914,38 € 47,26 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Mar '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	6.599,94 €
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	12.812,79 €
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					19.412,73 €
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	102.287,33 €
Total 22:					102.287,33 €
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Mar '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	2.091,06 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.334,79 €

Pago mensual	128.125,91 € 5,40 %
Pagos acumulados	1.249.040,29 € 52,66 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Abr '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	44.844,77 €
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					44.844,77 €
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	4.649,42 €
Total 22:					4.649,42 €
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Abr '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.996,02 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.137,75 €

Pago mensual	55.627,96 € 2,35 %
Pagos acumulados	1.304.668,25 € 55,00 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	May '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	4.052,67 €
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					4.052,67 €
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	6.406,40 €
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	305.608,28 €
Total 12:					312.014,68 €
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	190.349,02 €
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	137.782,84 €
Total 31:					328.131,86 €
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	4.864,60 €
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	16.142,00 €
Total 39:					21.006,60 €

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	May '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	2.186,11 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.531,82 €

Pago mensual	671.923,74 € 28,33 %
Pagos acumulados	1.976.591,99 € 83,33 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Jun '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	26.342,39 €
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	27.177,49 €
Total 9:					53.519,88 €
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	47.587,25 €
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					47.587,25 €
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	25.848,05 €
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	105.540,36 €
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	44.332,93 €
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	7.185,32 €
Total 34:					182.906,66 €
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	2.483,38 €
Total 39:					2.483,38 €

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Jun '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	2.018,60 €
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.996,02 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	4.137,75 €

Pago mensual	294.649,54 € 12,42 %
Pagos acumulados	2.271.241,53 € 95,75 %

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Jul '18
Proyecto de instalación deportiva de ca...	01/09/17	24/07/18	326	1.891.601,06 €	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17	5	221,25 €	
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17	14	96.209,15 €	
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17	91	315.899,94 €	
4. Paramentos, acabados y elementos pa...	20/12/17	20/02/18	62	351.952,53 €	
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18	44	327.436,07 €	
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18	18	13.899,80 €	
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17	10	10.616,66 €	
Total 5:					
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	21	57.572,55 €	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	21	30.395,06 €	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	12	27.177,49 €	
Total 9:					
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	84	381.990,81 €	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	9	2.831,16 €	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	31	9.487,42 €	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	42	64.063,95 €	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	11	305.608,28 €	
Total 12:					
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17	14	17.107,47 €	
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	1.943,82 €	
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17	3	1.640,92 €	
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17	3	10.149,15 €	
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17	6	3.373,58 €	
Total 17:					
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18	42	139.482,72 €	
Total 22:					
9. Instalación evacuación aguas pluviales	20/09/17	05/10/17	15	126.173,96 €	
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17	3	7.082,13 €	
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17	5	108.983,88 €	
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17	3	10.107,95 €	
Total 24:					
10. Superficie vegetal y suelo. Terreno d...	08/09/17	12/10/17	34	139.159,13 €	
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17	12	96.082,88 €	
10.2. Especies vegetales terreno de juego	05/10/17	12/10/17	7	43.076,25 €	
Total 28:					
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	35	375.719,11 €	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	35	237.936,27 €	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	14	137.782,84 €	
Total 31:					
12. Mobiliario y equipamiento exterior	19/06/18	24/07/18	35	278.952,80 €	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	21	43.080,08 €	17.232,03 €
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	10	105.540,36 €	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	35	123.147,04 €	78.814,11 €
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	4	7.185,32 €	
Total 34:					96.046,14 €
13. Mobiliario y equipamiento interior	15/05/18	05/06/18	21	23.489,98 €	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	15	4.864,60 €	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	21	18.625,38 €	
Total 39:					

Plan de pagos

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el T...

Detalle del plan de pagos (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Días	Importe periodo	Jul '18
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	7	2.018,60 €	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	326	21.480,93 €	1.520,77 €
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	326	44.530,07 €	3.152,57 €

Pago mensual	100.719,48 € 4,25 %
Pagos acumulados	2.371.961,01 € 100,00 %

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Sep '17	Oct '17	Nov '17
Proyecto de instalación deportiva ...	01/09/17	24/07/18			
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17			
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17			
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17			
4. Paramentos, acabados y elemen...	20/12/17	20/02/18			
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18			
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18			
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17			
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18			
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18			
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18			
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18			
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18			
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18			
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18			
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18			
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17			
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17			
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17			
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17			
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18			
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18			
9. Instalación evacuación aguas pl...	20/09/17	05/10/17			
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17			
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17			
10. Superficie vegetal y suelo. Terr...	08/09/17	12/10/17			
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17			
10.2. Especies vegetales terreno de j...	05/10/17	12/10/17			
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18			
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18			
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18			
12. Mobiliario y equipamiento exte...	19/06/18	24/07/18			
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18			
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18			
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18			
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18			
13. Mobiliario y equipamiento inter...	15/05/18	05/06/18			
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18			
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18			
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18			
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18			
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18			

Plan de pagos

	Pago mensual	372.253,73 €	166.012,65 €	116.698,75 €
	Pagos acumulados	372.253,73 €	538.266,38 €	654.965,13 €

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Sep '17	Oct '17	Nov '17
Cronograma de mano de obra			
mo003 h Oficial 1ª electricista.			
mo004 h Oficial 1ª			
mo005 h Oficial 1ª instalador de climatización.			
mo006 h Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo008 h Oficial 1ª fontanero.	124,095		
mo011 h Oficial 1ª montador.			
mo017 h Oficial 1ª carpintero.			
mo018 h Oficial 1ª cerrajero.			
mo019 h Oficial 1ª construcción.			
mo020 h Oficial 1ª construcción.	190,110		
mo021 h Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.			
mo023 h Oficial 1ª soldador.			
mo024 h Oficial 1ª alicatador.			
mo030 h Oficial 1ª aplicador de productos aislantes.			
mo032 h Oficial 1ª aplicador de productos impermeabilizantes.	8,678	21,694	22,779
mo035 h Oficial 1ª escayolista.			
mo038 h Oficial 1ª pintor.			
mo040 h Oficial 1ª jardinero.	0,981	732,375	
mo041 h Oficial 1ª construcción de obra civil.	445,696	154,179	161,888
mo042 h Oficial 1ª estructurista.	53,180	132,949	139,597
mo043 h Oficial 1ª ferrallista.	62,518	156,294	164,109
mo044 h Oficial 1ª encofrador.	101,178	252,944	265,592
mo045 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra de...	12,057	30,142	31,649
mo046 h Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormi...			
mo047 h Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,653	1,632	1,714
mo054 h Oficial 1ª montador de aislamientos.			
mo055 h Oficial 1ª cristalero.			
mo058 h Ayudante carpintero.			
mo059 h Ayudante cerrajero.			
mo061 h Ayudante soldador.			
mo062 h Ayudante alicatador.			
mo068 h Ayudante aplicador de productos aislantes.			
mo070 h Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.	8,678	21,694	22,779
mo076 h Ayudante pintor.			
mo077 h Ayudante construcción.	0,405		
mo080 h Ayudante montador.			
mo086 h Ayudante jardinero.	1,935		
mo087 h Ayudante construcción de obra civil.	436,599	92,603	97,233
mo089 h Ayudante estructurista.	53,180	132,949	139,597
mo090 h Ayudante ferrallista.	75,818	189,544	199,022
mo091 h Ayudante encofrador.	110,725	276,812	290,653
mo092 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d...	51,457	128,642	135,074
mo093 h Ayudante montador de estructura prefabricada de hormi...			
mo094 h Ayudante montador de estructura metálica.	0,653	1,632	1,714
mo101 h Ayudante montador de aislamientos.			

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Sep '17	Oct '17	Nov '17
Cronograma de mano de obra			
mo102 h Ayudante electricista.			
mo103 h Ayudante			
mo104 h Ayudante instalador de climatización.			
mo105 h Ayudante instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo107 h Ayudante fontanero.	62,030		
mo110 h Ayudante cristalero.			
mo111 h Peón ordinario construcción.			
mo112 h Peón especializado construcción.	881,205		
mo113 h Peón ordinario construcción.	1.552,659	175,277	61,922
mo114 h Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.			
mo115 h Peón jardinero.		1.472,625	
mo117 h Peón escayolista.			
mo119 h Oficial 1ª Seguridad y Salud.	26,784	25,509	26,784
mo120 h Peón Seguridad y Salud.	29,409	28,009	29,409

	Sep '17	Oct '17	Nov '17
Cronograma de maquinaria			
mq01exn020a h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...	0,177		
mq01exn020b h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...	19,300	48,250	50,662
mq01exn050c h Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, c...	802,992	58,933	61,880
mq01mot010a h Motoniveladora de 141 kW.			
mq01mot010b h Motoniveladora de 154 kW.			
mq01pan010a h Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9...	618,916		
mq01ret010 h Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.	261,550		
mq01ret020b h Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	262,654	2,420	2,541
mq01ret020c h Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 kW.			
mq02cia020j h Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	22,446	6,391	
mq02roa010a h Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, an...	0,450		
mq02rod010a h Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 kg, a...			
mq02rod010d h Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, a...	305,483	95,856	
mq02ron010a h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 ...	86,625		
mq02ron010j h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 32,8 k...			
mq02rop020 h Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con pl...	451,808		
mq02rov010i h Compactador monocilíndrico vibrante autopropuls...			
mq04cab010c h Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.		3,261	
mq04cab010e h Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	94,032	89,555	94,032
mq04cag010b h Camión con grúa de hasta 10 t.	68,888		
mq04cag010c h Camión con grúa de hasta 12 t.			
mq04cap020aa h Camión de transporte de 10 t con una capacida...	15,213	14,489	15,213
mq04dua020b h Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	219,757	62,624	
mq05mai030 h Martillo neumático.	2,160		
mq05pdm010a h Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.	2,160		
mq05pdm010b h Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.			
mq05pdm110 h Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.			

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

**Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

	Sep '17	Oct '17	Nov '17
--	---------	---------	---------

Cronograma de maquinaria

mq05per010 h Perforadora con corona diamantada y soporte, por...			
mq06bhe010 h Camión bomba estacionado en obra, para bombe...	5,734	14,336	15,053
mq06fra010 h Fratasadora mecánica de hormigón.			
mq06mms010 h Mezclador continuo con silo, para mortero indust...			
mq06vib020 h Regla vibrante de 3 m.	1,230		
mq07gte010c h Grúa autopropulsada de brazo telescópico con un...			
mq08mpa030 h Maquinaria para proyección de productos aislantes.			
mq08sol020 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléct...	0,060	0,149	0,157
mq09mot010 h Motocultor 60/80 cm.		409,500	
mq09rod010 h Rodillo ligero.		204,750	
mq09sie010 h Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW...	0,777		
mq11com010 h Compactador de neumáticos autopropulsado, de ...			
mq11ext030 h Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.			

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Dic '17	Ene '18	Feb '18
Proyecto de instalación deportiva ...	01/09/17	24/07/18			
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17			
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17			
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17			
4. Paramentos, acabados y elemen...	20/12/17	20/02/18			
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18			
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18			
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17			
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18			
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18			
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18			
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18			
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18			
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18			
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18			
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18			
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17			
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17			
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17			
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17			
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18			
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18			
9. Instalación evacuación aguas pl...	20/09/17	05/10/17			
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17			
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17			
10. Superficie vegetal y suelo. Terr...	08/09/17	12/10/17			
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17			
10.2. Especies vegetales terreno de j...	05/10/17	12/10/17			
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18			
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18			
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18			
12. Mobiliario y equipamiento exte...	19/06/18	24/07/18			
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18			
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18			
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18			
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18			
13. Mobiliario y equipamiento inter...	15/05/18	05/06/18			
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18			
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18			
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18			
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18			
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18			

Plan de pagos

	Pago mensual	147.726,34 €	249.654,37 €	68.568,54 €
	Pagos acumulados	802.691,47 €	1.052.345,84 €	1.120.914,38 €

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

**Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

	Dic '17	Ene '18	Feb '18
Cronograma de mano de obra			
mo003 h Oficial 1ª electricista.	1,868		32,825
mo004 h Oficial 1ª	0,758		
mo005 h Oficial 1ª instalador de climatización.			2,840
mo006 h Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo008 h Oficial 1ª fontanero.	3,093		107,131
mo011 h Oficial 1ª montador.	0,610	0,715	0,031
mo017 h Oficial 1ª carpintero.			
mo018 h Oficial 1ª cerrajero.			
mo019 h Oficial 1ª construcción.	5,492	18,044	5,905
mo020 h Oficial 1ª construcción.	16,736	54,989	73,394
mo021 h Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.	102,588	337,074	86,103
mo023 h Oficial 1ª soldador.	46,187	151,758	6,598
mo024 h Oficial 1ª alicatador.	43,143	141,757	6,163
mo030 h Oficial 1ª aplicador de productos aislantes.	11,055	36,325	7,339
mo032 h Oficial 1ª aplicador de productos impermeabilizantes.	32,323	67,000	13,537
mo035 h Oficial 1ª escayolista.	24,813	81,530	16,473
mo038 h Oficial 1ª pintor.	38,219	125,577	39,348
mo040 h Oficial 1ª jardinero.			
mo041 h Oficial 1ª construcción de obra civil.	91,216	21,089	17,326
mo042 h Oficial 1ª estructurista.	73,122		
mo043 h Oficial 1ª ferrallista.	296,753	692,600	30,113
mo044 h Oficial 1ª encofrador.	338,732	655,871	28,516
mo045 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra de...	57,360	133,999	5,826
mo046 h Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormi...			0,316
mo047 h Oficial 1ª montador de estructura metálica.	1,506		
mo054 h Oficial 1ª montador de aislamientos.			27,743
mo055 h Oficial 1ª cristalero.			
mo058 h Ayudante carpintero.			
mo059 h Ayudante cerrajero.			
mo061 h Ayudante soldador.	23,094	75,879	3,299
mo062 h Ayudante alicatador.	43,143	141,757	6,163
mo068 h Ayudante aplicador de productos aislantes.	11,055	36,325	7,339
mo070 h Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.	32,323	67,000	13,537
mo076 h Ayudante pintor.	21,445	70,463	22,840
mo077 h Ayudante construcción.			
mo080 h Ayudante montador.	0,610	0,715	0,031
mo086 h Ayudante jardinero.			
mo087 h Ayudante construcción de obra civil.	58,139	23,683	16,014
mo089 h Ayudante estructurista.	73,122		
mo090 h Ayudante ferrallista.	315,040	692,600	30,113
mo091 h Ayudante encofrador.	351,860	655,871	28,516
mo092 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d...	234,866	539,227	23,445
mo093 h Ayudante montador de estructura prefabricada de hormi...			0,316
mo094 h Ayudante montador de estructura metálica.	1,506		
mo101 h Ayudante montador de aislamientos.			27,743

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Dic '17	Ene '18	Feb '18
Cronograma de mano de obra			
mo102 h Ayudante electricista.			28,087
mo103 h Ayudante	0,758		
mo104 h Ayudante instalador de climatización.			2,840
mo105 h Ayudante instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo107 h Ayudante fontanero.	3,093		43,761
mo110 h Ayudante cristalero.			
mo111 h Peón ordinario construcción.	5,492	18,044	5,905
mo112 h Peón especializado construcción.			8,227
mo113 h Peón ordinario construcción.	61,596	95,814	90,887
mo114 h Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.	56,425	185,396	47,469
mo115 h Peón jardinero.			
mo117 h Peón escayolista.	24,813	81,530	16,473
mo119 h Oficial 1ª Seguridad y Salud.	22,958	29,335	25,509
mo120 h Peón Seguridad y Salud.	25,208	32,210	28,009

	Dic '17	Ene '18	Feb '18
Cronograma de maquinaria			
mq01exn020a h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...			
mq01exn020b h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...	26,537		
mq01exn050c h Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, c...	32,413		
mq01mot010a h Motoniveladora de 141 kW.			
mq01mot010b h Motoniveladora de 154 kW.			
mq01pan010a h Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9...			
mq01ret010 h Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.			
mq01ret020b h Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	1,331		0,173
mq01ret020c h Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 kW.			
mq02cia020j h Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.			0,562
mq02roa010a h Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, an...			
mq02rod010a h Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 kg, a...			
mq02rod010d h Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, a...			
mq02ron010a h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 ...			
mq02ron010j h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 32,8 k...			
mq02rop020 h Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con pl...			33,421
mq02rov010i h Compactador monocilíndrico vibrante autopropuls...			
mq04cab010c h Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.			
mq04cab010e h Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	80,599	102,988	89,555
mq04cag010b h Camión con grúa de hasta 10 t.			
mq04cag010c h Camión con grúa de hasta 12 t.			
mq04cap020aa h Camión de transporte de 10 t con una capacida...	13,040	16,662	14,489
mq04dua020b h Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.			5,514
mq05mai030 h Martillo neumático.			6,795
mq05pdm010a h Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.			
mq05pdm010b h Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.			4,887
mq05pdm110 h Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.			0,954

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

**Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

	Dic '17	Ene '18	Feb '18
Cronograma de maquinaria			
mq05per010 h Perforadora con corona diamantada y soporte, por...	0,059	0,193	0,475
mq06bhe010 h Camión bomba estacionado en obra, para bombe...	7,885		
mq06fra010 h Fratasadora mecánica de hormigón.			34,880
mq06mms010 h Mezclador continuo con silo, para mortero indust...	14,458	47,505	11,401
mq06vib020 h Regla vibrante de 3 m.			1,024
mq07gte010c h Grúa autopropulsada de brazo telescópico con un...			0,314
mq08mpa030 h Maquinaria para proyección de productos aislantes.	11,670	38,343	7,747
mq08sol020 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléct...	0,530		
mq09mot010 h Motocultor 60/80 cm.			
mq09rod010 h Rodillo ligero.			
mq09sie010 h Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW...			
mq11com010 h Compactador de neumáticos autopropulsado, de ...			
mq11ext030 h Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.			

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Mar '18	Abr '18	May '18
Proyecto de instalación deportiva ...	01/09/17	24/07/18			
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17			
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17			
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17			
4. Paramentos, acabados y elemen...	20/12/17	20/02/18			
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18			
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18			
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17			
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18			
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18			
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18			
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18			
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18			
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18			
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18			
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18			
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17			
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17			
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17			
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17			
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18			
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18			
9. Instalación evacuación aguas pl...	20/09/17	05/10/17			
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17			
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17			
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17			
10. Superficie vegetal y suelo. Terr...	08/09/17	12/10/17			
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17			
10.2. Especies vegetales terreno de j...	05/10/17	12/10/17			
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18			
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18			
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18			
12. Mobiliario y equipamiento exte...	19/06/18	24/07/18			
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18			
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18			
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18			
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18			
13. Mobiliario y equipamiento inter...	15/05/18	05/06/18			
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18			
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18			
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18			
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18			
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18			

Plan de pagos

	Pago mensual	128.125,91 €	55.627,96 €	671.923,74 €
	Pagos acumulados	1.249.040,29 €	1.304.668,25 €	1.976.591,99 €

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Mar '18	Abr '18	May '18
Cronograma de mano de obra			
mo003 h Oficial 1ª electricista.	125,859	340,339	244,830
mo004 h Oficial 1ª			
mo005 h Oficial 1ª instalador de climatización.	8,926	0,406	
mo006 h Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo008 h Oficial 1ª fontanero.	336,698	15,304	
mo011 h Oficial 1ª montador.			36,973
mo017 h Oficial 1ª carpintero.			11,592
mo018 h Oficial 1ª cerrajero.			27,574
mo019 h Oficial 1ª construcción.			
mo020 h Oficial 1ª construcción.	127,019	3,862	50,416
mo021 h Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.			
mo023 h Oficial 1ª soldador.			
mo024 h Oficial 1ª alicatador.			
mo030 h Oficial 1ª aplicador de productos aislantes.			
mo032 h Oficial 1ª aplicador de productos impermeabilizantes.			
mo035 h Oficial 1ª escayolista.			
mo038 h Oficial 1ª pintor.			
mo040 h Oficial 1ª jardinero.			
mo041 h Oficial 1ª construcción de obra civil.	32,765	1,489	1.224,563
mo042 h Oficial 1ª estructurista.			
mo043 h Oficial 1ª ferrallista.			
mo044 h Oficial 1ª encofrador.			
mo045 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra de...			
mo046 h Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormi...			
mo047 h Oficial 1ª montador de estructura metálica.			1.296,220
mo054 h Oficial 1ª montador de aislamientos.	73,715	3,351	
mo055 h Oficial 1ª cristalero.			1,043
mo058 h Ayudante carpintero.			11,592
mo059 h Ayudante cerrajero.			27,416
mo061 h Ayudante soldador.			
mo062 h Ayudante alicatador.			
mo068 h Ayudante aplicador de productos aislantes.			
mo070 h Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.			
mo076 h Ayudante pintor.			
mo077 h Ayudante construcción.			17,227
mo080 h Ayudante montador.			35,347
mo086 h Ayudante jardinero.			
mo087 h Ayudante construcción de obra civil.	25,973	1,181	1.389,743
mo089 h Ayudante estructurista.			
mo090 h Ayudante ferrallista.			
mo091 h Ayudante encofrador.			
mo092 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d...			
mo093 h Ayudante montador de estructura prefabricada de hormi...			
mo094 h Ayudante montador de estructura metálica.			1.296,220
mo101 h Ayudante montador de aislamientos.	73,715	3,351	

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Mar '18	Abr '18	May '18
Cronograma de mano de obra			
mo102 h Ayudante electricista.	115,031	340,339	209,448
mo103 h Ayudante			
mo104 h Ayudante instalador de climatización.	8,926	0,406	
mo105 h Ayudante instalador de redes y equipos de detección y s...			
mo107 h Ayudante fontanero.	137,536	6,252	8,089
mo110 h Ayudante cristalero.			1,043
mo111 h Peón ordinario construcción.			
mo112 h Peón especializado construcción.	25,505	1,159	
mo113 h Peón ordinario construcción.	133,344	4,150	128,239
mo114 h Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.			
mo115 h Peón jardinero.			
mo117 h Peón escayolista.			
mo119 h Oficial 1ª Seguridad y Salud.	28,060	26,784	29,335
mo120 h Peón Seguridad y Salud.	30,809	29,409	32,210

	Mar '18	Abr '18	May '18
Cronograma de maquinaria			
mq01exn020a h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...			
mq01exn020b h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...			
mq01exn050c h Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, c...			
mq01mot010a h Motoniveladora de 141 kW.			2,493
mq01mot010b h Motoniveladora de 154 kW.			29,081
mq01pan010a h Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9...			1,870
mq01ret010 h Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.			
mq01ret020b h Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,543	0,025	
mq01ret020c h Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 kW.			
mq02cia020j h Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	1,446	0,027	41,484
mq02roa010a h Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, an...			273,287
mq02rod010a h Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 kg, a...			1.246,320
mq02rod010d h Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, a...			
mq02ron010a h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 ...			8,664
mq02ron010j h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 32,8 k...			3,739
mq02rop020 h Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con pl...	89,146	2,126	
mq02rov010i h Compactador monocilíndrico vibrante autopropuls...			53,592
mq04cab010c h Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.			
mq04cab010e h Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	98,510	94,032	102,988
mq04cag010b h Camión con grúa de hasta 10 t.			
mq04cag010c h Camión con grúa de hasta 12 t.			115,128
mq04cap020aa h Camión de transporte de 10 t con una capacida...	15,938	15,213	16,662
mq04dua020b h Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	11,412	0,265	178,797
mq05mai030 h Martillo neumático.	21,355	0,971	
mq05pdm010a h Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.			
mq05pdm010b h Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	15,360	0,698	
mq05pdm110 h Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	2,997	0,136	

Proyecto de instalación deportiva de campo de fútbol en el ...

**Diagrama de tiempos-actividades
(Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)**

	Mar '18	Abr '18	May '18
Cronograma de maquinaria			
mq05per010 h Perforadora con corona diamantada y soporte, por...	1,467	0,067	
mq06bhe010 h Camión bomba estacionado en obra, para bombe...			
mq06fra010 h Fratasadora mecánica de hormigón.			
mq06mms010 h Mezclador continuo con silo, para mortero indust...			
mq06vib020 h Regla vibrante de 3 m.			
mq07gte010c h Grúa autopropulsada de brazo telescópico con un...			
mq08mpa030 h Maquinaria para proyección de productos aislantes.			
mq08sol020 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléct...			85,400
mq09mot010 h Motocultor 60/80 cm.			
mq09rod010 h Rodillo ligero.			
mq09sie010 h Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW...			
mq11com010 h Compactador de neumáticos autopropulsado, de ...			8,664
mq11ext030 h Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.			8,664

Proyecto de instalación deportiva de campo d...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

Actividad	Comienzo	Terminación	Jun '18	Jul '18
Proyecto de instalación deportiva ...	01/09/17	24/07/18	[Barra negra]	
1. Acondicionamiento del terreno	01/09/17	06/09/17		
2. Movimiento de tierras	06/09/17	20/09/17		
3. Estructuras de hormigón armado	20/09/17	20/12/17		
4. Paramentos, acabados y elemen...	20/12/17	20/02/18		
4.1. Edificio servicios	20/12/17	02/02/18		
4.2. Cabezal de riego	02/02/18	20/02/18		
4.3. Arqueta bombeo	20/12/17	30/12/17		
5. Carpintería edificios	30/05/18	20/06/18	[Barra negra]	
5.1. Edificio servicios	30/05/18	20/06/18	[Barra azul]	
5.2. Edificio cabezal	04/06/18	16/06/18	[Barra azul]	
6. Instalación eléctrica	20/02/18	15/05/18	[Barra azul]	
6.1. Red toma de tierra	20/02/18	01/03/18	[Barra azul]	
6.2. Canalizaciones	20/02/18	23/03/18	[Barra azul]	
6.3. Cableado	23/03/18	04/05/18	[Barra azul]	
6.4. Protecciones	04/05/18	15/05/18	[Barra azul]	
7. Instalación de riego	20/09/17	04/10/17		
7.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17		
7.2. Aspersores	25/09/17	28/09/17		
7.3. Conducciones	25/09/17	28/09/17		
7.4. Relleno zanjas	28/09/17	04/10/17		
8. Red de Fontanería y saneamiento	20/02/18	03/04/18		
8.1. Red de saneamiento horizontal	20/02/18	03/04/18		
9. Instalación evacuación aguas pl...	20/09/17	05/10/17		
9.1. Movimiento de tierras	20/09/17	23/09/17		
9.2. Conducciones	25/09/17	30/09/17		
9.3. Rellenos zanjas	02/10/17	05/10/17		
10. Superficie vegetal y suelo. Terr...	08/09/17	12/10/17		
10.1. Relleno capas drenaje	08/09/17	20/09/17		
10.2. Especies vegetales terreno de j...	05/10/17	12/10/17		
11. Pavimentos exteriores	04/05/18	08/06/18	[Barra negra]	
11.1. Viales interiores	04/05/18	08/06/18	[Barra azul]	
11.2. Viales parking	04/05/18	18/05/18	[Barra azul]	
12. Mobiliario y equipamiento exte...	19/06/18	24/07/18	[Barra negra]	
12.1. Mobiliario urbano	19/06/18	10/07/18	[Barra roja]	
12.2. Equipamiento no recreativo	19/06/18	29/06/18	[Barra azul]	
12.3. Cerramientos parcela	19/06/18	24/07/18	[Barra roja]	
12.4. Jardinería interior	19/06/18	23/06/18	[Barra azul]	
13. Mobiliario y equipamiento inter...	15/05/18	05/06/18	[Barra negra]	
13.1. Bar-Restaurante	15/05/18	30/05/18	[Barra azul]	
13.2. Vestuarios y baños	15/05/18	05/06/18	[Barra azul]	
14. Instalación contra incendios	20/06/18	27/06/18	[Barra azul]	
15. Seguridad y Salud	01/09/17	24/07/18	[Barra azul]	
16. Gestión de residuos	01/09/17	24/07/18	[Barra azul]	

Plan de pagos

Pago mensual	294.649,54 €	100.719,48 €
Pagos acumulados	2.271.241,53 €	2.371.961,01 €

Proyecto de instalación deportiva de campo d...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Jun '18	Jul '18
Cronograma de mano de obra		
mo003 h Oficial 1ª electricista.	5,106	
mo004 h Oficial 1ª	4,952	
mo005 h Oficial 1ª instalador de climatización.	2,942	
mo006 h Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y s...	7,952	
mo008 h Oficial 1ª fontanero.	50,182	
mo011 h Oficial 1ª montador.	18,972	0,402
mo017 h Oficial 1ª carpintero.		
mo018 h Oficial 1ª cerrajero.	337,447	207,539
mo019 h Oficial 1ª construcción.		
mo020 h Oficial 1ª construcción.	9,576	
mo021 h Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.		
mo023 h Oficial 1ª soldador.		
mo024 h Oficial 1ª alicatador.		
mo030 h Oficial 1ª aplicador de productos aislantes.		
mo032 h Oficial 1ª aplicador de productos impermeabilizantes.		
mo035 h Oficial 1ª escayolista.		
mo038 h Oficial 1ª pintor.		
mo040 h Oficial 1ª jardinero.	1,680	
mo041 h Oficial 1ª construcción de obra civil.	549,810	218,301
mo042 h Oficial 1ª estructurista.	110,811	116,977
mo043 h Oficial 1ª ferrallista.		
mo044 h Oficial 1ª encofrador.		
mo045 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra de...		
mo046 h Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormi...		
mo047 h Oficial 1ª montador de estructura metálica.		
mo054 h Oficial 1ª montador de aislamientos.		
mo055 h Oficial 1ª cristalero.	6,779	
mo058 h Ayudante carpintero.		
mo059 h Ayudante cerrajero.	336,416	207,539
mo061 h Ayudante soldador.		
mo062 h Ayudante alicatador.		
mo068 h Ayudante aplicador de productos aislantes.		
mo070 h Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.		
mo076 h Ayudante pintor.		
mo077 h Ayudante construcción.		
mo080 h Ayudante montador.	2,203	0,402
mo086 h Ayudante jardinero.		
mo087 h Ayudante construcción de obra civil.	606,641	238,394
mo089 h Ayudante estructurista.	110,811	116,977
mo090 h Ayudante ferrallista.		
mo091 h Ayudante encofrador.		
mo092 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d...		
mo093 h Ayudante montador de estructura prefabricada de hormi...		
mo094 h Ayudante montador de estructura metálica.		
mo101 h Ayudante montador de aislamientos.		

Proyecto de instalación deportiva de campo d...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Jun '18	Jul '18
Cronograma de mano de obra		
mo102 h Ayudante electricista.	3,990	
mo103 h Ayudante	4,952	
mo104 h Ayudante instalador de climatización.	2,942	
mo105 h Ayudante instalador de redes y equipos de detección y s...	7,952	
mo107 h Ayudante fontanero.	51,427	
mo110 h Ayudante cristalero.	6,779	
mo111 h Peón ordinario construcción.		
mo112 h Peón especializado construcción.		
mo113 h Peón ordinario construcción.	29,131	
mo114 h Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.		
mo115 h Peón jardinero.	3,360	
mo117 h Peón escayolista.		
mo119 h Oficial 1ª Seguridad y Salud.	26,784	20,407
mo120 h Peón Seguridad y Salud.	29,409	22,407

	Jun '18	Jul '18
Cronograma de maquinaria		
mq01exn020a h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...	0,600	
mq01exn020b h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, d...		
mq01exn050c h Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, c...		
mq01mot010a h Motoniveladora de 141 kW.	0,623	
mq01mot010b h Motoniveladora de 154 kW.	7,270	
mq01pan010a h Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9...	0,467	
mq01ret010 h Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.		
mq01ret020b h Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.		
mq01ret020c h Retrocargadora sobre neumáticos, de 74,9 kW.	2,180	
mq02cia020j h Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	8,205	
mq02roa010a h Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, an...	35,832	
mq02rod010a h Bandeja vibrante de guiado manual, de 170 kg, a...	311,580	
mq02rod010d h Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, a...		
mq02ron010a h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 ...		
mq02ron010j h Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 32,8 k...	0,935	
mq02rop020 h Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con pl...		
mq02rov010i h Compactador monocilíndrico vibrante autopropuls...	13,398	
mq04cab010c h Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.		
mq04cab010e h Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	94,032	71,644
mq04cag010b h Camión con grúa de hasta 10 t.	9,840	
mq04cag010c h Camión con grúa de hasta 12 t.		
mq04cap020aa h Camión de transporte de 10 t con una capacida...	15,213	11,591
mq04dua020b h Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	24,060	
mq05mai030 h Martillo neumático.		
mq05pdm010a h Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.		
mq05pdm010b h Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.		
mq05pdm110 h Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.		

Proyecto de instalación deportiva de campo d...

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 1/09/2017 - 24/07/2018)

	Jun '18	Jul '18
Cronograma de maquinaria		
mq05per010 h Perforadora con corona diamantada y soporte, por...		
mq06bhe010 h Camión bomba estacionado en obra, para bombe...		
mq06fra010 h Fratasadora mecánica de hormigón.		
mq06mms010 h Mezclador continuo con silo, para mortero indust...		
mq06vib020 h Regla vibrante de 3 m.		
mq07gte010c h Grúa autopropulsada de brazo telescópico con un...		
mq08mpa030 h Maquinaria para proyección de productos aislantes.		
mq08sol020 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléct...		
mq09mot010 h Motocultor 60/80 cm.		
mq09rod010 h Rodillo ligero.		
mq09sie010 h Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW...		
mq11com010 h Compactador de neumáticos autopropulsado, de ...		
mq11ext030 h Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.		