



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Diseño y Ejecución de Gasocentro (Centro de Almacenamiento y Distribución de Combustibles Líquidos). Polígono industrial Almassora (Castellón).

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en ingeniería de obras públicas.

Curso: 2014/15

Autor: Carlos Mario Grisales López

Tutor: Luis Oria Domenech

Valencia, Agosto de 2015

ÍNDICE

Parte I: Memoria

Capítulo I Descripción.....	1
1. <u>Antecedentes</u>.....	1
2. <u>Situación y emplazamiento</u>.....	1
3. <u>Normativa específica</u>.....	2
4. <u>Descripción básica de proyecto</u>.....	3
5. <u>Obra civil</u>.....	4
5.1 Adaptación del terreno.....	4
5.2 Línea límite de la edificación.....	5
5.3 Red de abastecimiento de agua.....	5
5.4 Red de saneamiento.....	6
5.5 Edificio.....	9
5.6 Monoposte.....	12
5.7 Zona de aparcamientos.....	13
5.8 Área de abastecimiento y descarga.....	13
5.9 Cerramiento exterior y acceso.....	13
5.10 Firmes y pavimentos.....	14
5.11 Señalización.....	17
6. <u>Instalación mecánica</u>.....	17
6.1 Depósitos para almacenamiento.....	17
6.2 Red de tuberías.....	31
6.3 Suministro de combustible.....	37
7. <u>Instalación eléctrica</u>.....	41
7.1 Potencia instalada.....	41
7.2 Clasificación de zonas.....	42
7.3 Conductores.....	48
7.4 Canalizaciones.....	48
7.5 Conexión a la red general.....	49
7.6 Líneas de distribución.....	52
7.7 Cuadros de distribución.....	52
7.8 Red de fuerza.....	52
7.9 red de alumbrado.....	53
7.10 Red de tierra.....	55
7.11 Sistema de protección para descarga de camiones cisterna.....	57
7.12 Protección contra sobretensiones atmosféricas.....	57
7.13 Sistema de alimentación ininterrumpida.....	59
8. <u>Seguridad y protección contra incendios</u>.....	60
8.1 Generalidades.....	60
8.2 Instalaciones en el interior.....	61

8.3 instalaciones en el exterior de edificaciones.....	62
8.4 Señalización.....	63
Capítulo II Cálculos.....	1
9. <u>Normativa</u>	1
10. <u>Software de cálculo</u>	1
11. <u>Cargas</u>	1
11.1 Sobre cargas de uso.....	1
11.2 Sobre carga de nieve.....	2
11.3 Acciones del viento.....	2
11.4 Acciones Sísmicas.....	3
11.5 Peso propio.....	4
12. <u>Resultados</u>	4
12.1 Edificio.....	4
12.2 Monoposte.....	42
13. <u>Calculo del separador de hidrocarburos</u>	49
Capítulo III Estudio económico.....	1
14. <u>Estudio de mercado</u>	1
14.1 Introducción.....	1
14.2 Contexto.....	1
14.3 Flujo de caja.....	2
14.4 Resultados.....	2
Capítulo IV Medidas de integración y minimización ambiental.....	1
15. <u>Localización</u>	1
16. <u>Descripción de la instalación</u>	1
17. <u>Materia prima empleada</u>	1
18. <u>Energía consumida</u>	1
19. <u>Caudales de abastecimiento de agua</u>	1
20. <u>Composición de vertidos, residuos y destino de los mismos</u>	1
21. <u>Niveles sonoros y vibraciones emitidas</u>	2
22. <u>Prevención, reducción y control de emisiones</u>	2
23. <u>Alteración medioambiental</u>	3
24. <u>Planeamiento urbanístico vigente</u>	4

Capítulo V Estudio de seguridad y salud	1
25. Objetivo	1
26. Legislación aplicable	1
27. Datos de la obra	2
27.1 Trabajadores.....	2
27.2 Centros de asistencia sanitaria.....	2
27.3 Accesos.....	3
27.4 Circulación de personal.....	3
27.5 Suministro de energía.....	3
27.6 Acopio de suministros y de materiales.....	3
27.7 Evacuación de tierras.....	4
28. Seguridad en la obra	4
28.1 Movimiento de tierras.....	4
28.2 Hormigones, cubierta estructura.....	6
28.3 Normas de conservación y limpieza.....	8
28.4 Instalaciones higiénicas en la obra.....	9
29. Instalaciones provisionales	9
29.1 Instalación provisional eléctrica.....	9
29.2 Instalaciones contra incendios.....	10
30. Maquinaria	11
30.1 Herramientas.....	11
31. Presupuesto	15
31.1 Protecciones personales.....	15
31.2 Protecciones generales.....	16
31.3 Protecciones eléctricas.....	16
31.4 Elementos de higiene.....	16
31.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.....	17
31.6 Resumen.....	17
Bibliografía	1

Parte II Planos

1. Plano de situación	1
2. Plano de emplazamiento	2
3. Plano de accesos	3
4. Plano detalle de parcela	4
5. Plano geométrico del Gasocentro	5
6. Instalación mecánica	6
7. Tanques de almacenamiento	7
8. Planos pavimentos	8
9. Detalle pavimentos y juntas	9
10. Instalación eléctrica clasificación de zonas	10
11. Red de saneamiento	11

12. <u>Esquema unifilar I</u>	12
13. <u>Esquema unifilar II</u>	13
14. <u>Plano de circulación y señalización</u>	14
15. <u>Cimentación del edificio-geometría</u>	15
16. <u>Cimentación, armado y vigas de atado</u>	16
17. <u>Detalle de cimentación</u>	17
18. <u>Pilares Detalle y armado</u>	18
19. <u>Pórtico 1 y pórtico 3</u>	19
20. <u>Pórtico 2</u>	20
21. <u>Pórtico 4 y pórtico 5</u>	21
22. <u>Monoposte</u>	22

Parte III Pliego de condiciones

Capítulo I Pliego de condiciones generales y económicas.....1

1. <u>Condiciones generales</u>	1
1.1 Objeto.....	1
1.2 Descripción de las instalaciones.....	1
1.3 Documentación complementaria.....	1
1.4 Interpretación.....	2
1.5 Calidades.....	2
2. <u>Condiciones legales</u>	3
2.1 Condiciones generales.....	3
2.2 Condiciones facultativas legales.....	3
2.3 Seguridad en el trabajo.....	3
2.4 Seguridad publica.....	4
2.5 Inspección y vigilancia de las obras.....	4
2.6 Disposiciones legales.....	5
2.7 Responsabilidad del contratista.....	5
3. <u>Ejecución de las obras</u>	5
3.1 Dirección facultativa.....	5
3.2 Facultades de la dirección facultativa.....	5
3.3 Jefe de obra.....	6
3.4 Presencia del contratista en la obra.....	6
3.5 Oficina de obra.....	6
3.6 Interpretaciones, aclaraciones de los documentos del proyecto.....	6
3.7 Reclamaciones contra ordenes de la dirección facultativa.....	6
3.8 Recusación del Contratista del Personal Nombrado por la Ingeniería....	7
3.9 Despidos por falta de subordinación o incompetencia.....	7
3.10 libro de órdenes.....	7
3.11 Comienzo de la obra.....	7
3.12 Orden de los trabajos.....	7
3.13 Ampliación del proyecto.....	8
3.14 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso.....	8
3.15 Prorrogas por fuerza mayor.....	8

3.16 Replanteo general.....	8
3.17 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	8
3.18 Obras ocultas.....	8
3.19 Trabajos defectuosos.....	9
3.20 Vicios ocultos.....	9
3.21 Procedencia de materiales y aparatos.....	9
3.22 Empleo de los materiales y aparatos.....	9
3.23 Materiales no utilizables.....	9
3.24 Materiales y aparatos defectuosos.....	10
3.25 Medios auxiliares.....	10
3.26 Recepciones provisionales.....	10
3.27 Conservación de obras recibidas.....	10
3.28 Programa de trabajos.....	11
3.29 Mejoras y variaciones del proyecto.....	11
3.30 Recepción del material.....	11
3.31 Organización.....	11
3.32 Ejecución de las obras.....	12
3.33 Métodos Constructivos.....	12
3.34 Equipos de obra.....	12
3.35 Responsabilidad del contratista.....	12
3.36 Realización de los trabajos.....	13
3.37 Obras no definidas completamente.....	13
4. <u>Condiciones económicas</u>.....	13
4.1 Recepción de la obra.....	13
4.2 Accidentes de trabajo.....	14
4.3 Daños a terceros.....	14
4.4 Pago de árbitros.....	14
4.5 Anuncios y carteles.....	14
4.6 Copias de documentos.....	14
4.7 Suministro de los materiales.....	14
4.8 Penalización por plazo de ejecución de las obras.....	15
4.9 Recepción provisional de las obras.....	15
4.10 Plazo de garantía.....	15
4.11 Suspensión de las obras.....	15
4.12 Medición y abono de obras.....	15
4.13 Precios contradictorios.....	17
4.14 Obras incompletas.....	17
Capítulo II Pliego de condiciones generales y particulares.....	18
5. <u>Condiciones generales</u>.....	18
6. <u>Obra civil</u>.....	18
6.1 Movimientos de tierras.....	18
6.2 Firmes y señalización.....	18
6.3 Cimentaciones.....	19
7. <u>Instalación mecánica</u>.....	19

7.1 Obra civil complementaria.....	19
7.2 Depósitos de combustible, fosos y canalizaciones.....	20
7.3 Tuberías.....	20
7.4 Aparatos surtidores.....	21
8. <u>Instalación eléctrica</u>.....	21
8.1 Acometida y centro de transformación.....	21
8.2 Cuadros eléctricos.....	21
8.3 Canalizaciones.....	21
8.4 Conductores.....	21
8.5 Diferenciales e interruptores magnetotérmicos.....	22
8.6 Interruptores conmutadores y enchufes.....	22
8.7 Tomas de tierra.....	22
9. <u>Materiales</u>.....	23
9.1 Cemento.....	23
9.2 Agua.....	23
9.3 Áridos.....	23
9.4 Yeso.....	23
9.5 Morteros.....	24
9.6 Hormigón.....	24
9.7 Acero.....	24
9.8 Obras de fábrica.....	24
10. <u>Normativa</u>.....	24

Parte IV Presupuesto

1. <u>Introducción</u>.....	1
2. <u>Urbanización</u>.....	2
2.1 Preliminares.....	2
2.2 Movimientos de tierra.....	2
2.3 Firmes y pavimentos.....	3
2.4 Saneamiento.....	4
2.5 Abastecimiento.....	6
2.6 Mobiliario de alumbrado exterior.....	7
3. <u>Edificio Principal</u>.....	7
3.1 Cimentación.....	7
3.2 Estructura.....	8
3.3 Albañilería y fontanería.....	8
3.4 Otros conceptos.....	8
4. <u>Señalización/Monoposte</u>.....	9
4.1 Cimentación.....	9
4.2 Estructura.....	9

5. <u>Vallado exterior</u>	9
6. <u>Instalación eléctrica</u>	10
6.1 Cableado y conductos	10
6.2 Aparamenta	11
6.3 Terminales de consumo	11
6.4 Línea de tierra	12
7. <u>Instalación contra incendios</u>	12
8. <u>Instalación mecánica</u>	12
8.1 Depósitos	12
8.2 Red de tuberías	13
8.3 Aspiración y sobrecarga	14
9. <u>Instalaciones de seguridad y salud</u>	14
10. <u>Gastos de ingeniería</u>	14
11. <u>Presupuesto final</u>	15

PARTE I MEMORIA

CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN

1. Antecedentes.

Se busca diseñar un centro de almacenamiento de combustibles líquidos, también conocido como gasocentro.

Este gasocentro va abastecer a los municipios de Almassora, Castellón de la plana, Vila-real, Benicassim y cercanías. En la zona donde se ubicara este, se prevé un alto consumo de gasóleo A y B destinado a la automoción y agricultura o ganadería. Las temperaturas bajas en periodos de invierno favorece la venta de gasóleo C. Por estos motivos, se distribuirá gasóleo A, B y C.

El gasocentro tendrá su flota propia de camiones aunque también se podrán utilizar camiones ajenos, en periodos donde el consumo sea alto, se subcontrataran los servicios de camiones cisterna privados para dar abasto a la demanda.

2. Situación y emplazamiento

El Gasocentro se situara en la localidad de Almassora, provincia de Castellón quedando emplazado en el polígono S.U.P.O.I. El polígono está situado de forma que el acceso al mismo se lleve a cabo desde la CV-10 y la AP-7.

Según el P.G.O.U–1998 del ayuntamiento de Almassora nos encontramos en un suelo de uso industrial y se seguirá la ordenanza particular *AO-12 Industrial*.





3. Normativa específica

En el desarrollo del presente proyecto, se han seguido y cumplido las normativas vigentes aplicables.

Se ha considerado, tal y como indica la legislación nacional cuando se trata de industria con materias primas petrolíferas, la Instrucción Técnica Complementaria del Ministerio de Industria para Instalaciones Petrolíferas, además en la siguiente lista se especifican las normas que rigen el diseño y la realización del proyecto:

- ITC-MI-IP-02: Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos
- Real decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre.
- Ley 8/2015, de 21 de mayo. Sector hidrocarburos.
- Norma UNE 62.350-99, "Tanques de acero para almacenamiento de carburantes y combustibles líquidos. Tanques de capacidad mayor de 3000 litros".
- UNE-EN ISO 3834-5:2006 "Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos".
- REBT "Reglamento electrotécnico de baja tensión."
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales Real Decreto 2267/2004.

- NTP 4: Señalización de vías de evacuación.
- Serie UNE 23.500 sobre sistemas contra incendios.
- Ley 31 / 95 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- CEI 79.15-87 Material eléctrico para atmósferas explosivas. Aparatos eléctricos con tipo de protección N.
- UNE 21-818-3M-91 Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Envoltentes antideflagrantes.
- DIN 28450/1-89 Acoplamiento para camiones cisterna, presión nominal 10, tamaño nominal 50, 80 y 100. Inspección, diseño, exámenes y marcado.
- Norma UNE 20.322-86, "Clasificación de emplazamientos con riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores y nieblas inflamables".
- REAL DECRETO 2102/1996, de 20 septiembre, sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes de almacenamiento y distribución de gasolina desde las terminales a las estaciones de servicio.
- Norma UNE 109.502 Informe, "Instalación de tanques de acero enterrados para almacenamiento de carburante y combustibles líquidos".
- UNE 53496-1:2007 Plásticos. Depósitos, aéreos o en fosa, de plástico reforzado con fibra de vidrio destinados a almacenar productos petrolíferos.
- UNE-EN 976-1:1998 Tanques enterrados de plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV). Tanques cilíndricos horizontales para el almacenamiento sin presión de carburantes petrolíferos líquidos.
- P.G.O.U-1998 "Plan General de Ordenación Urbana" Ayuntamiento de Almassora.
- Código técnico de la edificación CTE.
- EAE, "Instrucción de acero estructural".

- EHE 08 “Instrucción de hormigón estructural”.
- 292/86T Marcas viales.
- 8.3-IC Señalización obras.

4. Descripción básica del proyecto

Con el presente proyecto se busca crear una instalación que sea capaz de cubrir la demanda de su entorno.

El solar objeto de estudio cuenta con una superficie aproximada de unos 4100 m² para la instalación y desarrollo de nuestro gasocentro, en el cual se pretende suministrar los siguientes tipos de gasóleos:

- Gasóleo A
- Gasóleo B
- Gasóleo C

Se realizarán todas aquellas instalaciones que sean necesarias para el perfecto funcionamiento del gasocentro. Dotando el gasocentro con una correcta instalación mecánica, también desde el punto de vista de la edificación implantando los servicios que fueran necesarios. Además se ejecutará una instalación contra incendios.

Una descripción de la instalación será la siguiente, cumpliendo siempre las normas exigidas:

- Instalación mecánica con cuatro depósitos enterrados.
- Edificación: cimentación, estructura, oficina, climatización y todo aquello que sea necesario para el bienestar de los usuarios.
- Instalación eléctrica.
- Red de saneamiento separativa para aguas pluviales, fecales e hidrocarbúricas.
- Cerramientos y pavimentación.
- Instalación para protección contra incendios.

5. Obra civil.

5.1. Adaptación del terreno.

5.1.1. Estudios del terreno.

Con el fin de asegurar la viabilidad del proyecto, se ha extraído el estudio geotécnico de una obra colindante debido a que no podremos diseñar una estructura sin saber cuál es la respuesta del terreno con respecto a esta.

Si no se tienen datos fehacientes del terreno, pueden surgir muchos problemas que podrán subir el coste del proyecto en relación con el terreno derivados de la falta de conocimiento sobre el comportamiento del suelo e incluso podrían poner en peligro la seguridad.

Según el estudio geotécnico, se puede observar que estamos ante un terreno poco agresivo para el empleo de hormigones, se utilizará el empleo de una cimentación con vigas de atado y para el movimiento de tierras con el fin de mejorar la excavabilidad se recomienda elementos mecánicos.

5.1.2. Movimientos de tierra.

5.1.2.1. Preparación del terreno

Se debe desbrozar el terreno y retirar la tierra vegetal antes de escarificar y compactar la superficie.

A continuación se procede a la explanación de la superficie de la parcela hasta tener una cota tal que, tras compactar el terreno, se pueda asfaltar quedando a nivel con la vía. Se llevará a cabo de forma que el firme de la instalación presente una pendiente de entre el uno y el dos por ciento para asegurar la esorrentía de agua.

Para efectuar el relleno se usaran arenas con pequeño tamaño de grano, y se mezclarán con otras de tamaño mayor. La arena tendrá que estar lavada, limpia y seca y no podrá contener sustancias extrañas.

Finalmente, se estudiará cuál es el contenido de humedad del terreno, y si hiciera falta, se añadirá agua para la consecución del grado de compactación necesario, pudiendo añadirse materiales secos, etc.

5.1.2.2. Preparación de accesos

Se creará un acceso que sirva de entrada y salida. Se construirán también isletas y elementos separadores de circulación con una adecuada señalización vertical y horizontal que haga fácil el tránsito por el interior del gasocentro.

5.2. Línea límite de la edificación.

Según lo especificado P.G.O.U del Ayuntamiento de Almassora a ambos lados de las carreteras se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la carretera queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resulten imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones existentes. La línea límite de edificación puede ser modificada por el Ayuntamiento con fines urbanísticos o socioeconómicos.

Toda la infraestructura del gasocentro quedará detrás de la citada línea y delante de ella únicamente se podrán realizar obras destinadas a facilitar la entrada o salida de vehículos del gasocentro.

5.3. Red de abastecimiento de agua

Para el suministro de agua potable será de necesario realizar una conexión con la red municipal, de acuerdo con el reglamento establecido por el Ayuntamiento de Almassora y Facsa S.A.

Esta conexión se realizara a través de una arqueta de registro. Dicha arqueta de registro deberá tener los siguientes elementos:

- Llave o válvula de toma que deja interrumpir el suministro de agua. Dicha toma es responsabilidad y propiedad de la empresa suministradora y deberá situarse junto a la toma de la tubería principal o donde la válvula de registro de la compañía, lo más cercano posible al límite de la propiedad.
- Llave de paso, nada más entrar en la propiedad con una válvula de retención para evitar que el agua pueda retornar a la red.
- Un contador entre la llave de paso y la de retención.
- Un dispositivo que permita la conexión de aparatos de medida sin desmontajes.

Desde la llave de paso hasta la de abonado, los elementos estarán contenidos en una cámara donde serán visibles. La cámara dispondrá de desagüe de dimensión suficiente para evacuar el líquido que pudiera quedar retenido. Unido a la acometida se instalarán los elementos necesarios para medir caudal y presión.

Lo anterior estará comprendido en el contador central. La tubería principal desembocará en una arqueta desde la que saldrán tuberías de distribución hasta los distintos puntos de consumo del gasocentro, desde los que se podrá regular el caudal de salida con válvulas de corte independientes, a saber:

- Edificio
- Sistema de extinción de incendios.

El tramo comprendido entre la red principal y la acometida de la base de suministro será de ejecución y maniobra exclusiva de la compañía suministradora.

Se empleará tubería de PVC de Ø 150 mm. En el exterior de los elementos construidos irán enterradas a una profundidad de 60 cm. respecto al nivel inferior del pavimento. En el interior de los edificios se empotrarán en las paredes por encima de los aparatos a los que suministra agua.

5.4. Red de saneamiento.

Se llevara a cabo la implantación de una nueva red de saneamiento para el gasocentro.

Para llevar esto acabo, se han seguido las normas exigidas tanto por el Plan General de almassora, así como cualquier Ordenanza municipal que exista en temas referentes a la evacuación de aguas tanto residuales de cualquier tipo, ya sean hidrocarburadas o fecales, así como de aguas pluviales.

Esta red busca evacuar las aguas sin que exista interferencia entre las diferentes redes ya que la Ordenanza nos impone la creación de una red separativa para las tres redes.

Se utilizaran las pendientes existentes en nuestro pavimento para poder llevar a cabo la evacuación tanto de aguas pluviales como de aguas residuales hidrocarburadas. En el caso de las aguas fecales deberemos darle la pendiente mínima exigible al entramado de la red para poder llevar a cabo la evacuación de las aguas.

5.4.1. Red de aguas pluviales

Se encargara de recoger el agua proveniente de la lluvia por escorrentía en el edificio, para lo cual éstos se diseñaran de forma que se asegure una pendiente suficiente y tal que el agua recogida se distribuya hacia los puntos correspondientes de recogida donde se dispondrá una cazoleta sifónica de PVC como cierre inodoro.

Los canalones deberán tener un inclinación mínima del tres por ciento. Las bajantes acabarán en unas arquetas mediante las cuales se unirán a la red de tuberías que lleva las aguas pluviales.

5.4.2. Red de aguas fecales

Se encargara de recoger las aguas fecales del edificio principal para conectarlas a la red de saneamiento municipal a través de un decantador de productos sólidos.

Las tuberías de recogida de aguas fecales serán de PVC de Ø 200 mm. Estas irán enterradas asegurando una pendiente mínima del dos por ciento y una profundidad mínima de 60 cm. Medidos desde la generatriz superior de las tuberías.

Los sistemas que conecten con esta red lo harán a través de sifones que eviten la salida de gases.

5.4.3. Red de aguas Hidrocarburadas

Las aguas contaminadas por vertidos de hidrocarburos serán arrastradas a los sumideros, a los que llegarán por medio de escorrentía desde el pavimento (la zona más crítica en cuanto a hidrocarburos será la de carga y descarga de camiones cisterna).

La pendiente del pavimento en esta zona será tal que permita que cualquier derrame fluya rápidamente hacia un sumidero situado fuera de la proyección vertical del vehículo evitando que alcance la red de alcantarillado.

Esta pendiente estará distribuida por todo el pavimento del gasocentro y deberá tener una pendiente de entre el dos y el tres por ciento hacia los sumideros. Los sumideros serán del tipo sifónico para evitar salidas de gases y olores.

Todas las tuberías serán estancas de Ø 160 mm. En el inicio del ramal y Ø 200 mm. Según va avanzando la red. Estas deberán ir enterradas a una profundidad de 60 cm. medidos desde la generatriz superior de la tubería.

Estas tuberías estarán dirigidas a la arqueta donde se unirán todas las conducciones de aguas hidrocarburadas para su tratamiento en el sistema separador antes de su vertido a la red de alcantarillado municipal.

Toda la red estará provista de arquetas no pudiendo haber más de 40 m. entre ellas. No se permiten quiebros sin arqueta. En la entrada y la salida del gasocentro habrá canaletas de hormigón con rejilla de hierro fundido para evitar la entrada o salida de aguas de escorrentía.

5.4.4. Sistema de depuración de aguas

Según el P.G.O.U del Ayuntamiento de Almassora en su ordenanza general **OG-7 Protección. Edificios e impacto ambiental** exige que el máximo parámetro de contaminación para el vertido de aceites y grasas al alcantarillado municipal sea de 150mg/L. para poder llegar a esos valores en nuestras aguas es necesario la instalación de un separador de hidrocarburos.

Este elemento recibe el agua tras haber pasado primero por una arqueta arenosa que hará como primer filtro, y ya una vez el agua en el interior por un proceso de coalescencia reduce el porcentaje y cantidad de grasas y elementos contaminantes.

El Ayuntamiento, Entidad o Empresa en quien delegue, en uso de sus facultades, podrá efectuar tantas inspecciones como estime oportunas para verificar las condiciones y características de los vertidos a la red de alcantarillado.

5.4.4.1. Separador de hidrocarburos

Un separador de hidrocarburos tiene como misión la separación de restos de aceites y grasas minerales, combustibles y otras fases flotantes presentes en las aguas del vertido. El motivo es preservar el medio ambiente de la agresión que provocaría el vertido directo y evitar las complicaciones que surgirían en las depuradoras municipales. Este vertido se caracteriza por la presencia de aceites vegetales y minerales

Debido a que se empleará la misma red para la recogida de aguas pluviales e hidrocarbурadas, se tendrá en cuenta la pluviometría de Castellón al seleccionar el separador de hidrocarburos para asegurar que no se pueda producir un desbordamiento del sistema. Además se dotará al sistema de una válvula de by-pass para evitar, en caso de lluvias torrenciales, que el agua limpia pase innecesariamente por el separador.

El funcionamiento del separador de hidrocarburos se basa en la separación por gravedad de fluidos no solubles en agua. Las aguas cargadas de hidrocarburos penetran en el tanque a través de un difusor que les obliga a posarse en el fondo evitando las turbulencias de la superficie. En la parte central del depósito los hidrocarburos de densidad inferior a la del agua suben a la superficie, donde se retienen para su extracción. El agua separada de los hidrocarburos pasa por debajo de la masa flotante saliendo al alcantarillado a través de una válvula de seguridad cuando el volumen de hidrocarburos es superior al del agua.

5.4.4.2. Sistema de evacuación de aguas.

En la búsqueda de un perfecto drenaje del pavimento del gasocentro se usará un sistema de arquetas de sumidero con rejillas de fácil instalación sobre el canal. Dicho canal lleva nervios de anclaje que permiten mantener el sistema en la posición de diseño.

Las rejillas serán de fundición con acabado protector para instalaciones de suministro de combustible.

Tanto en la entrada como en la salida del recinto del gasocentro se instalarán unos sumideros para evitar la entrada y salida de aguas.

El terreno será pavimentado con especial atención para conseguir los desniveles necesarios para poder evacuar las aguas hacia los sumideros sin que queden puntos muertos o de agua estancada.

Antes del vertido de agua a la red de alcantarillado municipal se deberá filtrar el agua por el separador de grasas e hidrocarburos.

La acometida a la red de alcantarillado se hará según la norma NTSE-ISA "Alcantarillado" y ateniéndose a lo establecido en las Ordenanzas y

Reglamentos Municipales. Esta arqueta será accesible desde el exterior del complejo y será utilizada para la toma de muestras y medidas por parte del organismo estatal competente. Dicho organismo poseerá una llave de clausura de la arqueta, que será única.

5.5. Edificio

La estructura del edificio se llevara a cabo con pilares, vigas, zapatas, losas y vigas de atado de hormigón armado. Para ello seguiremos las normas indicadas en la EHE-08, EC9 y el CTE.

Utilizaremos acero B500S para las barras corrugadas, acero S275 para los perfiles metálicos y HA-25 para los elementos de hormigón. La estructura estará soportada por zapatas de hormigón armado y arriostrada por vigas de atado también de hormigón armado.

El edificio tendrá una planta de 10x10m, un total de 100m² en el cual encontraremos distintos compartimentos para desarrollar las funciones normales de vigilancia, mantenimiento del gasocentro y aseos.

5.5.1. Cimentación.

La cimentación se realizara con hormigón armado, debido a esto tomaremos como norma la EHE-08. Según esta norma tendremos que proyectar para una vida útil de 50 años por ser una edificación de carácter industrial. La exposición que debemos tener en cuenta es IIb (cimentaciones).

Teniendo en cuenta las consideraciones vistas tanto en EHE-08 y EC9 se decide emplear un hormigón de resistencia característica $f_{ck}=25\text{MPa}$ y un acero B500S.

5.5.2. Cerramiento y cubierta.

El cerramiento se hará en fábrica de ladrillo perforado de 7cm, 1/2 pie de espesor enfoscado interiormente con mortero de cemento, incluyendo una capa de aislamiento acústico.

La carpintería exterior será de aluminio lacado con doble acristalamiento tipo Isolar Glas.

El forjado estará formado por bovedillas cerámicas y viguetas de hormigón pretensadas bajo una capa de compresión de hormigón. El hormigón se armará en la cara superior para evitar que se produzcan grietas cuando se seque.

La cubierta del edificio se realizará utilizando el sistema de cubierta invertida. Sobre este forjado, se realizará la cubierta, utilizando el sistema de cubierta invertida. Ésta estará constituida por una barrera antivapor de asfalto fundido,

para aislar al edificio de las humedades. Con la siguiente capa, formada de hormigón aligerado, se formarán las pendientes de la cubierta para dirigir el agua hacia los bajantes. Después, se colocará una capa de mortero fratasado de 1 cm de espesor, para aportar resistencia.

5.5.3. Elementos interiores.

La tabiquería interior será pladur auto portante de 76mm, las puertas interiores serán ciegas, de doble chapa lisa.

El solado se llevara a cabo con baldosas de gres de 40x40 cm, se instalará un rodapié del mismo material que las baldosas de 10 cm de altura.

Los aseos estarán alicatados hasta el techo. Contaran con un inodoro, lavabo, plato de ducha y taquillas para los trabajadores.

La iluminación será mediante tubos fluorescentes en todas las salas, a excepción de los aseos que se iluminaran mediante halógenos.

5.5.4. Calefacción y aire acondicionado.

Teniendo en cuenta las dimensiones del edificio será suficiente con situar en la oficina de control un equipo de aire acondicionado con bomba de calor 2x1 que mantenga la temperatura en toda la sala.

Se dispondrán dos splits para servicio de calefacción y refrigeración con un caudal de aire de 450m³/h. Seleccionamos el modelo V8-025 W de la casa Vaillant.

En el aseo se instalara un equipo de ventilación forzada. Este equipo se accionará de manera automática al encender la luz, y se conectará directamente al exterior con una rejilla de sobrepresión.

5.5.5. Distribución.

5.5.5.1. Oficina de control.

Dotada de una amplia superficie de ventanas con el objetivo de facilitar la observación de la zona de repostaje y de la entrada y salida del gasocentro. Dichas ventanas contarán con un sistema automático de persianas metálicas como protección, que se activará desde la propia oficina. Contará con dos puertas de acceso, una frente a la recepción y otra frente al almacén.

Cuenta con una superficie de 30 m² y con 3 puestos de trabajo totalmente informatizados, desde los cuales se controlarán las siguientes funciones:

- i. Nivel de combustible en los tanques.

- ii. Realización de facturas.
- iii. Sistema de alarmas por fugas, incendio, etc.
- iv. Contabilidad
- v. Control de stock.

5.5.5.2. Sala de equipos.

Ubicado junto al almacén, su acceso quedará restringido a personal autorizado, siendo necesaria una identificación en recepción y otra identificación electrónica en la misma puerta de la sala.

Su superficie será de 18 m² y contendrá todo el equipamiento eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de la instalación.

5.5.5.3. Almacén.

Ubicado frente a la oficina de control. El acceso se efectuará con una tarjeta electrónica que tendrá sólo el personal autorizado.

Contará con una superficie de 12 m² y en su interior se guardará el material de oficina y las herramientas pertinentes.

5.5.5.4. Aseos.

Habrá un único aseo de 6 m² de uso común tanto para clientes como para empleados. Irá alicatado hasta el techo con azulejos blancos y dispondrá de los siguientes elementos:

- Lavabo de mármol blanco sobre encimera de 40 x 40 x 11 cm., anclajes a la pared y grifería monomando.
- Dos inodoro de tanque bajo.
- Espejo de 1 x 1 m.
- Dosificador de toallas de papel.
- Dosificador del gel.
- Papelera de pie de plástico.
- Dos urinarios.

5.6. Monoposte.

5.6.1. Descripción.

Se utilizara un perfil metálico HEB 220 sobre el que se dispondrá una estructura plana orientada hacia la dirección de acceso al polígono. El dimensionado del monoposte se ha calculado en función de la visibilidad que proporciona la zona. En este caso tendrá una altura de 12 m. La estructura sobre la que se colocará la publicidad tendrá 2 m. de alto y 4m de ancho.

5.6.2. Cimentación.

La cimentación se ejecutara mediante zapata cuadrada aislada de hormigón armado, el hormigón será HA-25 y el acero B-500 S, con unas dimensiones de 220 cm de ancho y 65 cm de canto.

Se dispondrá una placa de base entre la zapata y el perfil metálico que tendrá unas dimensiones de 400x400mm y 18 mm de espesor y 8 pernos Ø20 mm para un adecuado anclaje.

5.6.3. Estructura.

La estructura estará formada por un perfil metálico de HEB-220 que a su vez soportara el panel publicitario.

Se construirá según la EAE "instrucción de acero estructural"

5.7. Zona de aparcamientos.

El gasocentro estará dotado de tres plazas de dimensiones 10m x 3m para el estacionamiento de camiones cisterna, que por diferentes motivos no estén cargando o descargando combustible. Estas plazas se encontrarán junto al edificio principal.

Además dispondrá de cuatro plazas de dimensiones 5m x 2.5m para el estacionamiento de vehículos, ya sean del personal del gasocentro o no. Estarán situadas frente al edificio principal.

5.8. Área de abastecimiento y descarga.

Se dispondrán dos isletas, en la cual estarán situados los brazos de carga. Se pretende colocar 3 brazos de carga es para evitar que se puedan producir mezclas entre los diferentes gasóleos.

Cuando un camión hace su repostaje es inevitable el hecho de tener un residuo dentro de la manguera, y para no perder un volumen en limpieza de residuos se opta por la colocación de una manguera para cada gasóleo.

El área de abastecimiento estará enfrente del edificio principal, para así poder supervisar visualmente cada una de las operaciones que se estén realizando.

5.9. Cerramiento exterior y acceso.

El cerramiento exterior se realizara con un muro de bloque de 50cm de espesor y 1.3m de altura. En la parte superior del muro se instalará una malla metálica de 1.7m de altura, lo cual suma una altura total de 3m, con lo que se cumple con los requerimientos de aireación.

La entrada y salida de la instalación se realizara por medio de una puerta corredera de 3m de altura, la cual estará siempre cerrada, podrá ser abierta desde la sala de control ante la llegada de un camión o vehículo ajeno a la empresa. El acceso peatonal será desde una puerta cercana a la de vehículos, siguiendo el camino más corto hacia el edificio principal.

5.10. Firmes y pavimentos.

Debido a las características de esta instalación en el momento de elegir los pavimentos se deberá tener especial atención, ya que se debe asegurar la impermeabilidad del pavimento para que los hidrocarburos no se filtren a través del suelo del gasocentro.

Debido a esto se realizaran cuatro tipos de pavimentos:

- Firme rígido: En las Zonas en las que hay riesgo de que se derramen hidrocarburos, aceites, grasas, etc. como serian la zona de carga y descarga.
- Firme semi-rigido: Se dispondrá en la zona donde están enterrados los depósitos.
- Firme flexible: En la zona de circulación de vehículos en que no hay riesgo de derrames de hidrocarburos y no se pavimenten con los dos anteriores.
- Aceras: en las zonas de paso exclusivo de peatones. Alrededor del edificio.

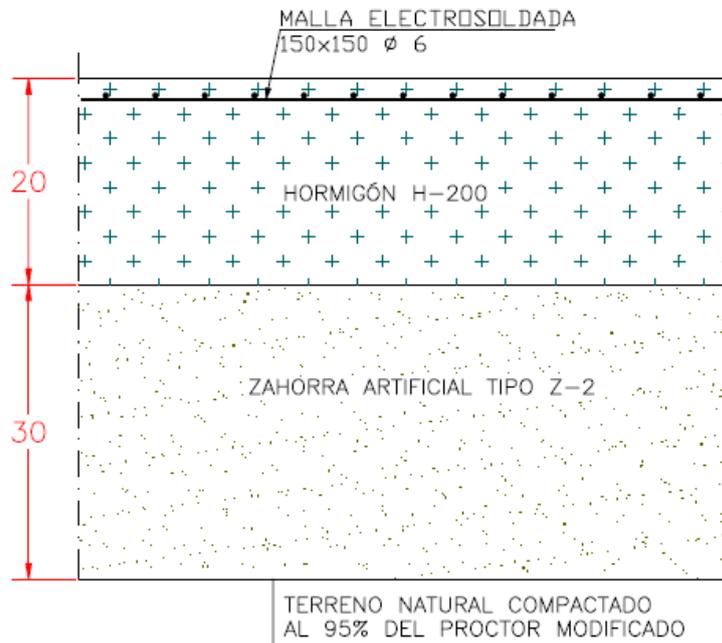
Para el dimensionamiento de estos pavimentos, se han seguido las instrucciones 6.1 – IC y 6.2 – IC “Secciones de Firme” de la Dirección General de Carreteras.

Firme Rígido:

Este tipo de pavimento ha de ser impermeable y con pendiente hacia canaletas, para que los hidrocarburos no se filtren y contaminen el suelo.

Estará formado por una base de 30 cm de zahorra artificial. Encima se realizara un pavimento de hormigo de resistencia de 200 kp/cm² y de 20 cm de espesor. El hormigón al secarse, tiende a contraerse y debido a esto se forman grietas

en la superficie. Para evitar esto se colocara una malla electrosoldada de 150x150 de 5 mm de diámetro en la cara superior del hormigón. El acabado superficial se realizara con fratasado mecánico.



Debido a los cambios climáticos el hormigón suele agrietarse para evitar esto se realizaran juntas de dilatación cada 5 m como máximo, estas deberán ir selladas con material impermeable, resistente y estable al contacto con los hidrocarburos.

Firme Semi-Rigido:

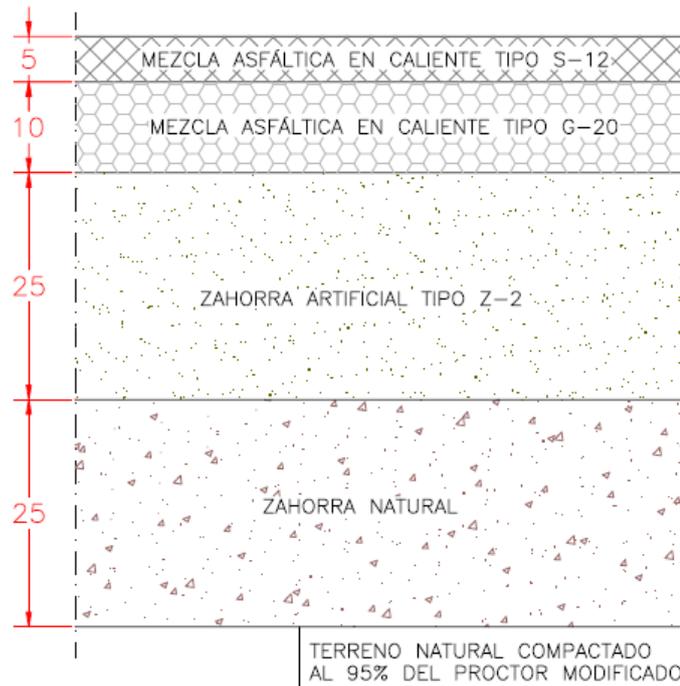
Se aplicara en la zona donde están enterrados los depósitos de almacenamiento de combustible.

Está compuesto por una capa inferior de 10 cm de zahorras naturales, sobre la se asentara una capa de 15 cm de zahorras artificiales de tipo Z-2. Encima se colocara una losa de hormigón H-20 de 20 cm para terminar una capa de rodadura de 5 cm.



Firme Flexible:

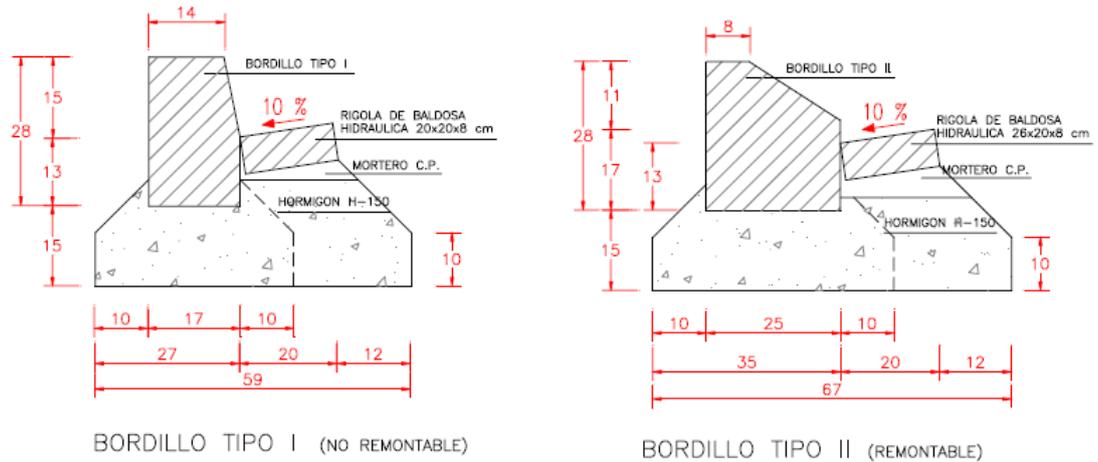
Este firme está compuesto por la capa de rodadura (5 cm de mezcla asfáltica, tipo S-12), la capa intermedia (10 cm de mezcla asfáltica menos densa que la anterior, tipo G-20), una capa de zahorra artificial de 25 cm de espesor y, por último una capa de zahorra natural de 25 cm de espesor. Entre las distintas capas se extenderá previamente un riego de imprimación o adherencia, según el caso.

**Aceras:**

Esta es la superficie destinada, exclusivamente al tránsito de peatones. El solado será de baldosas hidráulicas de 20x20 cm de color gris, sobre una solera de hormigón de 15 cm de espesor y de 150 kp/cm² de resistencia característica, sobre las tierras existentes compactadas. Alrededor del edificio la acera tendrá un ancho de 90 cm.

Bordillos:

Los bordillos serán prefabricados de hormigón de 28 cm de altura y achaflanados en la parte que está en contacto con la calzada.



5.11. Señalización.

La señalización vertical y la señalización horizontal se ceñirán al:

- Catálogo de señales de circulación,
- Norma 8.1-I.C. "Señalización vertical" de la Dirección General de Carreteras.
- Norma 8.2-I.C. "Marcas viales" de la Dirección General de Carreteras.

En lo relacionado a la señalización horizontal se delimitarán en el suelo las plazas de parking tanto de los camiones cisterna como de los turismos y además se señalizará en el suelo la dirección que debe respetar el tráfico dentro del gasocentro, para garantizar una circulación eficiente dentro del mismo.

Mientras que en el interior del gasocentro se instalarán señales para regular la circulación de vehículos, que estarán complementadas por las señales horizontales además, se colocaran señales en la zona de acceso al gasocentro para indicar el sentido de circulación al entrar o salir de él.

6. Instalación mecánica.

6.1. Depósitos para almacenamiento.

6.1.1. Definición.

Los depósitos se diseñarán y construirán conforme a las correspondientes normas:

- UNE 976-1: Tanques enterrados de plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV). Tanques cilíndricos horizontales para el almacenamiento

sin presión de carburantes petrolíferos líquidos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para tanques de una sola pared.

- UNE 53 432: Plásticos. depósitos de polietileno de alta densidad (pe-hd), destinados a almacenar productos petrolíferos líquidos con punto de inflamación superior a 55c. depósitos no pigmentados. Parte 1: ensayos y características generales.
- UNE 53 496: Depósitos aéreos o en fosa, de plástico reforzado con fibra de vidrio destinados a almacenar productos petrolíferos.
- UNE 62 350: Tanques de acero para almacenamiento de carburantes y combustibles líquidos. Tanques de capacidad mayor de 3.000 litros.
- UNE 62 351: Tanques de acero para almacenamiento de carburantes y combustibles líquidos. Tanques de hasta 3.000 litros de capacidad.
- UNE 62 352: Tanques de acero para almacenamiento de carburantes y combustibles líquidos. Tanques aéreos paralelepípedicos de hasta 2.000 litros de capacidad.

Los tipos de gasóleo serán almacenados en cuatro tanques del siguiente modo:

- 1 tanque de 50.000 litros para gasóleo A.
- 2 tanques de 50.000 litros para gasóleo B.
- 1 tanque de 50.000 litros para gasóleo C.

Serán depósitos enterrados, cilíndricos con generatrices horizontales y cerradas por dos fondos abombados. Los depósitos serán de doble pared para poder instalar el detector de fugas y evitar otros sistemas de control de pérdidas.

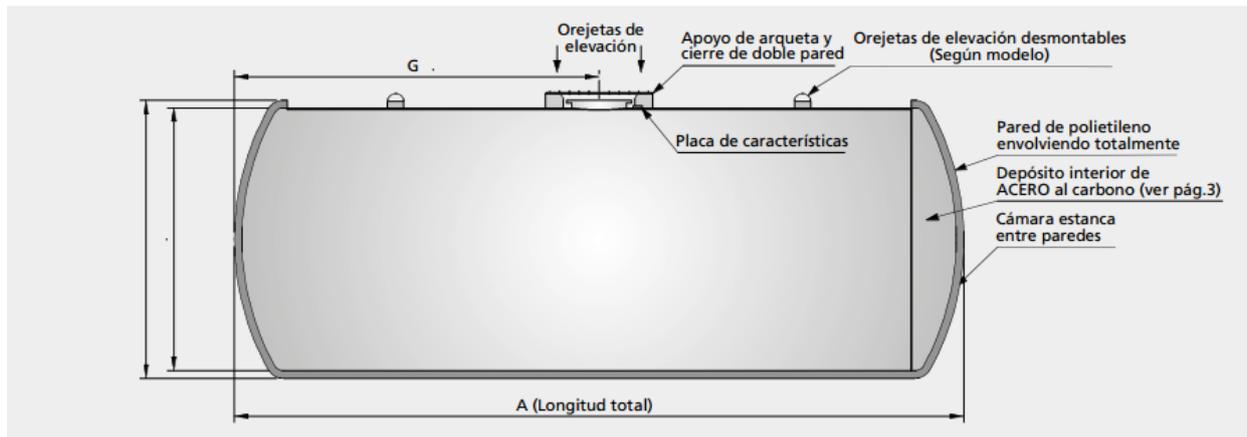
Los depósitos tendrán también una capa de poliéster reforzado con fibra de vidrio (prfv) con arquetas que garantizan la estanqueidad de las zonas consideradas como zonas de riesgo de contaminación de productos petrolíferos.

lapesa

Tabla de características

Capacidad nominal (litros)	Modelo Ref.	Peso en vacío aproximado Kgs.	D	Dimensiones (mm.)			Espesor (mm.)			
				A	G	Envolvente		Dep. Interior		
						Virola	Fondo	Virola	Fondo	
15000	LFP 15	1900	2500	3520	1760	3	6	6	6	
20000	LFP 20	2350	2500	4620	2310	3	6	6	6	
25000	LFP 25	2750	2500	5600	2630	3	6	6	6	
30000	LFP 30	3150	2500	6600	3310	3	6	6	6	
40000	LFP 40	3950	2500	8590	4290	3	6	6	6	
50000	LFP 50	4900	2500	10760	5390	3	6	6	6	
60000	LFP 60	5800	2500	12740	5610	3	6	6	6	





La pared exterior debe soportar la acción de la corrosión del medio externo, para lo que se utilizará plástico reforzado con fibra de vidrio, debido a la estabilidad química del material y su elevada capacidad para resistir el ataque de agentes corrosivos.

La pared interna estará construida en chapa de acero al carbono. La elección es obvia ya que este tipo de acero es el más resistente ante la acción de los hidrocarburos y sus aditivos.

Todos los depósitos enterrados para almacenamiento de combustibles cumplirán el criterio de doble contención, utilizando paredes doble con espacio anular para detectar y contener posibles fugas del producto almacenado en el tanque primario.

En dicho espacio anular se encontrará el dispositivo de detección de fugas que será detallado más adelante. Este sensor detectará filtraciones que penetren por la capa secundaria (exterior) o el producto que se pudiese fugar por la primaria.

Estas medidas responden a la necesidad de evitar la contaminación del suelo, de acuerdo a las leyes medioambientales y de los productos petrolíferos por la pérdida económica subsiguiente.

6.1.2. Ubicación de los depósitos.

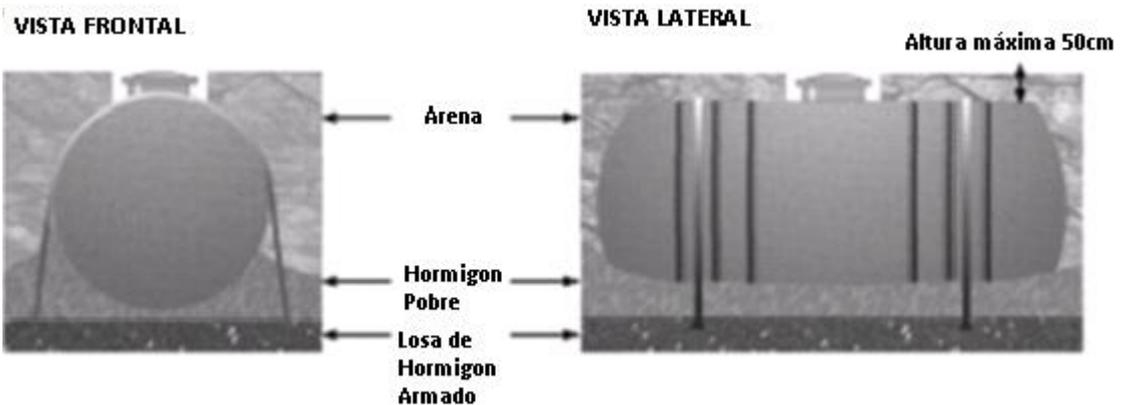
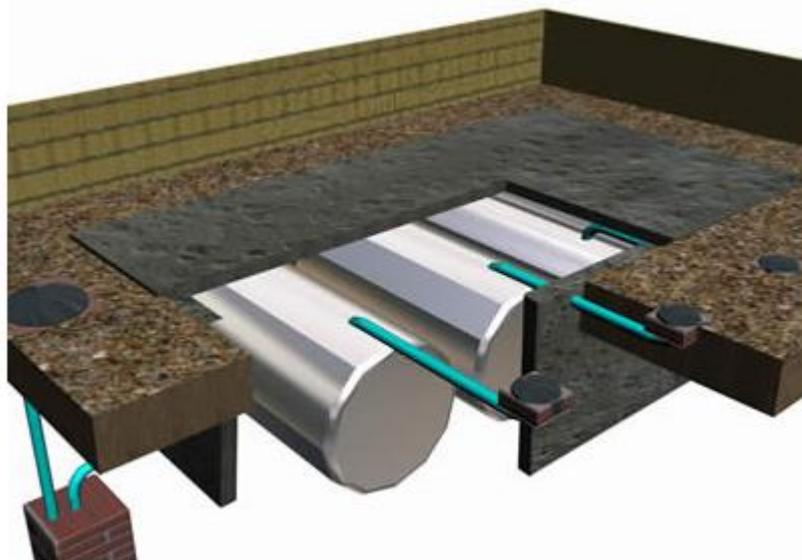
En la instalación se ubicaran 4 depósitos. Los depósitos irán enterrados, para los depósitos la descarga y manipulación debe realizarse mediante eslingas, cintas de material sintético, que una vez introducidas por el interior de las rejillas de elevación deberán abrazar al depósito en todo su perímetro.

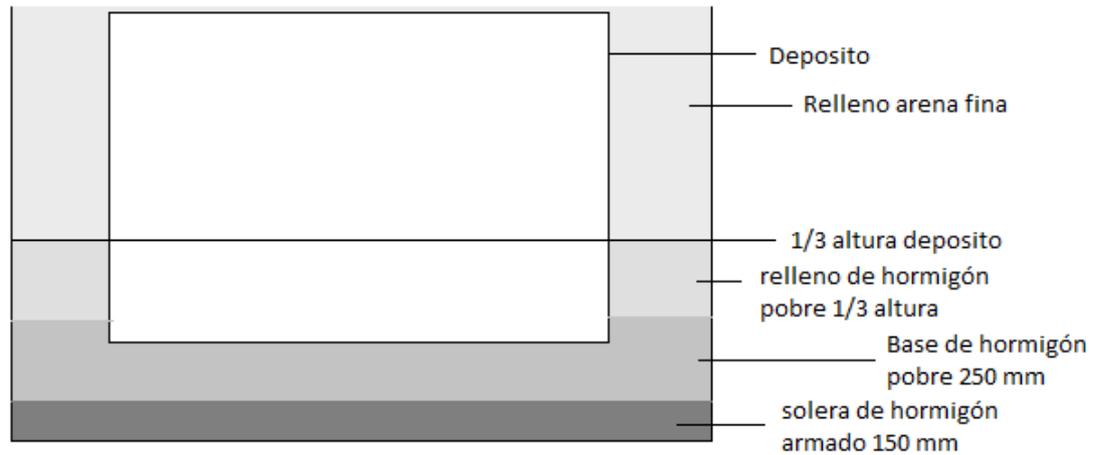
La profundidad del foso deberá ser la suma del diámetro o de la altura del equipo, la losa de hormigón armado, la capa de hormigón tierno y la distancia entre la cisterna y el nivel del suelo. Esta distancia será como máximo de 500mm de arena más 250mm de hormigón armado debido a que estamos en una zona con tráfico de vehículos pesados.

Se tendrá que construir una losa de hormigón en masa de 200mm o de hormigón armado de 150mm en ambos casos, el hormigón debe presentar al menos 15 Mpa de resistencia. La superficie de la losa ha de rebasar en 300mm las dimensiones del depósito. Debemos fijar anclajes en la losa a ambos lados del depósito.

En cuanto la losa de hormigón esta construida se debe rellenar con hormigón tierno de resistencia mínima 10 Mpa una altura de 250mm.

Colocar el depósito, con el hormigón aún tierno, llenarlo de agua hasta un tercio de su capacidad. Una vez asentado y nivelado se sigue rellenando el foso con hormigón hasta cubrir una altura de 1/3 de la altura del depósito y una anchura de 300mm. El resto se rellenará con material, arena o gravilla fina lavada, cribada y libre de polvo, sin arcilla ni materia orgánica y totalmente libre de objetos pesados gruesos, que puedan dañar el depósito, y de una granulometría no inferior a 4mm ni superior a 16mm.





El depósito se anclará mecánicamente mediante eslingas de sujeción. Las eslingas se situaran en los costillares marcados del depósito. La distancia entre puntos de anclaje ha de ser igual al diámetro del tanque más 300mm a cada lado del mismo. Los puntos de anclaje en el fondo del foso deben alinearse. Pueden utilizarse las orejas como punto de sujeción mediante eslingas.

Existirá una separación mínima entre depósitos esta será de 1 m y la dimensión mínima del foso será tal que contenga al grupo de depósitos correspondiente dejando siempre un espacio perimetral de al menos 50cm para poder hacer cualquier operación futura, ya sea mantenimiento, emergencia o revisión.

La distancia mínima desde el borde de cualquier foso a muros, pilares, cimientos o cualquier elemento estructural será 2 metros.

Siempre teniendo en cuenta lo especificado en la instrucción técnica complementaria MI-IP 02, que obliga a que:

- La distancia desde cualquier parte del tanque a los límites de la propiedad no sea inferior a medio metro;
- La distancia mínima entre el límite de las zonas clasificadas de superficie a los límites de la propiedad sea de dos metros.
- Los depósitos se han dispuesto dejando un espacio libre de 1 metro entre ellos.

6.1.3. Diseño

En este apartado se decidirán todos los detalles de nuestros depósitos. Veremos el tipo y longitud de los fondos, y se decidirá el valor de ovalización. Este valor se define como “la diferencia entre el diámetro máximo y el diámetro mínimo (en una misma sección transversal medidos lo más próximo al centro), dividida por el diámetro medio”.

El valor de la ovalización está limitado, y para no sobrepasarlo emplearemos anillos de refuerzo de acero.

Se realizara una soldadura por arco eléctrico en ambas caras.

Los depósitos como se ha visto anteriormente serán de 50.000 litros y serán de doble pared de PRFV-Acero. Siendo de PRFV la capa exterior para ayudar a combatir la corrosión, y acero la pared interior.

Todos estos aspectos se detallan a continuación:

6.1.3.1. Fondos

El radio de acuerdo para unir la envolvente cilíndrica con los fondos será como mínimo de 50mm para depósitos de capacidad igual o inferior a 50.000 litros.

La longitud mínima de la pestaña para ser soldada a la envolvente cilíndrica será como mínimo 4 veces el espesor del fondo.

Los fondos serán de una pieza hasta un diámetro de 1.500mm. Para diámetros superiores se admite una única soldadura diametral

6.1.3.2. Ovalización.

Se llama ovalización a la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo (en una misma sección transversal, medidos lo más próximo al centro), dividida por el diámetro medio.

Si las deformaciones diametrales entre el depósito vacío y descansado sobre una superficie plana y ese mismo depósito lleno y en comunicación con el ambiente sobrepasan el valor de 2% hay que prever el uso de anillos de refuerzo.

6.1.3.3. Anillos de refuerzo.

Los anillos de refuerzo se componen de perfiles de acero laminado o acero inoxidable si corresponde, curvados en forma circular.

Son necesarios para no sobrepasar el valor de ovalización prescrito. Se dispondrán anillos de refuerzo en número suficiente.

Se dispondrán en el interior de las violas a las que estarán fijados mediante soldadura en ángulo discontinua, con costuras alternadas sobre los dos lados del alma, con una interrupción en la generatriz inferior para dar paso al líquido y una en la parte superior para los vapores.

No podrán cubrir total ni parcialmente las soldaduras salvo cuando cruce con las soldaduras longitudinales.

6.1.3.4. Soldaduras

Las juntas se ejecutarán por arco eléctrico por ambas caras y se realizarán con procedimiento de soldadura homologado y por soldadores cualificados según UNE-EN 287 (Partes 1 y 2) y según UNE-EN 288 (Partes 1 a 4). La homologación se realizará a través del Comité de Certificación CTC084.

El procedimiento seguido y la preparación de los bordes deben conseguir una soldadura sana a lo largo de las juntas, así como en la totalidad de su espesor, Deberá asegurarse también una penetración total, con soldadura por ambas caras.

Las soldaduras longitudinales de las virolas se alternarán de manera que no estén en prolongación las unas de las otras, con una separación mínima de 100mm.

Si las virolas no pueden ser de una pieza, estas no podrán estar formadas por más de dos chapas soldadas, situándose las soldaduras en la mitad superior de los depósitos, simétricamente, a uno y otro lado del plano vertical de simetría.

Ninguna soldadura de accesorios tales como tubuladuras, virola de boca de hombre, dispositivos de elevación, etc., deberá encontrarse a menos de 50 mm de cualquier otra soldadura.

La pared exterior se realizará mediante uniones químicas que tendrán como mínimo las características mecánicas y químicas exigidas para las piezas a unir según lo especificado en la norma UNE 53.361. Así mismo, los agujeros practicados para el montaje de tubuladuras y boca de hombre deberán dotarse de refuerzos compensatorios.

6.1.3.5. Capacidad.

La capacidad real de los depósitos no podrá sobrepasar un 3% de la capacidad nominal, sin contar con la capacidad de la virola de la boca de hombre. En el gasocentro proyectado, por tanto, dicha capacidad no podrá exceder de 51.500 litros para los depósitos de gasóleo A, B y C.

6.1.3.6. Materiales

Los depósitos serán de doble pared de acero y prfv. Cada uno de los materiales que se utilicen tendrá que estar debidamente acreditados mediante certificación del fabricante, la cual deberá acompañar a cada uno de los depósitos.

6.1.4. Equipamiento de los depósitos.

Los depósitos deberán contar con todos los elementos necesarios según la ITC MÍ-IP 02.

El material de los accesorios y equipo de los tanques debe tener características mecánicas, al menos, iguales a las del propio tanque, y debe proyectarse y montarse de tal modo, que no exista riesgo de estar sometido a tensiones anormales en caso de dilatación o asentamiento del suelo.

Cada uno de los materiales que constituyen los diferentes elementos que forman parte del equipamiento deberán pasar satisfactoriamente todos los controles pertinentes según corresponda (estanqueidad...etc.), así como deberán ser de materiales que nos indique la norma preceptiva.

El equipamiento estará formado por:

- Tubuladuras
- Bocas de hombre
- Arquetas.
- Tapas y bridas.
- Juntas.
- Tornillos.
- Detección de fugas.
- Sistema de sondeos.
- Dispositivos de manejo de tanques.

Estos aspectos se explican a continuación:

6.1.4.1. Tubuladuras.

Son las conexiones usadas para unión mediante bridas, roscas u otros medios, de tuberías que cumplirán funciones de ventilación, llenado, aspiración, etc.

Las tubuladuras de los depósitos son tubos de acero conformes con la norma UNE 19040, de material St37.0 según DIN 1629. Se unirán a las chapas de los depósitos mediante soldaduras en ángulo interiores y exteriores, penetrando en el interior del depósito al menos 15mm.

Estas estarán situadas sobre las tapas de la boca de hombre o sobre la generatriz superior.

Las tubuladuras con las que están provistos los depósitos son:

- Tubería de carga, de 4" de diámetro.
- Tubería de ventilación, de 2" de diámetro.
- Tubería de impulsión, de 4" de diámetro.
- Medida de nivel, de 2" de diámetro.

Las tubuladuras que no sean utilizadas estarán obturadas herméticamente para evitar posibles fugas de combustible.

No serán necesarias tubuladuras de recuperación de gases debido a que se trabaja con gasóleo.

6.1.4.2. Bocas de hombre.

Se le llama boca de hombre a la tapa de registro del depósito. Estará formada por tantos orificios como tubuladuras se han mencionado anteriormente.

Esta boca será circular con diámetro 500 mm y de forma que su virola esté como mínimo a 50mm de cualquier otra soldadura.

No habrá ningún punto del depósito a más de 5 m de una boca de hombre por lo que harán falta 2 bocas para los depósitos de más de 10m de longitud, como es el caso de los de 50.000 litros. En éstos una de las bocas se utilizará únicamente para el acceso al interior del depósito y debe quedar libre de tuberías.

La chapa de cuello de la boca de hombre tendrá un espesor que será como mínimo el mismo espesor que las virolas de la envolvente cilíndrica.

La chapa que forma el cuello de la boca de hombre estará unida a la chapa de las virolas del depósito con una soldadura de ángulo por ambos lados, penetrando al menos 15mm en el interior del depósito.

6.1.4.3. Arquetas

Los depósitos dispondrán de una arqueta de boca de hombre que estará perfectamente anclada a la boca de hombre, con el fin de contener las eventuales fugas que pudieran tener lugar en las tubuladuras.

Además son útiles dichas arquetas para que no se produzca la entrada de agua desde el exterior. Las arquetas tendrán que ser amplias como para permitir la manipulación y acceso a todas las conexiones de tubos, así como poder realizar sin dificultad todos los trabajos y verificaciones necesarias.

En estas arquetas se dispondrán las válvulas de control de apertura y cierre del depósito. La anchura libre de las arquetas no podrá ser inferior a 1.000mm y como mínimo deberá ser mayor que el diámetro de la tapa.

Los depósitos que se han escogido vienen dotados de arquetas de prfv que garantizan la estanqueidad de la zona donde van ubicadas, conforme con la reglamentación vigente.

6.1.4.4. Tapas y bridas.

Se realizaran pruebas de presión hidráulica sin que se aprecien deformaciones ni se produzcan fugas. También la tapa deberá poder extraerse hacia arriba para evitar filtraciones.

6.1.4.5. Juntas.

Tendrán que ser resistentes a los hidrocarburos y a los aditivos que puedan contener, asegurando estanqueidad y facilitando su sustitución.

6.1.4.6. Tornillos.

Estos tendrán que ser de un material que resista la corrosión y permita su fácil sustitución.

6.1.4.7. Detección de fugas.

Sistema para depósito de doble pared ISC.

Clasificado como sistema de clase I según EN-13160.

Se ha construido según las normas europeas para detección de fugas y sortear la eventualidad de falsas fugas ya que dispone de un control de estanqueidad de la propia cámara.

Prestaciones generales del sistema:

- Indicador de alarma mediante LEDs: Verde → Correcto / Rojo → Pérdida.
- Detección de fugas en función de volumen de pérdida.
- Opcional: Señal de entrada 4-20 mA.
- Indicación analógica y digital de la presión en la cámara.
- Rango de trabajo hasta 400 mbares.
- Señal de salida para regulación de cámaras.
- Testeo de señales luminosas y acústicas.
- Posibilidad de simular alarmas.
- Conectable a sistema de mantenimiento de cámara ISC.
- Posibilidad de comprobación de ajustes en las alarmas.
- Pulsador de paro de alarma y salida de alarma por relé.
- Indicación en display nº de tanque.

Especificaciones eléctricas:

- Alimentación: 220 V \pm 15%.
- Frecuencia: 50/60 Hz. \pm 10%.
- Consumo: 10W.
- Señal de entrada: 4/20 mA 2 hilos.
- Señal salida: Relé 8ª.
- Temp. Trabajo: -20°/60°
- Alimentación externa: 16/24 V.D.C.

Especificaciones neumáticas:

- Presión
 - ✓ Válvula presión (Seguridad 400 mbar).
 - ✓ Rango máximo: 400 mbar.
 - ✓ Umbral alarma: 325 mbar.
- Conducciones
 - ✓ Línea de medida: Ref. T1D6R0 6.
- Generales (CNVP-75)
 - ✓ Format: 110 x 190 x 40
 - ✓ Protección: IP-20
 - ✓ Montaje: Pared
 - ✓ Aprobación barrera Zener: clase [EE x ia] II C
 - ✓ Peso: 400 gramos

Producto conforme a las normas CE: EN 50081-1/EN 50082-1

Proyecto norma EN 13260-1/EN 13260-2.

El sistema será conectado al ordenador encargado de la gestión del gasocentro, la cual controlará todos los parámetros de seguridad.

6.1.4.8. Sistema de sondeo.

Este es un sistema electrónico que enviara los resultados de las medidas al ordenador de control y nos dejara conocer el nivel existente en cada depósito. Contará con una precisión en la medida de nivel de \pm 2 mm y resolución de 0.15 mm y estará cableado para su conexión a la red con cable H07 RN 5 x 1 mm².

Todos los depósitos dispondrán de una varilla calibrada con la que se lograra medir manualmente el nivel de combustible en cualquier momento como alternativa al sistema electrónico. Esto servirá como una medida de prevención por si hubiese un fallo en el sistema electrónico.

6.1.4.9. Dispositivo de manejo de tanques.

En la generatriz superior de los depósitos se montarán dos orejetas de rizado de forma simétrica en relación con el centro de gravedad de los depósitos vacíos.

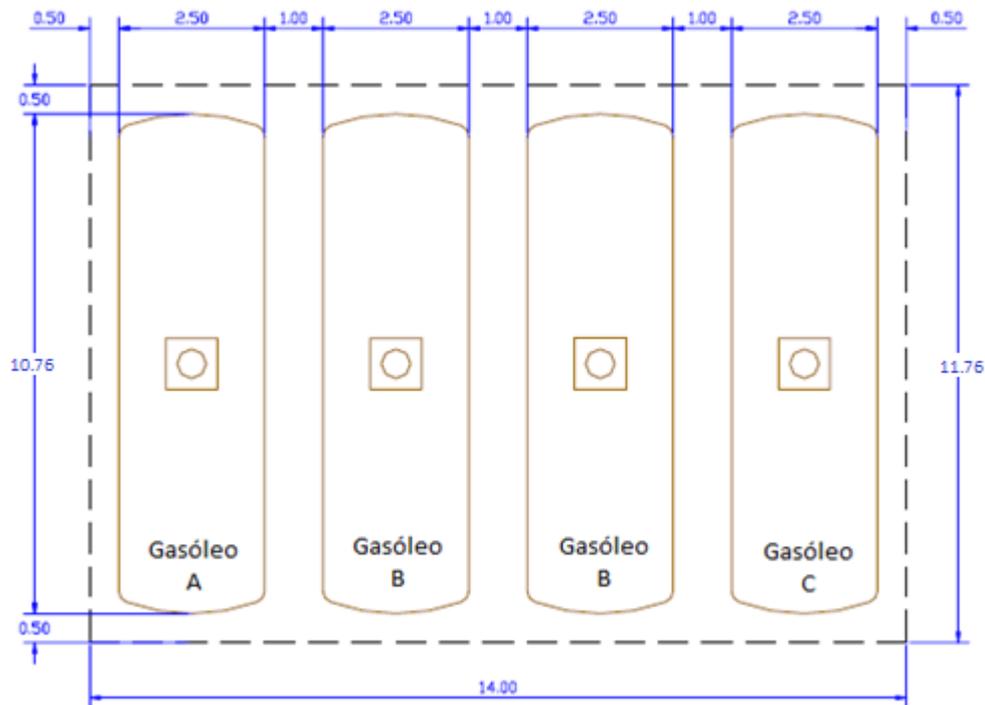
Se calcularán como mínimo para una carga igual al doble del peso del depósito vacío.

Serán diseñadas para no transmitir esfuerzos anómalos a la estructura del depósito.

6.1.5. Enterramiento de depósitos.

Los depósitos estarán dispuestos en cubetos independientes estancos. Las dimensiones de dichos cubetos deberán ser 0.5m mayores en toda su periferia y los depósitos estarán separados entre ellos como mínimo 1m, estas indicaciones son las recomendadas por la norma UNE-109504 IN.

Encima del lecho de los cubetos visto anteriormente se colocaran los depósitos siguiendo el proceso de llenado y acople que se vio en el apartado 6.1.2 “Ubicación de los depósitos”.



Según lo visto en la norma UNE-109504 IN, en cada boca de hombre de los depósitos, se dispondrán de arquetas estancas, las cuales estarán cerradas por una tapa que sobresaldrá 1.5 cm del pavimento, la cual evitará la entrada de cualquier líquido del exterior a los tanques.

6.1.6. Llenado de depósitos.

Las bocas de carga por las cuales se llenarán los depósitos, deberán estar contenidas en arquetas estancas para poder contener cualquier pequeña fuga o derrame producido durante su llenado, por lo que estas arquetas contendrán también un sistema de recogida de los hidrocarburos que pudieran encontrarse en dichas arquetas.

Para que no hayan problemas de derrames o sobrellenado de los depósitos, se colocaran en los mismos válvulas de sobrellenado, estas evitarán que el gasóleo se derrame una vez estén completamente llenos los depósitos.

6.1.7. Protección contra corrosión.

Según lo expuesto en el artículo 25 de la ITC MI-IP 02 los depósitos deben estar protegidos contra la corrosión, entre otras cosas.

Los materiales utilizados en la instalación deberán ser electroquímicamente compatibles para evitar que entre ellos se formen pares galvánicos. Debe evitarse la conexión de tuberías y depósitos enterrados y bases de tanques de acero a sistemas de puesta a tierra de cobre y materiales galvánicamente semejantes.

Las tuberías aéreas serán fácilmente inspeccionables se protegerán, si es necesario, con recubrimientos anticorrosivos adecuados al ambiente donde se ubiquen.

Los depósitos enterrados son de doble pared, por lo tanto no hace falta adoptar medidas extraordinarias.

6.1.8. Pruebas y exámenes en fabricación.

Para tener la seguridad de que el producto entregado al cliente cumple con los requerimientos de funcionamiento y seguridad estipulada por la norma, El fabricante realizara las siguientes pruebas y controles:

- Control dimensional:
 - ✓ Tolerancias.
 - ✓ Espesores nominales de chapas y de fondos: UNE 36.559 (EN10029 y EN10029AC).
 - ✓ Longitudes: +1/-0%.
 - ✓ Capacidad nominal: +3/-0%.
 - ✓ Ovalización: se mide antes y después del llenado de agua, quedándose los depósitos de comunicación con el aire libre. Sus valores no superaran el 2%.
- Examen de soldaduras y tolerancias admisibles: Se llevara a cabo una inspección visual de todas las soldaduras, tanto exteriores como en interiores.

- Examen de soldadura a tope o asimiladas: Se verificarán visualmente las soldaduras longitudinales y circulares, para así detectar cualquier posible defecto en su ejecución, estos defectos no deberán sobrepasar los valores dados a continuación.
 - ✓ Desnivel o defecto de alineación:
 - Soldaduras circulares: 2mm.
 - Soldaduras longitudinales: 1mm.
 - Falta de espesor de soldadura: 0mm.
 - Sobre espesor de soldaduras: 1mm.
 - Punto de inflexión local: h/l.
 - ✓ Mordeduras:
 - Profundidad máxima: 0,5mm.
 - Longitud máxima: 40mm.
- Examen de soldaduras en ángulo: la altura de garganta deberá ser como mínimo de 0,7 veces el espesor de la chapa más delgada de las que están soldadas.
- Primera prueba de presión:

Tanto las tubuladuras como las bocas de hombre estarán tapadas y bien cerradas para la realización de la prueba.

La prueba consiste en someter a los depósitos durante dos horas mínimo, a una presión de 0,75 bares. Esta prueba será satisfactoria si durante este tiempo no se observa ningún tipo de fuga en el depósito.

Después de superar esta prueba, el fabricante emitirá un certificado de fabricación, en el que se asegurará que el depósito ha superado todas las pruebas. En el mismo certificado estarán detallados todas las pruebas realizadas y los distintos métodos empleados.

6.1.9. Pruebas en el lugar de emplazamiento.

Cuando los depósitos estén desconectados y cerrados herméticamente de todas sus boquillas, se les colocarán refuerzos temporales en la parte baja de estos, con el fin de evitar deformaciones permanentes, durante la prueba neumática, aplicando una presión interna del orden de 0.14 a 0.21 Kg/cm² en tanques con diámetro mayor de 3,658 m y de 0.35 Kg/cm² en tanques con diámetros menores. Después de terminar lo anterior se les rociará con jabón, aceite de linaza o cualquier fluido susceptible a la detección de fugas, en los cordones de soldadura del techo, cuerpo, fondo, boquillas, etc., para poder observar la posible filtración o fuga que pudiesen presentar. Si se llega a observar algún tipo de filtración se procedería a su reparación, tras la cual se debería realizar la prueba de presión nuevamente.

A la hora de realizar la prueba neumática tendrán que llegar a un acuerdo el usuario y el fabricante. El usuario podrá sugerir otro método como, ensayos no destructivos, radiografiado, cámara de vacío o podrá optar por una prueba hidrostática.

6.2.Red de tuberías.

En la red de tuberías se pueden distinguir 3 tipos de tuberías con funciones diferenciadas.

La primera será la red de tuberías de carga de los tanques, por medio de esta se llevara a cabo el llenado de los 4 depósitos. Cuando el gasóleo se encuentre en el interior de los depósitos su conexión con los brazos de carga, se realiza a través de las tuberías de impulsión, con la ayuda de una bomba.

Según el reglamento y por seguridad habrá una tercera red de tuberías que no tienen relación alguna con la carga y suministro de gasóleos. Es la llamada red de ventilación. Se tendrá una pequeña red de tuberías para dar lugar a los preceptivos venteos de los gases que se puedan producir en el interior de los depósitos.

La red en su totalidad estará constituida por tuberías de acero siguiendo las ITC MI-IP. Así como también las válvulas y diferentes uniones que se requieran para el funcionamiento de la instalación mecánica serán de acero y siempre según la ITC.

Se debe proveer a la red de tuberías, de un sistema de protección frente a la corrosión, protección frente acciones dinámicas y ante posible fugas.

Para esto se dispone de una protección pasiva y activa frente a la corrosión. Frente a las acciones dinámicas se procederá al enterramiento de las tuberías. Y por último, para controlar las condiciones de funcionamiento de la red se realizaran pruebas y controles según indica la ITC.

6.2.1. Materiales y dimensiones.

6.2.1.1. Tuberías y accesorios.

Se usara acero al carbono como material de las tuberías para las conducciones de los gasóleos que cumplirá las siguientes normas: UNE 19.011, UNE19.040, UNE 19.041, UNE 19.045, UNE 19.046. Con esto se asegura el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- 1) Resistencia interna y externa a los productos petrolíferos.
- 2) Permeabilidad nula a los vapores de los productos petrolíferos.
- 3) Resistencia mecánica adecuada a la presión de prueba.

Las uniones de los tubos se harán de acuerdo con los materiales en contacto y de manera que el sistema utilizado asegure la resistencia y la estanqueidad sin que ésta pueda verse dañada por el gasóleo que conduzcan.

Se buscare que las conducciones tengan muy pocas uniones en su recorrido. Para esto se dispondrán las tuberías en tramos de la mayor longitud posible unidos mediante bridas o soldadura a tope. Las conexiones roscadas se limitarán a válvulas o equipos, no siendo admisibles las uniones en los demás elementos que no puedan ser inspeccionadas visualmente.

El diámetro de las tuberías y de sus elementos accesorios se calculará atendiendo al caudal, a la longitud de la tubería y la viscosidad del líquido a la temperatura mínima que pueda alcanzar.

Al realizar cambios de dirección en tuberías estos se harán mediante el curvado en frío, tal como se indica en la norma UNE 37.505 al ser galvanizadas. Cuando el radio de curvatura sea inferior al mínimo, el cambio de dirección se hará utilizando codos de acero para soldar o mediante codos y curvas de fundición maleable.

Todas las tuberías enterradas tendrán una pendiente continua mínima del 1% para que no se formen retenciones de líquido en lugares inaccesibles.

6.2.1.2. Válvulas.

Se usaran válvulas cuyo material sea resistente a la corrosión. La estopada será hermética y resistente a hidrocarburos, asegurará la continuidad eléctrica de la tubería y de no ser así se puenteará con cables.

6.2.1.3. Uniones.

Las tuberías y cada uno de sus accesorios se unirán mediante soldadura a tope por arco eléctrico y se realizará con procedimiento de soldadura homologado y por soldadores cualificados.

Se llevara a cabo el procedimiento adecuado para la preparación de los bordes estos deben permitir conseguir una soldadura sana en toda la junta.

6.2.2. Conexiones.

6.2.2.1. Carga del tanque.

El llenado del depósito se realizará por conexiones formadas por dos acoplamientos rápidos abiertos, uno macho y otro hembra, por medio de estos se pueden hacer transferencias de gasóleos de forma estanca y segura. Se usaran acoplamientos del tipo rápido. Será necesario que sean compatibles entre la manguera del camión cisterna y la boca de carga del depósito.

Las conexiones rápidas serán de materiales que no puedan producir chispas en el choque con otros materiales.

Dispondrán de un sistema de cierre hermético a la desconexión de la manguera de descarga.

El acoplamiento debe garantizar su fijación y no permitir un desacoplamiento fortuito, estos deben asegurar continuidad eléctrica.

Las tapas de la arqueta y la de la boca de llenado estarán identificadas mediante inscripciones claramente legibles de la denominación del producto a cargar.

La tubería encargada de realizar la carga entrará en el tanque hasta 15 cm. del fondo y en su fin será cortada en pico de flauta y su diámetro no podrá ser inferior al del acoplamiento de descarga.

La carga de los depósitos, se hará por gravedad. La tubería de conexión entre la boca de llenado y el depósito tendrá una pendiente mínima del 1% y un diámetro de 4".

Se evitará en todo momento la presurización de los depósitos.

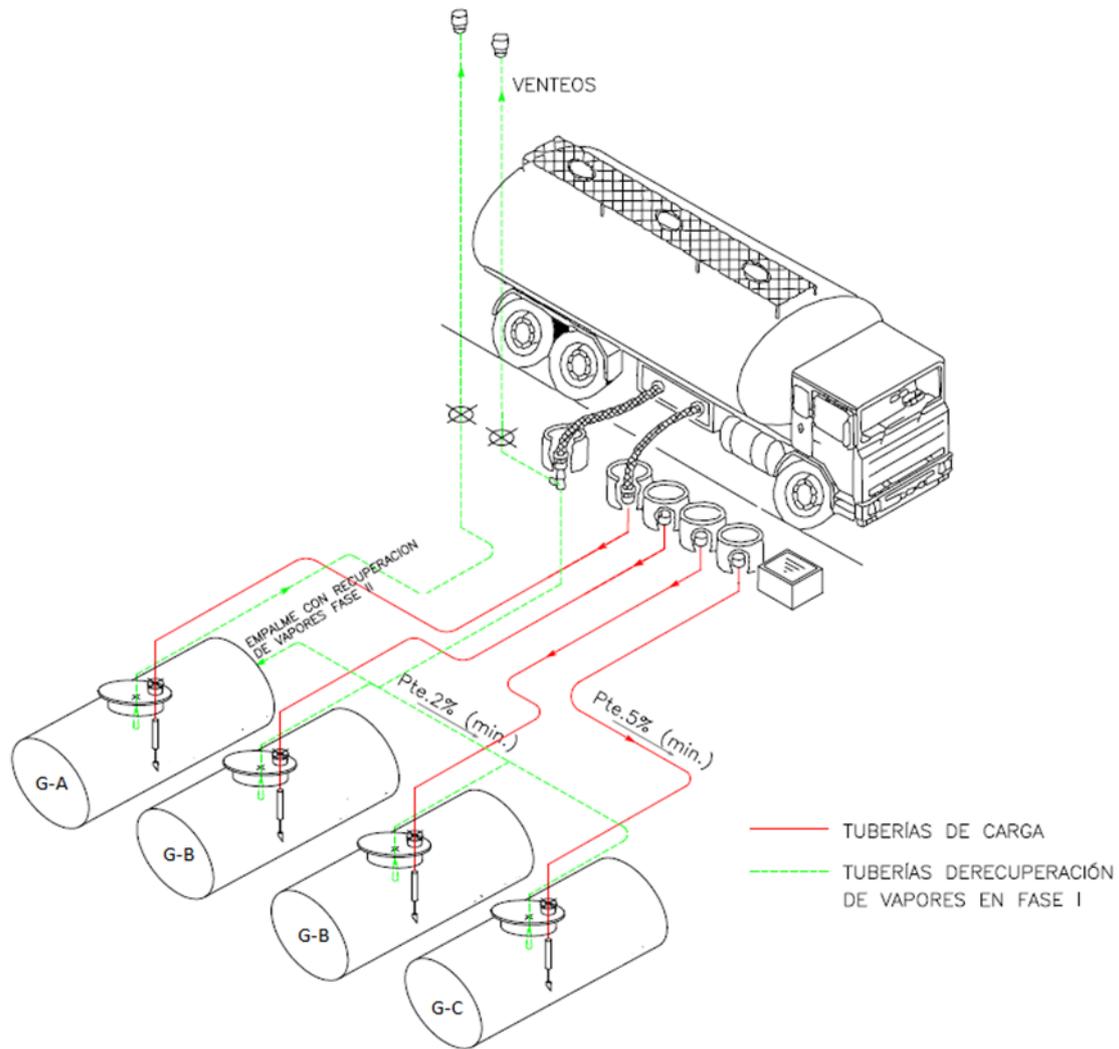
Las arquetas estancas en el interior de la arqueta de la boca de hombre para contener los pequeños derrames serán del tipo SP1 e irán roscadas en cada tubería.

6.2.2.2. Ventilación.

La tubería de ventilación tendrá un diámetro de 2" en su salida de los depósitos, se dimensiona de esta forma para que la evacuación de los gases no provoque sobrepresión en los depósitos.

Esta tubería tendrá una pendiente hacia el depósito tal que permita la evacuación de los posibles condensados y tendrá un valor mínimo del 1%.

Por ultimo estas canalizaciones accederán al aire, a dos metros y medio sobre el nivel del terreno, lugar en que los vapores expulsados no pueden penetrar en instalaciones ni entrar en contacto con alguna fuente que pudiera provocar su inflamación. A la salida estos tendrán una protección contra la entrada de productos u objetos extraños. La boca de la salida irá provista de rejilla cortafuegos.



6.2.2.3. Extracción del producto del depósito.

La extracción del gasóleo se hará mediante impulsión.

La tubería de extracción se dimensionará de acuerdo al caudal de suministro de los equipos correspondientes y a las normas que los fabricantes de estos recomienden.

La tubería se colocará en el fondo del depósito. Con el fin de evitar el vaciado de la tubería hacia el equipo dispondrá de válvulas antirretorno en los puntos en los que sea necesario.

La tubería que se encuentra en el fondo del depósito deberá dejar una altura libre de 15 cm. por ser los tanques de capacidad superior a 3.000 litros, que evite el estrangulamiento de la aspiración.

Se usarán, a la salida del tanque, tuberías de acero al carbono estirado, sin soldaduras, de 4" de diámetro, con una pendiente del 1% llegando hasta una altura de 20 cm. del fondo del depósito.

Las 3 tuberías procedentes de los tanques de gasóleo B concurren en una de 6" de diámetro del mismo material. Lo mismo ocurre con las 3 tuberías procedentes del depósito de gasóleo C.

Se dispondrá de válvulas de retención en escuadra de 4" de diámetro del mismo material.

No podrá haber sifones ni puntos bajos en todo el recorrido de las tuberías de aspiración.

6.2.2.4. Conectores flexibles.

Será podrán usar elementos flexibles en las conexiones entre tubería rígida y equipos, en las tubuladuras de los tanques y en los equipos de consumo, trasiego, bombeo, etc.

Estos serán construidos con material apropiado para la conducción de combustibles líquidos y reforzados o protegidos exteriormente por una funda metálica u otro material de protección mecánica equivalente.

Los conectores flexibles deberán ser accesibles de forma permanente y se garantizará su continuidad eléctrica.

6.2.3. Protección.

6.2.3.1. Activa.

La red general de tierras es de cable de cobre trenzado desnudo y picas de zinc. Las tuberías tendrán continuidad con la red de tierras.

Los tubos de venteo y de descarga no tendrán juntas aislantes, no se unirán a la red general y se conectarán a la tierra local de zinc junto a la pinza del camión.

Al ser las bombas sumergidas, su tierra no se unirá a la red general de cobre y sí a la red local de zinc.

Es vital evitar el contacto entre las tuberías de acero enterradas y la red general de tierra de cobre.

Las tuberías de impulsión de acero de simple pared tendrán protección activa.

6.2.3.2. Pasiva.

Todas las tuberías de acero enterradas deben ser protegidas contra la corrosión provocada por la humedad y agresividad del terreno mediante una capa de imprimación antioxidante y revestimientos inalterables por los hidrocarburos que aseguren una tensión de perforación mínima de 15 kV.

6.2.3.3. Enterramiento.

Se ubicaran las tuberías sobre una cama de material granular sin aristas o elementos agresivos de 10 cm de espesor, como mínimo, protegiéndose las mismas con 20 cm. de espesor del mismo material.

La separación entre tubos deberá ser por lo menos, la longitud equivalente al diámetro de los tubos.

6.2.3.4. Controles y pruebas.

- Estanquidad y resistencia:

Las tuberías antes de enterrarlas se les realizara a una prueba de resistencia y estanquidad de 2 bar. (Medida relativa) durante una hora.

Mientras se realiza la prueba de resistencia se comprobará la ausencia de fugas en las uniones, soldaduras, juntas y racores mediante la aplicación de productos especiales destinados a este fin.

Las tuberías de impulsión, en la instalación con bomba, se someterán a una prueba de resistencia y estanquidad de 1,5 veces la presión máxima de trabajo de la bomba durante una hora.

- Controles:

Antes de enterrar las tuberías se hará una inspección de las protecciones mecánicas y que las mismas tienen continuidad y no se aprecien desperfectos visuales. Se comprobará que las tuberías están instaladas con pendiente continua hacia el depósito.

6.3. Suministro de combustible

6.3.1. Sistema de bombeo

Cada depósito contará con su propia bomba sumergida, las cuales contarán con válvula de by-pass y un motor eléctrico, con arranque estrella-triángulo. Funcionará a 400V.

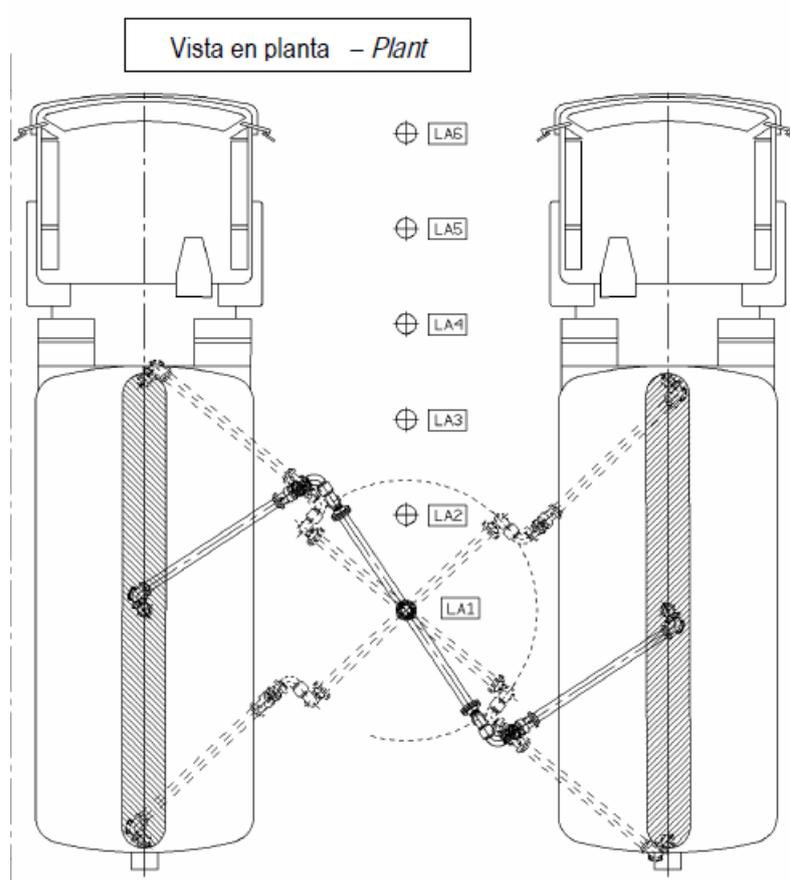
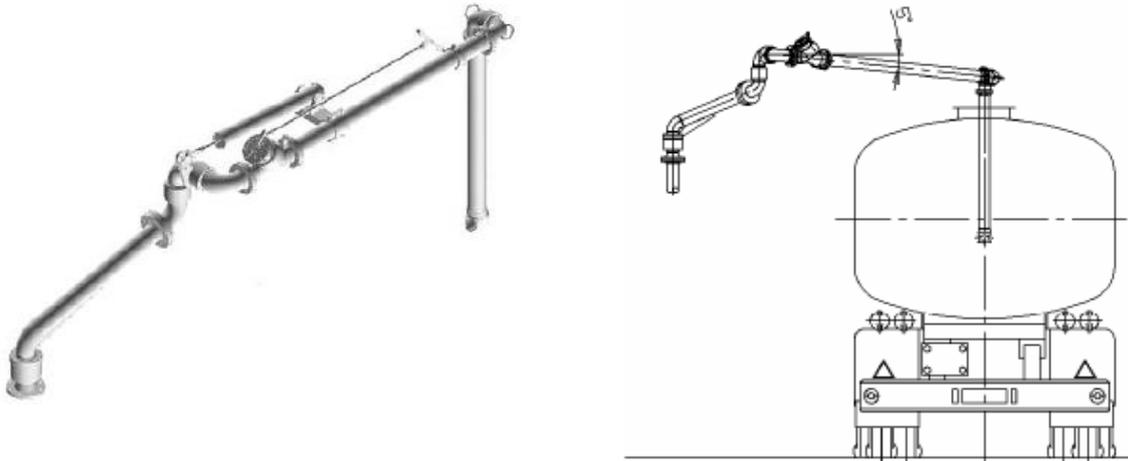
Las bombas tienen que ser capaces de bombear un caudal de 105m³/h a una altura de 25m. La bomba funcionará a 50Hz y 2900 rpm. Deben seleccionarse aquella que cumpla al menos con las condiciones anteriores.

6.3.2. Brazos de carga.

Se colocara un brazo de carga para cada tipo de gasóleo, este solo podrá dar servicio del tipo de gasóleo solicitado (A-B-C). Se ubicaran una serie de escaleras auxiliares que facilitarán al operario la colocación del brazo en la operación de carga. Este brazo podrá dar servicio a ambos lados de la isleta, por lo que mientras un camión está siendo cargado por un tipo de gasóleo, otro camión puede ocupar el otro lado de la isleta para hacer el llenado con los otros gasóleos, de esta manera cuando hayan dos camiones en la instalación

buscando el mismo tipo de gasóleo, uno de ellos deberá esperar en las plazas disponibles para aparcamiento.

El brazo escogido es el modelo 2633 de la empresa Marlia Ingenieros, de 4 pulgadas de diámetro. El cual es capaz de descargar un caudal mayor a 105m³/h a la vez que tiene una gran agilidad para moverse en sus dos ejes. En las siguientes imágenes se puede observar el diseño del brazo, así como alguna de sus dimensiones más relevantes.



Condiciones de trabajo - <i>Operating conditions</i>	
Presión de diseño <i>Design Pressure</i>	10.0 Bar G
Presión de ensayo <i>Test Pressure</i>	15.0 Bar G
Temperatura de diseño <i>Design Temperature</i>	-15° C / +65°C
Material de la junta <i>Seal Material</i>	VITON Nitrile (Buna N)
Caudal recomendado <i>Recommended flow Rate</i>	3"–75 mc/h Max 4"–125 mc/h Max

6.3.3. Medidor de caudal.

El brazo llevará un medidor de caudal volumétrico de paletas rotativas, su rango de medida varía desde los 125m³/h de caudal máximo hasta los 5m³/h de caudal mínimo.

El medidor de caudal consta de los siguientes elementos: desgasificador, filtro, contador de cinco dígitos de puesta a cero manual, totalizador de ocho cifras, predeterminador con válvula de corte de dos etapas y válvula air check.

6.3.4. Conexión a ordenador.

Todo el proceso de suministro de combustible estará monitorizado desde la sala de control, gracias a que los sensores dispuestos en el brazo de carga mandarían la información a un terminal con interface, desde la cual se podrán controlar y gestionar los diferentes parámetros de la operación de carga.

6.3.5. Dispositivos de seguridad

La instalación junto con las tuberías estará interconectada eléctricamente entre sí y a una puesta a tierra.

Junto al puesto de suministro habrá un conductor conectado por un extremo a tierra y por el otro, mediante una pinza, a la masa del camión cisterna.

- Interconexiones especiales y puesta a tierra:
En la modalidad de carga superior, donde normalmente hay vapores inflamables, los compartimentos deben estar eléctricamente conexiónados al brazo de carga, tuberías de llenado y a la estructura del cargadero. Si la unión se hace a ésta última, es preciso que la tubería y la estructura estén interconexionadas.
La conexión debe hacerse antes de proceder a la apertura de la boca de carga, debiendo mantenerse hasta que se cierre aquella, una vez completada la carga.
Una resistencia de conexión de hasta 1Mohm es recomendable a los efectos de disipación de la electricidad estática. De usarse las pinzas es importante el establecimiento de aletas para la conexión equipotencial, tanto en la cisterna como en el recipiente de llenado o vaciado.

Los cables de conexión pueden ser aislados o no. El uso de éstos últimos permite visualizar la continuidad eléctrica. En el caso de utilizar los aislados se precisa una comprobación que constate su continuidad. Estos registros, en modo continuo, operan en conjunción con señales luminosas o de parpadeo, impidiendo la selección y puesta en marcha de los grupos de bombeo, ante deficiencias de un contacto idóneo.

- Brazos de carga:

La descarga por electricidad estática puede presentarse incluso estando correctamente conectado el camión cisterna, proveniente de la superficie libre del líquido.

La turbulencia de flujo que originan los brazos de carga puede contribuir a la generación de cargas. Por ello en la carga superior de líquidos de baja/ intermedia presión de vapor, antes de que se inicie la carga, el brazo o tubo buzo, cuyo extremo será de material blanco antichispa, debe alcanzar el fondo del compartimento utilizando en la medida de lo posible deflectores o biseles a fin de evitar turbulencias. En su defecto, necesariamente se debe limitar la velocidad de flujo a 1m/s. hasta que no quede sumergido el extremo del brazo, pudiéndose entonces elevar el caudal.

Las velocidades de carga pueden controlarse usando dos regímenes de velocidades, uno de los cuales limita la velocidad al valor mencionado anteriormente (1m/s). Esta característica la incorporan actualmente los sistemas automatizados de carga.

- Continuidad eléctrica de la línea:

En la modalidad de carga superior todas las partes metálicas del dispositivo de alimentación deben tener continuidad eléctrica a partir del punto de conexión. Es decir, deben evitarse situaciones como intercalar una manguera no conductora equipada con acoplamientos metálicos, a menos que el acoplamiento esté conexionado a la tubería de alimentación.

7. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica se llevara a cabo aplicando la normativa vigente tanto en la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP02, como en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT-2002.

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, plano "Esquema Unifilar", en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.
- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobre intensidades.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.

7.1. Potencia instalada

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P.Demandada (Kw)
Derivación inicial	54,33
Potencia total demandada	54,33

Según las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (Kw)	Numero	P. Instalada (Kw)	P. Demanda (Kw)
Motores	C1	8400	1	42,30	42,30
	Varios	7500	4		
	C1	2300	1		
	C1	1000	1		
	C1	0,600	1		
Alumbrado descarga	--	--	--	--	--
Alumbrado	C1	4500	1	4,53	4,53
	C1	0,03	1		
Otros usos	Varios	2500	2	7,50	7,50
	C1	1500	1		
	C1	1000	1		

7.2. Clasificación de zonas.

El gasocentro se considera emplazamiento de clase 1, ya que es un lugar en el que puede haber gases, nieblas o vapores, en cantidad suficiente como para poder producir atmósferas explosivas o inflamables.

La clasificación de emplazamientos peligrosos se realizará según UNE-EN60079-10.

Del mismo modo el espacio empleado en el gasocentro se dividirá en varias zonas (Zona 0, Zona 1 y Zona 2), atendiendo a los siguientes factores de clasificación:

- El grado de la fuente de escape. En estas instalaciones las fuentes de escape típicas a considerar son:
 - ✓ El cuerpo de los aparatos surtidores.
 - ✓ Prensaestopas de cierre de los brazos giratorios.
 - ✓ Locales o edificios de servicios, con almacenaje de lubricantes.
 - ✓ Venteos de descarga
 - ✓ Tanques de almacenamiento.

Por esto a continuación se detalla la determinación de la extensión de las zonas:

- Zona 0:

El interior de los depósitos de almacenamiento, arquetas de registro o bocas de carga se clasifica como zona 0, debido a su situación bajo el nivel de suelo y por tener puntos de escape, bien por la descarga de cisternas, bien por la operación normal de medición de tanques o mantenimiento de la instalación. En el interior de las arquetas de registro de zona 0 se procurará no instalar ningún equipo eléctrico.

- Zona 1:

Los brazos de carga y los cuerpos de los equipos donde están alojadas las electrobombas, se clasifican como zona 1.

El interior de la envolvente de los surtidores se clasificará como zona 1 porque en él se prevé una atmosfera de gas explosiva de forma periódica u ocasionalmente, durante el funcionamiento normal y además no tiene una buena ventilación. Por encima del nivel del suelo se origina un emplazamiento peligroso clasificado como zona 1 que ocupará un volumen igual al de una esfera de 1 m de radio con centro en el punto superior de las arquetas de registro o bocas de carga. En los emplazamientos peligrosos originados por los venteos de descarga de los tanques de almacenamiento, óptimamente ventilados, se clasifica como zona 1 la parte que ocupa un volumen igual a una esfera de 1 m de radio con centro en el extremo más alto de la tubería de ventilación.

- Zona 2:

La envolventes exteriores de los cuerpos de los surtidores y las de todos aquellos elementos pertenecientes a los mismos en los que se pueda originar un escape, se clasifican como zona 2 porque en ellas, o la atmósfera explosiva no está presente en funcionamiento normal y si lo está será de forma poco frecuente y de corta duración, o aun dándose las condiciones anteriores, el grado de ventilación es óptimo. Inmediato a la esfera de radio 1m con centro en el punto superior de las arquetas de registro o bocas de carga, clasificada como zona 1, se clasifica una zona 2 también esférica, de radio 2m y centro también en el punto superior de dichas arquetas. Inmediato a la esfera de radio 1m y centro en el extremo más alto de la tubería de ventilación, clasificada como zona 1, se clasifica una zona 2 también esférica, de radio 2m y centro en el extremo más alto de la tubería de ventilación.

✓ Barreras:

La extensión de cada zona anteriormente indicada puede limitarse utilizando barreras de vapor que impidan el paso de los gases, vapores o líquidos inflamables de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso. El aparato surtidor contará con una barrera de tipo 2 (por tratarse de un aparato surtidor con cabezal electrónico separado de su cuerpo a distancia no inferior a 15mm) que cumplirá los siguientes requisitos:

1. La barrera permitirá el paso de tuberías, cables y ejes rígidamente instalados.
2. Las barreras de vapor superarán la prueba de respiración restringida (CEI 79.15) y consistirán en dos barreras separadas por una zona de aire libre de no menos de 15mm.
3. El paso del cable en ambas barreras se realizará por medio de prensaestopas IP54 o EExe.
4. El grado de protección de cada barrera será IP54.

La zona 2 para el aparato surtidor con la barrera de tipo 2 se extiende a una distancia de 1m del aparato en cualquier dirección.

Las posibles fuentes de emisión de gases son:

- ✓ Tanques de almacenamiento.
- ✓ Venteos.
- ✓ Brazos de carga/aparatos surtidores.

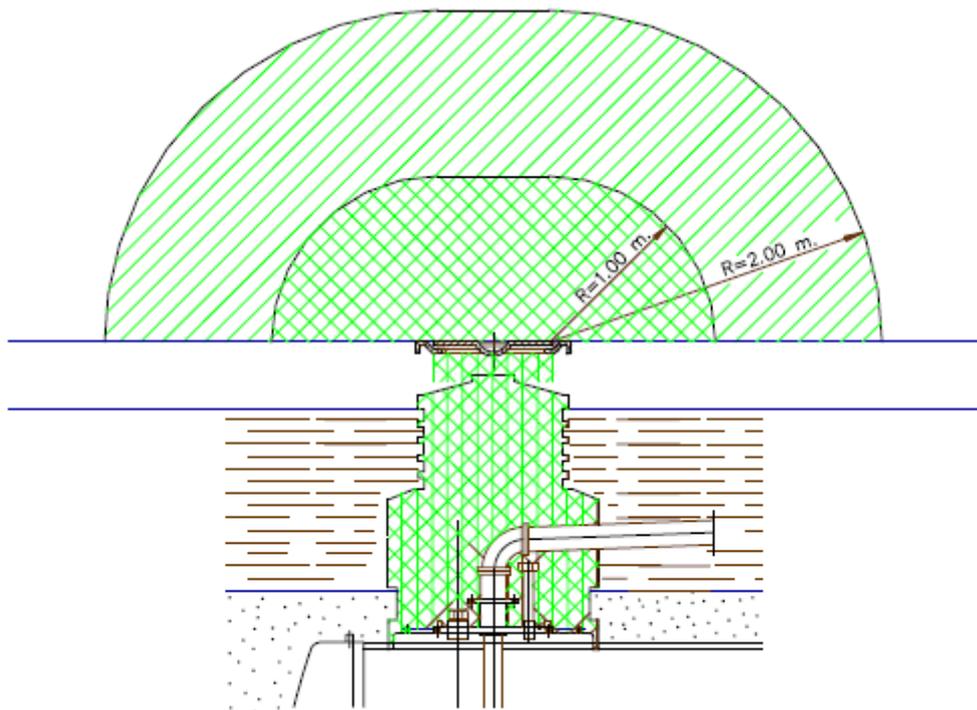
Tanques de almacenamiento.

El interior de los tanques se clasifica como clase I zona 0.

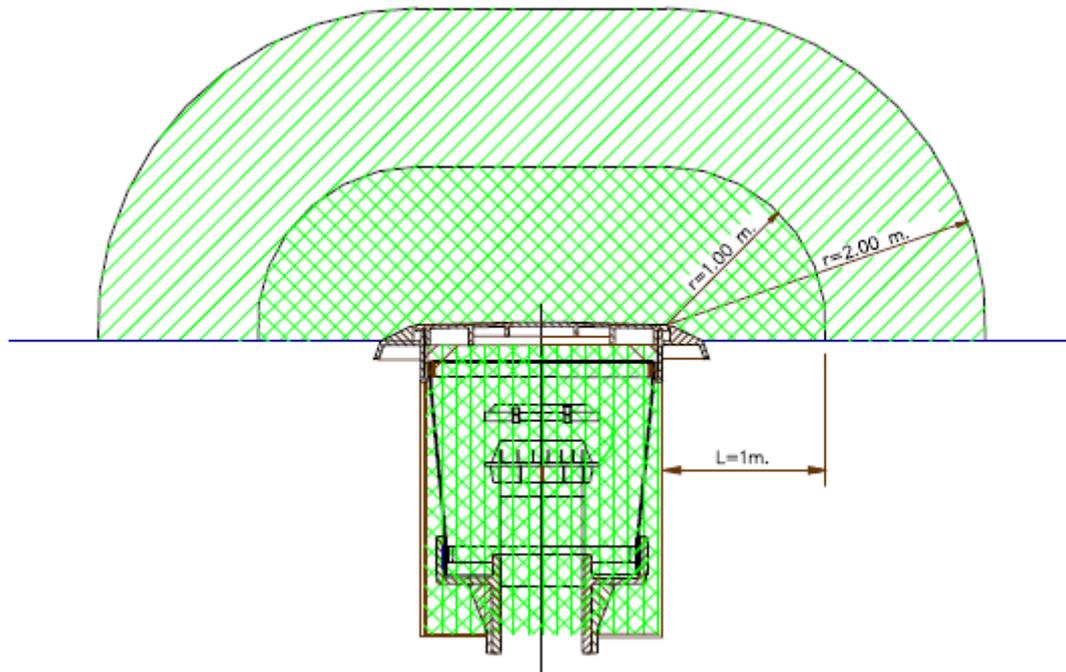
El interior de las arquetas de registro de las bocas de carga de los tanques se clasifica como clase I zona 0, debido a su situación bajo el nivel del suelo y por tener puntos de escapes.

A partir del nivel del pavimento, donde las paredes de las arquetas terminan, se origina un emplazamiento peligroso clasificado como clase I, zona 1, que ocupará un volumen igual al resultante de aplicar 1 metro de radio desde el cierre de dichas arquetas, y un emplazamiento peligroso clasificado como clase I, zona 2, que ocupará un volumen igual al resultante de aplicar 2 metros de radio desde el cierre de las arquetas anteriormente citadas.

-Zona del acceso al tanque.



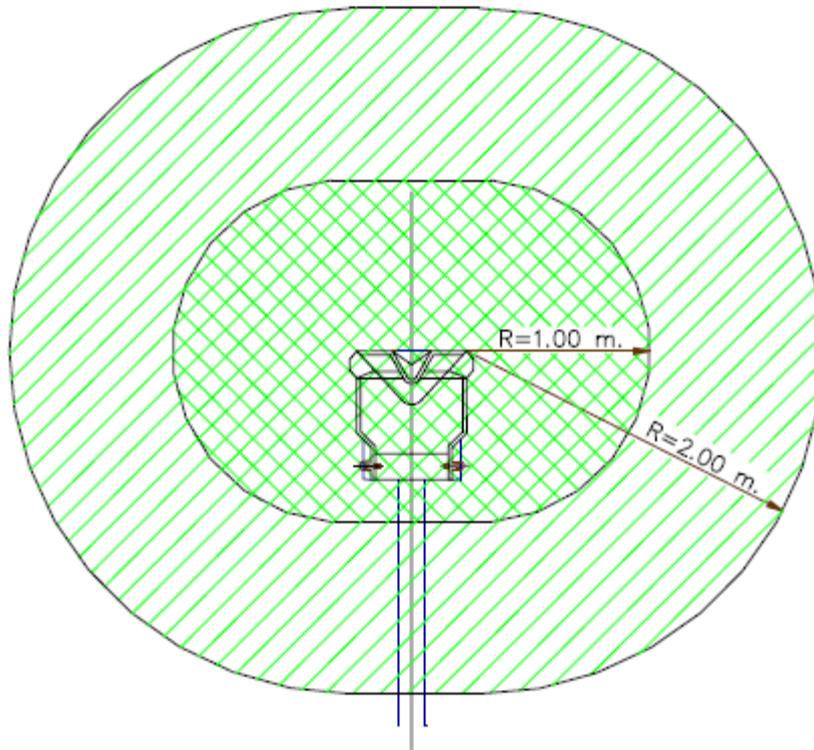
-Zona de las bocas de carga



Venteos.

Los venteos de los tanques de almacenamiento originan dos emplazamientos peligrosos:

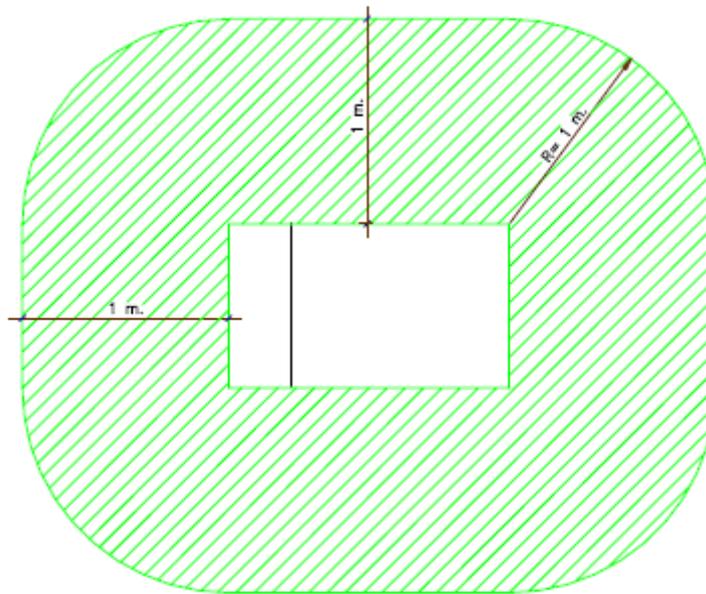
- Un emplazamiento peligroso clasificado como clase I zona 1 que ocupará un volumen igual a una esfera de 1 m de radio con centro en el extremo más alto de la tubería de ventilación.
- Un emplazamiento peligroso, inmediato al anterior, clasificado como clase I zona 2, delimitado por una esfera de 2 m de radio con centro en el extremo más alto de la tubería de ventilación dicha anteriormente.



Brazos de carga/aparatos surtidores.

Las envolventes exteriores de los cuerpos de los surtidores y las de todos aquellos elementos pertenecientes a los mismos en los que se pueda originar un escape se clasifican como clase I zona 2, porque en ellas la atmósfera explosiva no está presente en funcionamiento normal y si lo está es de forma poco frecuente y de corta duración, además el grado de ventilación es óptimo. Esta zona ocupará un volumen limitado por el envolvente lateral a 1 metro de distancia del cuerpo del surtidor y desde el suelo hasta una altura igual a la de dicho cuerpo o a la de la columna soporte del cabezal electrónico. En cualquier caso, para determinar y justificar la extensión de la zona, se seguirán los procedimientos indicados en la Norma UNE-EN 60079-10.

-Zona de carga



7.2.1. Materiales a instalar en las zonas clasificadas.

Los materiales y/o equipos eléctricos a instalar en los emplazamientos peligrosos, estarán de acuerdo con los requisitos impuestos por la clasificación de la zona en donde vayan a instalarse y cumplirán con todo lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria MIE BT 026 del Reglamento Electrotécnico para B.T.

Los materiales tendrán los certificados de conformidad correspondientes, extendidos por un laboratorio homologado, de acuerdo con la norma UNE, europea EN o con una recomendación CEI.

Para la elegir los materiales adecuados a instalar en emplazamientos clasificados, se deben considerar los siguientes datos:

Los vapores de las gasolinas que puedan estar presentes en las instalaciones son más pesados que el aire y se clasifican en el Grupo II subgrupo A, conforme a la norma UNE 20320.

La temperatura de ignición de las gasolinas es de 280°C . Así, pues, la temperatura máxima superficial de los materiales eléctricos no deberá sobrepasar este valor. Por lo tanto, la clave de temperatura del material eléctrico será de T3, que permite una temperatura superficial máxima en los materiales eléctricos de 200°C , conforme a la norma UNE 20-327 y a la Instrucción MIE BT 026.

Siempre que se pueda y la instalación lo permita, debe evitarse el montaje en emplazamientos peligrosos de equipos eléctricos que puedan producir arcos, chispas o calentamientos superficiales capaces de provocar la ignición de la atmósfera explosiva presente.

7.3. Conductores.

Los cables que se usaran en estas instalaciones serán según ITC-BT-07. Se empleara un cable RV 0.6/1 Kv.

Toda la instalación estará de acuerdo con las ITCBT- 017 o ITC-BT-029, según se trate de instalaciones en zonas no clasificadas o en zonas clasificadas con peligro de explosión.

Aquellos cables que dispongan de protección mecánica, tendrán una sección mínima de 2,5mm², para alimentaciones de fuerza; para alumbrado y control, tendrán una sección mínima de 1mm².

A la hora de calcular la sección de los cables, la intensidad admisible de los conductores deberá disminuirse en un 15%, además de aplicar los factores de corrección dependiendo de las características de la instalación.

Cada una de las acometidas a receptores de longitud superior a 5m deberá disponer de una protección contra cortocircuitos y contra sobrecargas si estas son previsibles.

Todos los cables llevaran conductor de protección. En alimentaciones trifásicas, tres fases y conductor de protección, en circuitos monofásicos, fase, neutro y conductor de protección.

Las labores de mantenimiento y reparaciones se realizarán sin tensión y por personal cualificado.

7.4. Canalizaciones.

Todas las canalizaciones seguirán las ITC MIE BT17 o MIE BT029, según sea zonas no clasificadas o en zonas clasificadas con peligro de explosión.

Las canalizaciones subterráneas, cuando se utilicen cables armados, se realizarán en zanjas rellenas de arena o en tubos rígidos de PVC.

Los tubos de acero serán sin soldadura, galvanizado interior y exterior, el roscado de los mismos deberá cumplir las exigencias relativas al tipo de ejecución de seguridad.

Las canalizaciones de equipos portátiles o móviles serán con tubos metálicos flexibles, corrugados, protegidos exteriormente contra la oxidación. Los racores

y accesorios deberán cumplir las condiciones del tipo de construcción correspondientes a su ejecución de seguridad.

En la transición de una canalización eléctrica a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, así como en las entradas y salidas de las envolventes metálicas de equipos eléctricos que puedan producir arcos o temperaturas elevadas, cuando se empleen tubos de acero se deberá evitar el paso de gas o vapores inflamables, para ello se realizará el sellado de estos pasos mediante cortafuego.

7.5. Conexión a la red general.

7.5.1. Desviación y acometida.

Se solicitará a la compañía suministradora. Ésta garantiza:

- Potencia: 70 KW.
- Tensión: 400/230 V
- Intensidad de cortocircuito en cabecera: 12kA.
- Tiempo de falta: 0,3 segundos.

La acometida será mediante una línea subterránea por medio de conductores enterrados en zanja. Las dimensiones de la zanja serán de 25cm de ancho por 50cm de profundidad. Dicha zanja contará con un lecho de 10cm de espesor de arena de río apisonada, sobre la que se dispondrá la acometida. Luego se dispondrá la protección mecánica de la zanja será de placas de hormigón y se colocará una cinta de señalización de la presencia de cable enterrado a 15cm de dicha protección. Esta cinta se encuentra enterrada en tierra de relleno apisonada, mientras que el resto de la zanja se completará con pavimento.

Formada por conductores de cobre flexible 3x35mm² + 2G 16mm² de sección, tipo RV 0,6/1kV canalizado bajo tubo de PVC flexible de 125mm de diámetro. Esta línea llegará hasta la caja general de protección situada en la sala de equipos, que es la encargada de proteger la instalación interior, así como al usuario frente a contactos directos. La acometida se hará en bucle para poder reanillar el bucle ajeno a la avería en caso de una falta en la instalación.

Esquemas	Tipo	P Dem (Kw)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones
Acometida CT	T	54,33	0,84	40	IEC60269 gL/gG In: 125 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Contadores Contador de activa
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

7.5.2. Caja general de protección y medida.

Al ser una instalación de único usuario, se instalara en el mismo lugar tanto la caja general de protección como los equipos de medida. El lugar elegido para su instalación es en el interior de la sala de equipos.

El módulo de caja general de protección 125A trifásica y 415V de tensión nominal conteniendo bases portafusibles de tamaño 1 con neutro seccionable, bornes pasacables y envolventes. Se empleara un aparato contador de tensión genérico, un contador de activa.

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 10kA, curva C, 125 A. Conexionado el conjunto a través de la línea 3x25 + 2G 16 de sección tipo RV 0,6/1kV. Totalmente instalado.

Esquemas	Tipo	P Dem	f.d.p	Longitud	Protecciones
Cuadro General	T	54,33	0,84	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 125 A; Un: 415 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 10kA Curva C In: 125 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Esquemas	Tipo	P Dem	f.d.p	Longitud	Protecciones Línea
Alimentación Exterior	T	13,20	0,83	1,0	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Alumbrado Exterior	T	5,50	0,99	1,0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
Bombas Depósitos 1	T	22,50	0,80	1,0	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 10kA Curva D In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Bombas Depósitos	T	22,5	0,80	1,0	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) EN60898 10kA Curva D In: 50 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo D Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Alimentación Edificio	T	5,63	0,94	1,0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C Categoría 3
					RV 0.6/1 kV RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RV 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

7.6. Líneas de distribución.

Estas líneas son las encargadas de distribuir la corriente eléctrica a los diferentes cuadros de distribución desde las barras del cuadro general de baja tensión a través de protección magnetotérmica.

El aparamento de los cuadros según el REBT e Instrucciones complementarias correspondientes, constará de:

- Interruptor automático de potencia.
- Interruptores automáticos (P.I.A.) para protección de líneas contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptores diferenciales para la protección contra las corrientes de defecto.

Estas líneas de distribución serán conductores de cobre RV 0,6/1kV bajo tubo flexible de PVC de 63 mm de diámetro enterrados. Las líneas que discurren por el interior del edificio son de 0,6/1kV, bajo tubo rígido. Los cables serán resistentes a la acción de los hidrocarburos.

7.7. Cuadros de distribución.

Todos los cuadros secundarios irán protegidos con interruptores magnetotérmicos e interruptores diferenciales consiguiéndose un grado de protección IP30 y se instalara en el edificio principal. Se encontrara:

- Cuadro secundario de la zona de carga.
- Cuadro secundario del edificio.
- Cuadro secundario del alumbrado exterior.

Las partes metálicas estarán puestas a tierra convenientemente mediante barra colectora de tierra en el interior de los cuadros.

La tensión suministrada a los cuadros secundarios en baja tensión será de 400/230 V.

7.8. Red de fuerza.

Se seleccionara el material eléctrico según lo establecido en la IC MIE BT 029. Las entradas de los cables y de los tubos a los equipos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto.

Los orificios del material eléctrico, para entradas de cables no utilizados, deberán cerrarse mediante piezas acordes, al objeto de mantener el modo de protección de la envolvente.

La distribución de fuerza se hará desde un cuadro de distribución, compuesto por un interruptor automático de protección general, un diferencial más una

serie de salidas separadas por cada receptor, cada una con protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Se intentara siempre que el cuadro de distribución general, se instale en el edificio de servicio en un lugar no peligroso.

En cada circuito de fuerza se instalarán interruptores diferenciales de corte de intensidad de defecto con sensibilidad máxima de 30 mA.

Se dispondrán distintas tomas de corriente en los puntos de consumo.

Las tomas monofásicas serán de 16 A con fase, neutro y tierra; las trifásicas tetrapolares de 25 A con dos fases, neutro y tierra.

7.9. Red de alumbrado.

La iluminación en las instalaciones se hará con la máxima intensidad y amplitud que sea posible, complementados por aparatos locales en los puntos que se requieran observación y vigilancia.

La iluminación se dispondrá de forma que procure la mayor seguridad del personal que trabaje de noche, en las operaciones que deban ser realizadas, e intensificada en los puntos de actuación personal.

Se intentara que los aparatos de alumbrado sean instalados fuera de los emplazamientos peligrosos.

Se instalaran aparatos de alumbrado en zonas clasificadas, estos tendrán el modo de protección de acuerdo con el tipo de zona; los cuales se encuentran definidos en la ITC-BT-029. Su marcado deberá incluir la tensión y frecuencia nominal, el tipo de lámpara con el que se deban trabajar y la potencia máxima.

La instalación de alumbrado se realizará, mediante circuitos independientes para cada servicio como los báculos de alumbrado, el alumbrado del exterior del edificio, las tomas de alumbrado, etc., los circuitos serán trifásicos y estarán protegidos mediante interruptores automáticos de 25A máximo.

7.9.1. Alumbrado interior.

El alumbrado interior se llevara a cabo con equipos de fluorescencia para todo el edificio a excepción del aseo que se iluminara con halógenos.

Se usaran lámparas de fluorescencia lineal en el caso de la sala principal, recepción y sala de equipos y almacén.

Dependencia	Lux exigible	Wattios
Almacén	80	20
sala de equipos	80	20
Recepción	400	67

aseo	80	16
sala principal	400	374

La oficina de control y la recepción requerirán una iluminación mínima de 400 lux. Mientras que bastará con 80 lux en el almacén, la sala de equipos y los aseos.

La distribución tendrá que ser la adecuada para obtener al menos los parámetros de iluminación descritos con anterioridad.

7.9.2. Alumbrado exterior.

La intensidad máxima en las líneas de alumbrado exterior será de 15A.

Se usara una luminaria exterior sobre báculo con equipo eléctrico a 230V y lámpara de 250W o 125W sobre báculo de acero galvanizado y pintado de 8m de altura. Se conectarán y desconectarán por medio de un relé fotoeléctrico. Los conductores serán subterráneos a una profundidad mínima de 0,4m.

Se usaran lámparas M (vapor de mercurio), clase eléctrica 1 y sistema óptico y alojamiento de equipo IP-55.

Se dispondrá un báculo próximo a la entrada del edificio principal. Además se colocaran dos báculos, uno por lado de isleta, en la zona de abastecimiento. En ambos casos se pretende una iluminación de 45 lux, por lo que las lámparas serán de 250 Watios.

En todo el perímetro de la parcela se instalaran báculos cada 20 metros, con potencia 125 Watios, con intención de obtener una iluminación de 25 lux.

7.9.3. Alumbrado de emergencia.

Se emplearán seis equipos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente de 125 lúmenes de flujo luminoso y 1 hora de autonomía. Con esto se busca conseguir al menos el alumbrado ambiente o anti pánico, el cual debe dar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m, tal y como exige el artículo 28 de la ITC-BT.

Del mismo modo, se emplearán dos equipos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente de 125 lúmenes de flujo luminoso y 1 hora de autonomía. Con lo que se busca conseguir al menos el alumbrado de ruta de señalización de emergencia, el cual debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 2 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m, tal y como exige el artículo 28 de la ITC-BT.

Se usaran elementos de cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consten de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Contenga dos tubos, uno de emergencia que solo se ilumina si falla el suministro de red y otro que funciona como una luminaria normal que puede

encenderse o apagarse a voluntad mientras se le suministre tensión. Características, respetando UNE 20.392 para luminarias fluorescentes.

También instalaremos rótulos de emergencia encima de todas las salidas al exterior, que en caso de emergencia sea fácilmente visibles.

7.10. Red de tierra

7.10.1. Consideraciones generales.

La instalación de la puesta a tierra de la obra se ejecutara de acuerdo con lo especificado en el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma la toma de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	$l = 20 \text{ m}$	50ohm.m

El conductor enterrado horizontal puede ser:

- cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección.
- pletina de acero dulce galvanizado de 100 mm² de sección y 3 mm de espesor.
- pletina de cobre de 35 mm² de sección y 2 mm de espesor.
- alambre de acero de 20 mm² de sección, cubierto con una capa de cobre de 6 mm² como mínimo.
- cable de acero galvanizado de 95 mm² de sección.

Se usara la opción cable cobre 35mm² de sección, excepto en aquellas redes de toma a tierra que sean desfavorables por motivos de corrosión u otras razones. En esos casos se empleara una pletina de acero galvanizado.

Los conductores de protección se dispondrán por la misma canalización que sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITCBT 18 del REBT.

7.10.2. Puesta a tierra de depósitos y tuberías.

Cada una de las tuberías y elementos metálicos se conectarán a la red general de tierra.

Para que no exista riesgo de corrosión o para conseguir una protección catódica correcta, los tubos de acero y fundición enterrados no se unirán a un sistema de tierra en el que existan metales galvánicamente desfavorables para el acero, como el cobre, en contacto directo con el terreno.

En el momento de la puesta a tierra se tendrá en cuenta lo especificado en el informe UNE 109.100.

La pinza y la borna de puesta a tierra para el control de la electricidad estática cumplirán la norma UNE 109.108 partes 1 y 2.

7.10.3. Tomas de tierra.

La función de la toma de tierra es la de canalizar, absorber y disipar en el terreno aquellas corrientes de falta o de origen atmosférico que se transportan por medio de las líneas principales de tierra.

Incluirá las siguientes partes:

- Punto de puesta a tierra.

Su función es la de unir la toma de tierra con el circuito de puesta a tierra. Se aloja en el interior de una arqueta que está compuesta por:

- ✓ Muro de 12cm de espesor y ladrillo que ofrece una resistencia de 100kg/cm².
- ✓ Tapa de hormigón con resistencia de 175kg/cm².
- ✓ Tubo de PVC de 60mm de diámetro.
- ✓ Solera de hormigón con resistencia de 100kg/cm².

Los puntos de puesta a tierra estarán ubicados como puntos de puesta a tierra directos en los cuadros secundarios a través de barra colectora de tierra.

- Electrodo.

Inyectaran en el terreno las corrientes que circulen por la línea de tierra. La función de la puesta a tierra es que el electrodo este a potencial 0. Deben procurar la resistencia de paso a tierra menor posible. Podrán ser:

- ✓ Perfiles de acero galvanizado (mínimo 60mm de lado).
- ✓ Acero galvanizado (mínimo 25mm de diámetro).
- ✓ Barras de cobre o de acero recubierto de cobre (mínimo 19mm de diámetro).

Su longitud será de al menos 2 m y vendrá dada por la resistencia de paso a tierra máxima admisible y la resistividad del terreno. Se va a usar alma de acero recubierta de cobre, en concreto barras de acero recubierto de cobre electrolítico de 19 mm de diámetro siendo el recubrimiento de 2 mm de espesor. Un extremo ira roscado con manguito y tornillo y el otro extremo acabaran en punta.

7.11. Sistema de protección para descarga de camiones cisterna.

Se usara un sistema de puesta a tierra de las cisternas de los camiones, para descargar la electricidad estática.

Este sistema se compone de:

- Un cable conectado por un extremo a la red local de camiones de puesta a tierra. El otro extremo provisto de una pinza se conectará a un terminal situado en el vehículo en íntimo contacto con la cisterna.
- El cable de puesta a tierra será extra flexible, con aislamiento, de sección mínima 16 mm².
- La conexión eléctrica de la puesta a tierra será a través del interruptor, con modo de protección adecuado al tipo de zona del emplazamiento donde va instalado.
- El cierre del interruptor se realizará siempre después de la conexión de la pinza al camión cisterna.
- La tierra para el camión se unirá a la red general de tierras si ésta es de hierro galvanizado o a la red local de cinc si la red general es de cobre.

7.12. Protección contra sobretensiones atmosféricas.

7.12.1. Equipos de protección.

Se usaran sistemas de protección contra las sobretensiones, estos sistemas engloban una serie de equipos que buscan reducir y evitar los efectos que producen la transmisión de sobretensiones ocasionadas por la descarga de un rayo y los campos electromagnéticos asociados, así como también reducen las sobretensiones transmitidas por las líneas de entrantes al edificio del gasocentro, las cuales se producen por descargas en dichas redes, procesos de conmutación en la red de alta tensión, maniobras red-grupo-red, arranque de motores y elevación del potencial de la toma de tierra debido a descargas en las proximidades de la instalación.

Con estos equipos se busca la protección de los sistemas eléctricos y electrónicos, estos últimos de gran vulnerabilidad, dado que su tensión de aislamiento es muy pequeña y también poseen una gran sensibilidad a las perturbaciones.

En lo que se refiere a los riesgos procedentes de la acometida eléctrica se puede efectuar la protección en los tres niveles siguientes:

- Protección basta.

En la acometida general, capaz de derivar corrientes parciales de rayo de 50kA según 10/350ms.

Este elemento debe colocarse en la salida del cuadro de protección y medida. Estará instalado en una caja de superficie o bien dentro del propio cuadro si ello es posible. La distancia mínima al equipo de protección será de 5m.

- Protección medida.

En la entrada del cuadro general de mando y protección, capaz de derivar corrientes del orden de 40kA según 8/20ms, procedentes de tensiones residuales e inducciones. Se instalará dentro del cuadro.

- Protección fina.

En las alimentaciones de tensión segura. Se instalará dentro del cuadro general de mando y protección en todas las salidas del SAI, desde donde están alimentados los equipos electrónicos sensibles existentes en el gasocentro.

7.12.2. Pararrayos.

Según el CTE en el DB-SUA, "Los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra". El gasocentro contará con un pararrayos para proteger la instalación. Será de tipo iónico, no radioactivo, cuyo diámetro de protección cubra la totalidad de la instalación.

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

El sistema a usar en esta instalación será del pararrayos con dispositivo de cebado. La punta de nuestro pararrayos estará ubicada a 6 metros de altura. Requerimos un nivel protección 1, a una altura de punta de 6 metros y un radio de 50 metros para proteger toda la parcela.

Según la norma se usara un único conductor de bajada. La trayectoria del conductor será en línea recta. El poste donde vaya instalado el pararrayos será protegido convenientemente.

La puesta a tierra del pararrayos se ejecutara con placas de tierra conectadas con la red general de tierra de la instalación.

7.13. Sistema de alimentación ininterrumpida.

El SAI se destinará a garantizar la alimentación eléctrica de alta calidad a los equipos electrónicos.

El SAI se alimenta desde el cuadro general de distribución y mando tiene una potencia de 1.800 W.

La distribución de circuitos de alimentación ininterrumpida se realiza desde el cuadro general de distribución y mando en un espacio separado para esta protección específica. Las condiciones de la instalación son similares a las

indicadas para la instalación normal y están básicamente en función de las zonas en las que estén instalados.

8. Seguridad y protección contra incendios.

Se llevarán a cabo los sistemas de protección contra incendios aplicando la Instrucción Técnica Complementaria MI IP02: "Parques de almacenamiento de líquido petrolíferos", modificada por Real Decreto 1562/1998, de 17 de Julio de 1998 (BOE del 8 de Agosto de 1998), y el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los establecimientos industriales del Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre de 2004 (BOE de 17 de Diciembre de 2004).

8.1. Generalidades

Las instalaciones, los equipos y sus componentes destinados a la protección contra incendios se ajustarán a lo establecido en el vigente Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

La protección contra incendios se determina según el tipo de líquido, la forma de almacenamiento, su situación y la distancia a otros almacenamientos y por las operaciones de manipulación, por lo que en cada caso será seleccionado el sistema y agente extintor que más convenga, siempre que cumpla los requisitos mínimos.

En la Instrucción Técnica Complementaria, se clasifican los productos a almacenar en clases. En el caso de este proyecto el producto a almacenar es gasóleo.

La clase, en la ITC MIE-APQ1, viene determinada por el punto de inflamación del producto. Según sea éste se tiene:

- Clase A: Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 150°C sea superior a 98 KPa.
- Clase B: Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55°C y no están comprendidos en la clase A.
- Clase C: Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55°C y 100°C.
- Clase D: Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100°C.

Para determinar el punto de inflamación arriba mencionado, se aplicarán los procedimientos prescritos en la norma UNE 51.024, para los productos de la clase B; en la norma UNE 51.022, para los productos de la clase C y en la norma UNE 51.023, para los productos de la clase D.

El punto de inflamación del gasóleo es de entre 35°C y 70°C, por lo que no queda claro si es de clase B o C, por lo tanto, a la hora de cumplir las exigencias de las Instrucciones Técnicas Complementarias, se tomarán las más restrictivas para las clases B o C, resultando con ello clasificado el gasóleo como clase C.

La selección del tipo de extintor se realiza teniendo en cuenta para qué clase de fuego se quiere el mismo. Para ello se considera lo expuesto en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (R.D. 1942/1993. BOE 14.12.1993).

AGENTES EXTINTORES	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
Agua a chorro	**	*	*	*
Agua pulverizada	***	*	*	*
Espuma	**	**	*	*
Polvo polivalente ABC	**	**	**	*
Polvo normal BC	*	**	**	*
Anhidrido carbónico	*	*	*	*
Derivados Halogenados	*	*	*	*
Productos específicos	*	*	*	*
	* INACEPTABLE	* ACEPTABLE	** BUENO	*** EXCELENTE

Notas:

- En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse OO.
- En presencia de corriente eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Según la tabla anterior se emplearán extintores de polvo ABC (polvo polivalente) de presión permanente.

8.2. Instalaciones en el interior.

8.2.1. Protección con extintores.

Dentro del edificio se ubicaran extintores portátiles de polvo polivalente ABC, de 6 Kg., con eficiencia 183B localizados en los siguientes puntos:

- Oficina de control.
- Almacén.
- Sala de equipos.
- Pasillo.

La eficiencia 183B supera la mínima que exige la norma, 144B.

Los extintores se ubicaran de tal forma que la distancia a recorrer horizontalmente, desde cualquier punto del área protegida hasta alcanzar el extintor adecuado más próximo no sea superior a 10 m, tal y como exige la norma.

Según en la normativa en la sala de equipos, donde se encuentran los cuadros eléctricos, se colocara un extintor de eficacia extintora 21B, lo que equivale a

un extintor de 1 Kg. En lugar de esto, por mayor seguridad, se colocará uno de 6 Kg y eficacia 183B.

Para finalizar, se situará en la sala de control un extintor de 5 Kg de anhídrido carbónico especialmente indicado para fuegos de origen eléctrico, ya que pese a que la normativa no lo exige, se considera importante para poder extinguir cualquier fuego que se pudiera originar en el ordenador o en los equipos eléctricos.

Todos los extintores portátiles deberán ser sometidos a inspecciones periódicas, tal y como indica la normativa vigente, para asegurar su correcto funcionamiento cuando sea requerido. Éstas deberán ser realizadas, generalmente por la empresa proveedora de los equipos.

8.2.2. Alarma

Se ubicaran detectores de humo en todas las habitaciones del edificio y también a lo largo del pasillo, que accionarán, en caso de incendio, una alarma acústica perfectamente audible en toda la zona.

8.2.3. Estabilidad ante el fuego.

No es necesario estabilizar ante el fuego ningún elemento interior por no darse la existencia de soportes o apoyos críticos, debido a la simplicidad de la estructura del edificio.

8.3. Instalaciones en el exterior.

8.3.1. Protección de extintores

Se dispondrán 6 extintores portátiles de polvo polivalente ABC, de 6 Kg, con eficiencia 183B localizados en los pilares de la marquesina, de tal forma que la distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto del área protegida hasta alcanzar el extintor adecuado más próximo no exceda de 15 m, ni exceda de dicho valor la distancia desde los extintores hasta los puntos de suministro, tal y como exige la norma.

Se encontraran en la zona de descarga de camiones cisterna 2 extintores sobre carro de polvo equivalente ABC de 50 Kg con eficiencia 610B. La norma sólo exige localizar uno en dicha zona pero se considera oportuno poner dos debido a que no supone molestia y sí un añadido a la seguridad de una zona potencialmente conflictiva.

Los extintores portátiles serán sometidos a revisión periódica para asegurar su correcto funcionamiento cuando sea requerido. Estas revisiones correrán a cargo de la empresa proveedora de los equipos.

8.3.2. Red de agua

Debido a que el centro de almacenamiento de gasóleo se encuentra en una zona urbana, se instalará un hidrante de agua conectado a la red general contra incendios del polígono, para su utilización en caso de emergencia.

Según la **NTP 42: Bocas e hidrantes de incendio. Condiciones de instalación**. Cualquier punto de las fachadas a nivel de rasante, deberá encontrarse a menos de 100 m., de un hidrante de incendios, Dichos hidrantes estarán preparados para resistir las heladas y las acciones mecánicas, cuando sea necesario, estarán situados en lugares fácilmente accesibles a los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23-033-81: «Protección y lucha contra incendios. Señalización», y distribuidos de manera que la distancia entre ellos medida por espacios públicos no sea en ningún caso superior a 200 m.

8.3.3. Alarma

Se colocarán puestos de accionamiento manual de alarma en cada pilar de la marquesina, de manera que se posibilite el rápido accionamiento de la misma ante cualquier emergencia que se produzca en la zona de carga. Además se vigilará la zona de carga de forma continua desde la sala de control por medio de un circuito cerrado de televisión.

Se establecerá alarma acústica perfectamente audible en toda la zona, tal y como exige la norma.

8.4. Señalización.

Un factor importante tanto en la prevención como en la extinción de incendios es la señalización. En lugar visible se expondrán carteles anunciadores en los que se indique:

- “Prohibido fumar o encender fuego”
- “Prohibido repostar con la luces encendidas o con el motor del vehículo en marcha”
- Ubicación de los extintores en la instalación.

CAPITULO II – CÁLCULOS

9. Normativa.

Para realizar los cálculos de cargas se empleará el Código Técnico de la Edificación corregido en Marzo de 2006 y la EHE 08.

10. Software de cálculo.

El cálculo estructural se realizara mediante el software CYPE 2014.

11. Cargas

11.1. Sobre cargas de uso.

Se entiende como sobrecarga de uso el peso de todos los objetos que puedan estar sobre el elemento por motivos de uso: personas, muebles, materiales, etc.

Los valores de la sobrecarga se obtendrán de la tabla de la Figura 3.1

Tabla 3.1 Valores característicos de las sobrecargas de uso

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	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

11.1.1. Edificio

El valor de sobrecarga será el correspondiente a cubiertas transitables accesibles solo privadamente.

$$S_c: 1 \text{ Kn/m}^2$$

11.1.2. Monoposte.

No se considera sobrecarga de uso.

11.2. Sobrecarga de nieve.

Entendemos como sobrecarga de nieve el peso de la nieve que pueda acumularse sobre la superficie en las condiciones climatológicas más desfavorables.

11.2.1. Edificio.

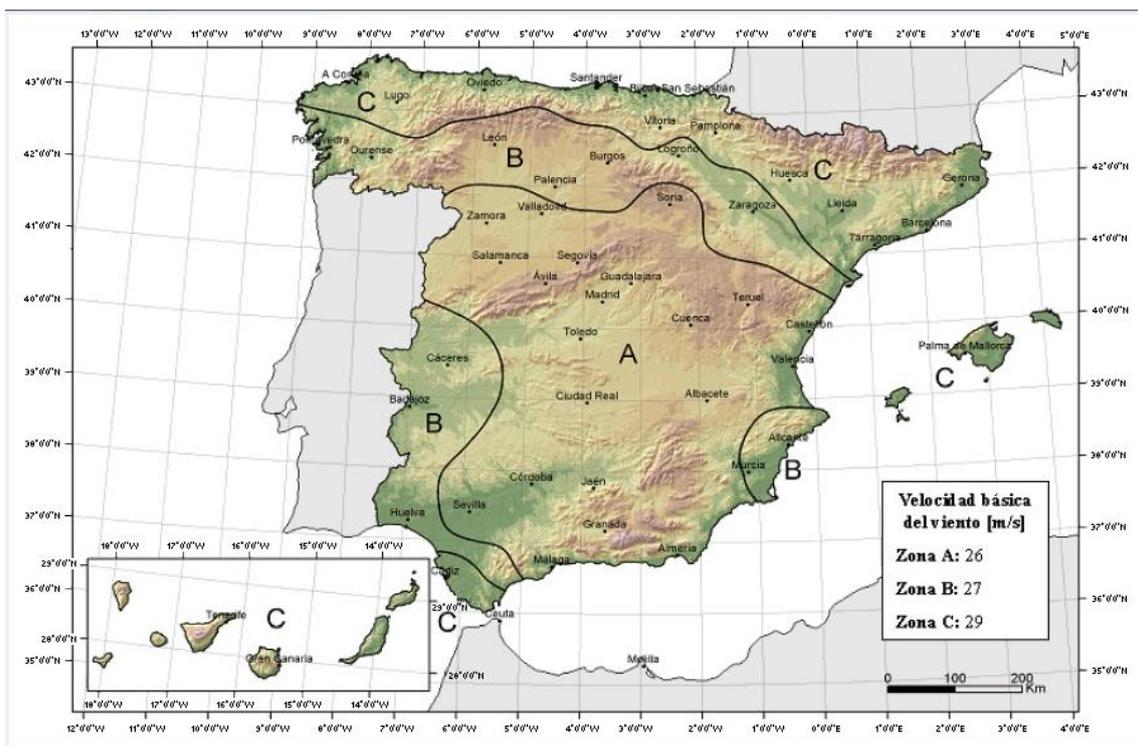
La altitud topográfica de Almazora (Castellón) (0 m) e introduciendo dicho valor en la tabla 3.5.1 se obtiene la sobrecarga de nieve no es perceptiva, la norma indica también que se puede tomar un valor de 1 Kn/m² para quedarnos de lado de la seguridad.

11.2.2. Monoposte.

No se considera sobrecarga de nieve.

11.3. Acciones del viento.

La acción del viento que se considerará en el cálculo de los elementos estructurales, va en función de la altura de su coronación y de su situación topográfica, se da en la Figura 3.3.



El viento produce sobre cada elemento superficial orientado tanto a barlovento como a sotavento, una sobrecarga en la dirección de su normal, positiva (presión) o negativa (succión), de valor dado por la expresión:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

11.3.1. Edificio.

Al ser su altura de 3 metros y estar en una situación topográfica normal, la acción del viento tomara el siguiente valor:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0,46 \text{ Kn/m}^2$$

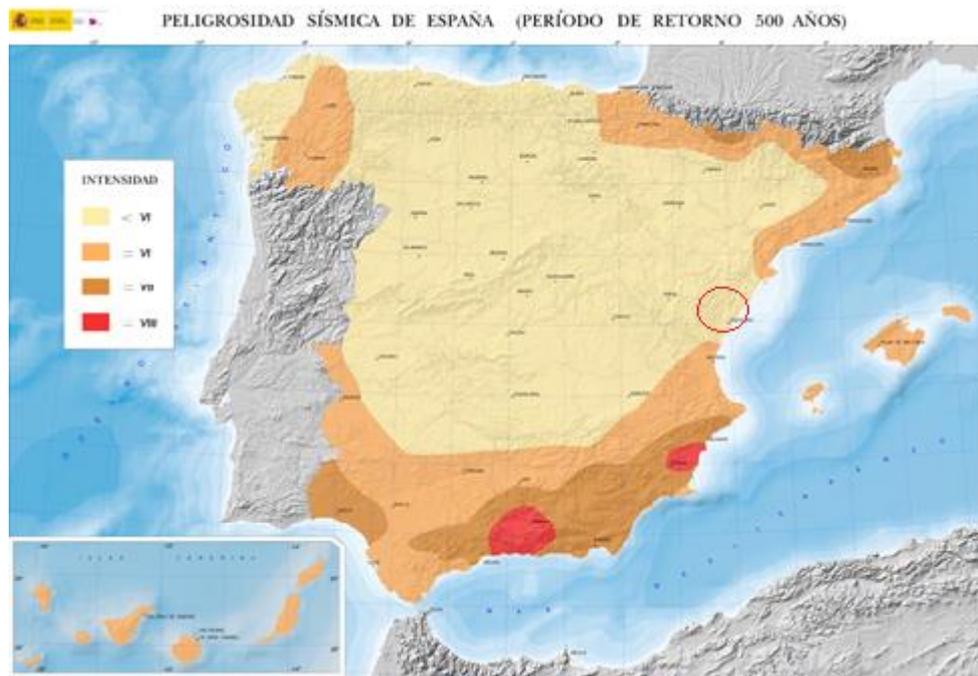
11.3.2. Monoposte.

Al ser su altura de 12 m de coronación y estar en una situación topográfica normal, la acción del viento tomara el siguiente valor:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p = 0,5 \cdot 1,9 \cdot 0,7 = 0,66 \text{ Kn/m}^2$$

11.4. Acciones sísmicas.

La provincia de Castellón se encuentra en una zona de sismicidad reducida con grado de intensidad IV (ver Figura 3.1). Por lo tanto no es preceptiva su consideración.



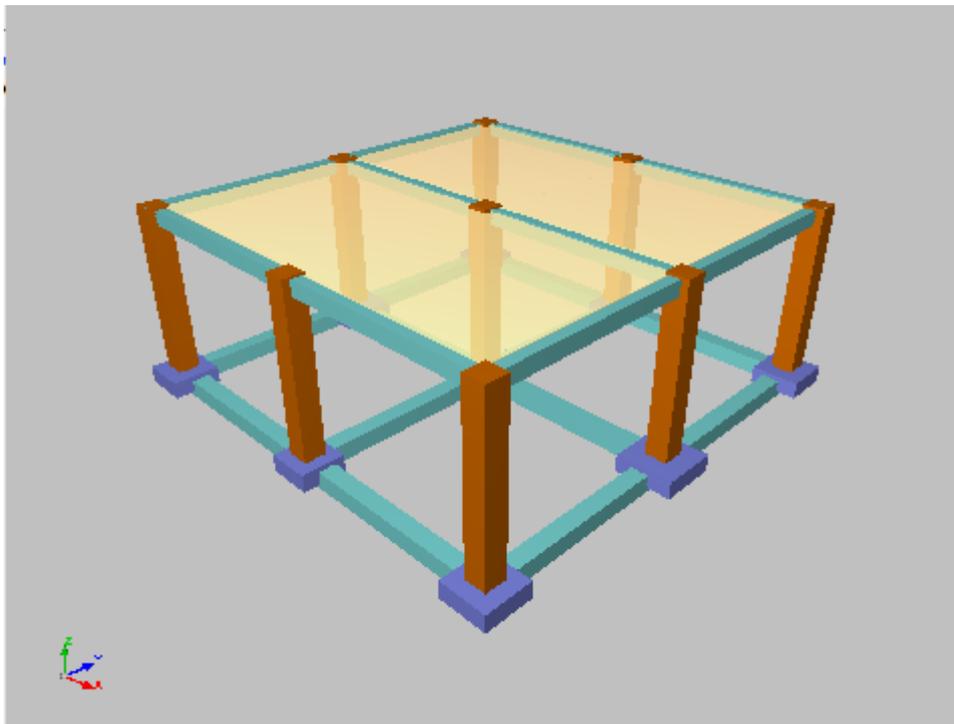
11.5. Peso propio.

El peso propio de las estructuras será tenido en cuenta por el propio programa de cálculo.

12. Resultados.

12.1. Edificio.

El edificio tiene unas medidas de 10mx10mx3m, la cimentación se ejecutara mediante zapatas cuadradas de hormigón armado unidas unas a otras mediante vigas de atado, tanto los pilares como las vigas serán de hormigón armado in situ.



12.1.1. Datos generales.

Materiales

Hormigones:

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido	
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	25

Acero en barras:

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.15

Acero en perfiles:

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

Tipo de forjado:

Nombre	Descripción
forjado	FORJADO DE VIGUETAS IN SITU Canto de bovedilla: 30 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 70 cm Ancho del nervio: 10 cm Ancho de la base: 14 cm Bovedilla: forjado1 Peso propio: 4.099 kN/m ²

Normativa considerada:

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Forjados de viguetas: EHE-08

Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno - Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

• **ELU. de rotura. Hormigón**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.350	1.350									
3	1.000	1.000	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	1.000	1.000		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	1.000	1.000	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	1.000	1.000	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	1.000	1.000			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	1.000	1.000	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	1.000	1.000	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	1.000	1.000				1.500					

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
18	1.350	1.350				1.500					
19	1.000	1.000	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	1.000	1.000	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	1.000	1.000					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	1.000	1.000	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	1.000	1.000	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	1.000	1.000						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	1.000	1.000	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	1.000	1.000	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	1.000	1.000							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	1.000	1.000	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	1.000	1.000	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	1.000	1.000								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	1.000	1.000	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	1.000	1.000	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	1.000	1.000									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	1.000	1.000	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	1.000	1.000	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.600	1.600									
3	1.000	1.000	1.600								
4	1.600	1.600	1.600								
5	1.000	1.000		1.600							
6	1.600	1.600		1.600							
7	1.000	1.000	1.120	1.600							
8	1.600	1.600	1.120	1.600							
9	1.000	1.000	1.600	0.960							
10	1.600	1.600	1.600	0.960							
11	1.000	1.000			1.600						
12	1.600	1.600			1.600						
13	1.000	1.000	1.120		1.600						
14	1.600	1.600	1.120		1.600						
15	1.000	1.000	1.600		0.960						

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
16	1.600	1.600	1.600		0.960						
17	1.000	1.000				1.600					
18	1.600	1.600				1.600					
19	1.000	1.000	1.120			1.600					
20	1.600	1.600	1.120			1.600					
21	1.000	1.000	1.600			0.960					
22	1.600	1.600	1.600			0.960					
23	1.000	1.000					1.600				
24	1.600	1.600					1.600				
25	1.000	1.000	1.120				1.600				
26	1.600	1.600	1.120				1.600				
27	1.000	1.000	1.600				0.960				
28	1.600	1.600	1.600				0.960				
29	1.000	1.000						1.600			
30	1.600	1.600						1.600			
31	1.000	1.000	1.120					1.600			
32	1.600	1.600	1.120					1.600			
33	1.000	1.000	1.600					0.960			
34	1.600	1.600	1.600					0.960			
35	1.000	1.000							1.600		
36	1.600	1.600							1.600		
37	1.000	1.000	1.120						1.600		
38	1.600	1.600	1.120						1.600		
39	1.000	1.000	1.600						0.960		
40	1.600	1.600	1.600						0.960		
41	1.000	1.000								1.600	
42	1.600	1.600								1.600	
43	1.000	1.000	1.120							1.600	
44	1.600	1.600	1.120							1.600	
45	1.000	1.000	1.600							0.960	
46	1.600	1.600	1.600							0.960	
47	1.000	1.000									1.600
48	1.600	1.600									1.600
49	1.000	1.000	1.120								1.600
50	1.600	1.600	1.120								1.600
51	1.000	1.000	1.600								0.960
52	1.600	1.600	1.600								0.960

• **Tensiones sobre el terreno – Desplazamientos.**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	1.000								
3	1.000	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000	1.000							
5	1.000	1.000			1.000						
6	1.000	1.000	1.000		1.000						
7	1.000	1.000				1.000					
8	1.000	1.000	1.000			1.000					
9	1.000	1.000					1.000				
10	1.000	1.000	1.000				1.000				
11	1.000	1.000						1.000			
12	1.000	1.000	1.000					1.000			
13	1.000	1.000							1.000		

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
14	1.000	1.000	1.000						1.000		
15	1.000	1.000								1.000	
16	1.000	1.000	1.000							1.000	
17	1.000	1.000									1.000
18	1.000	1.000	1.000								1.000

Losas y elementos de cimentación

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.200 MPa

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.300 MPa

12.1.2. Cimentación.

Dimensionamiento - Pilares.

Referencias	Geometría	Armado
P1, P3, P7, P9	Zapata cuadrada Ancho: 110.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 4Ø12c/30 Y: 4Ø12c/30
P2, P5, P8	Zapata cuadrada Ancho: 100.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 3Ø12c/30 Y: 3Ø12c/30
P4, P6	Zapata cuadrada Ancho: 130.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 4Ø12c/30 Sup Y: 4Ø12c/30 Inf X: 4Ø12c/30 Inf Y: 4Ø12c/30

Comprobación.

Referencia: P1 Dimensiones: 110 x 110 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0744579 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.158628 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.195513 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 117.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 164.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 13.47 kN·m	Cumple

Referencia: P1		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 10.91 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 161.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P1:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0004	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	

Referencia: P1		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.105163 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.130767 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.165691 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1657.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 300.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 8.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 259.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P2:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	

Referencia: P2		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0749484 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.160394 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.197966 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 113.9 % Reserva seguridad: 160.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 13.52 kN·m Momento: 10.93 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 160 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P3:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: P3		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0920178 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.178738 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.201988 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 99.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 581.6 %	Cumple

Referencia: P4		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 33.82 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 17.24 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.58 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 10.01 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 285.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P4:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: P4		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 19 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.199634 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.200909 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.236715 MPa	Cumple

Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3360.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 781.0 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 16.47 kN·m Momento: 17.62 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 516.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P5:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple

Referencia: P5		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P6		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0914292 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.177267 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.200713 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 97.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 572.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 33.48 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 17.00 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.39 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 9.91 kN	Cumple

Referencia: P6		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 279.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P6:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 19 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: P6		
Dimensiones: 130 x 130 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0744579 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.158628 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.195513 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 117.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 164.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 13.47 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.91 kN·m	Cumple

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 161.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P7:	Mínimo: 27 cm	
	Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0004	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm	
	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: P7		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P8		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.105163 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.130767 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.165691 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1657.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 300.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 8.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 259.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P8:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: P8		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cementación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P9		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0749484 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.160394 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.197966 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 113.9 % Reserva seguridad: 160.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 13.52 kN·m Momento: 10.93 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 160 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P9:	Mínimo: 27 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: P9		
Dimensiones: 110 x 110 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Dimensionamiento – Vigas de atado.

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P7 - P8], [P4 - P7], [P8 - P9], [P5 - P8], [P6 - P9], [P4 - P5], [P5 - P6], [P2 - P5], [P1 - P4], [P1 - P2], [P2 - P3], [P3 - P6]	C.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Comprobación.

Referencia: C.1 [P7 - P8] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: C.1 [P7 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P4 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P8 - P9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P5 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P5 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P6 - P9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P4 - P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P4 - P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P5 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P2 - P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P1 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P1 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P2 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [P3 - P6] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

12.1.3. Pórticos.

Comprobación de Vigas a E.L.U.

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TNM _y	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T _{Geom.}	T _{Disp._{sl}}		T _{Disp._{st}}
P1-P2	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 66.7	'4.500 m' η = 69.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 69.0					
P7 - P8	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 66.7	'4.500 m' η = 69.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 69.0					
P2 - P3	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 68.5	'P2' η = 69.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 69.0					
P4 - P5	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 94.1	'P4' η = 94.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 94.2					
P5 - P6	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 94.0	'2.505 m' η = 94.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 94.7					
P8 - P9	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 68.5	'P8' η = 69.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 69.0					
P1 - P4	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 30.0	'4.500 m' η = 30.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 30.0					
P4 - P7	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 21.8	'P4' η = 30.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 30.0					
P3 - P6	Cumple	Cumple	'4.192 m' η = 22.4	'4.500 m' η = 30.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 30.7					
P6 - P9	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 22.4	'P6' η = 30.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 30.7					

Notación:

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.

T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.

T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.

TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.

TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.

TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua

TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua

TV_{xSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.

TV_{ySt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

T_{Geom.}: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.

T_{Disp._{sl}}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.

T_{Disp._{st}}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

-: -

x: Distancia al origen de la barra

η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

⁽³⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ _c	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Izq.}	σ _{sr}	V _{fis}	
P1 - P2	x: 4.5 m Cumple	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.5 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P7 - P8	x: 4.5 m Cumple	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.5 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P1 - P2	x: 4.5 m Cumple	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.5 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P7 - P8	x: 4.5 m Cumple	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.5 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P2 - P3	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P4 - P5	x: 4.5 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 1.905 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P5 - P6	x: 0 m Cumple	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 2.505 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	x: 4.5 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P8 - P9	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P1 - P4	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P4 - P7	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P3 - P6	x: 4.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P6 - P9	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Notación:

σ_c : Fisuración por compresión
 $W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior
 $W_{k,C,Lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha
 $W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior
 $W_{k,C,Lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda
 σ_{sr} : Área mínima de armadura
 V_{fis} : Fisuración por cortante
 -: -
 x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

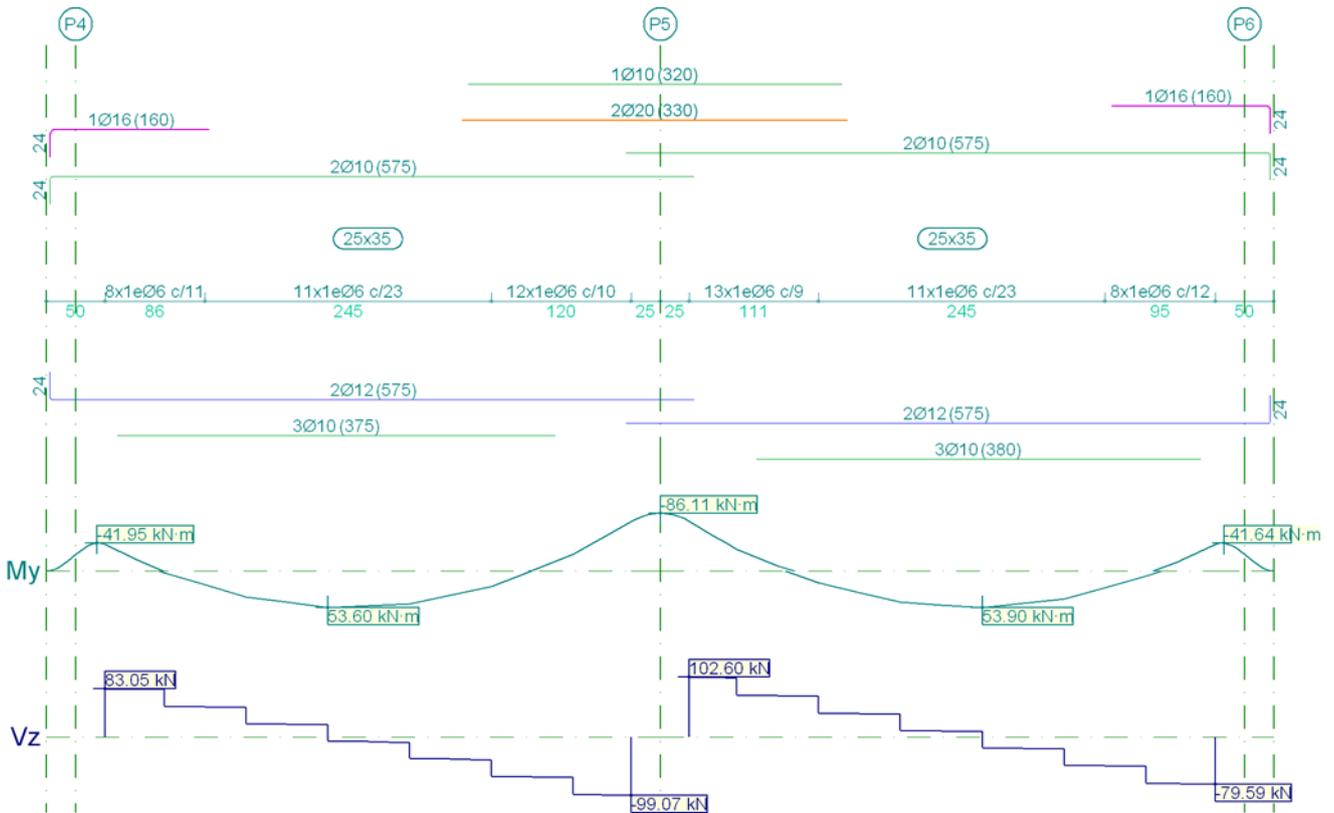
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.
⁽²⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 1.79 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 1.07 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 1.79 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 1.07 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P4 - P5	$f_{i,Q}$: 1.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 8.85 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 5.72 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P5 - P6	$f_{i,Q}$: 1.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 8.69 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 5.64 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 1.79 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 1.07 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 1.79 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 1.07 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
P1 - P4	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 0.53 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P4 - P7	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 0.53 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P3 - P6	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 0.54 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE
P6 - P9	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.86 mm	$f_{T,max}$: 0.54 mm $f_{T,lim}$: 15.00 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 11.25 mm	CUMPLE

Pórtico 1			Tramo: P1-P2			Tramo: P2-P3		
Sección			25x35			25x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
		Nec.	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
F. Sobrecarga			0.17 mm, L/26036 (L: 4.50 m)			0.17 mm, L/26028 (L: 4.50 m)		
F. Activa			1.07 mm, L/4207 (L: 4.50 m)			1.07 mm, L/4201 (L: 4.50 m)		
F. A plazo infinito			1.79 mm, L/2511 (L: 4.50 m)			1.79 mm, L/2507 (L: 4.50 m)		

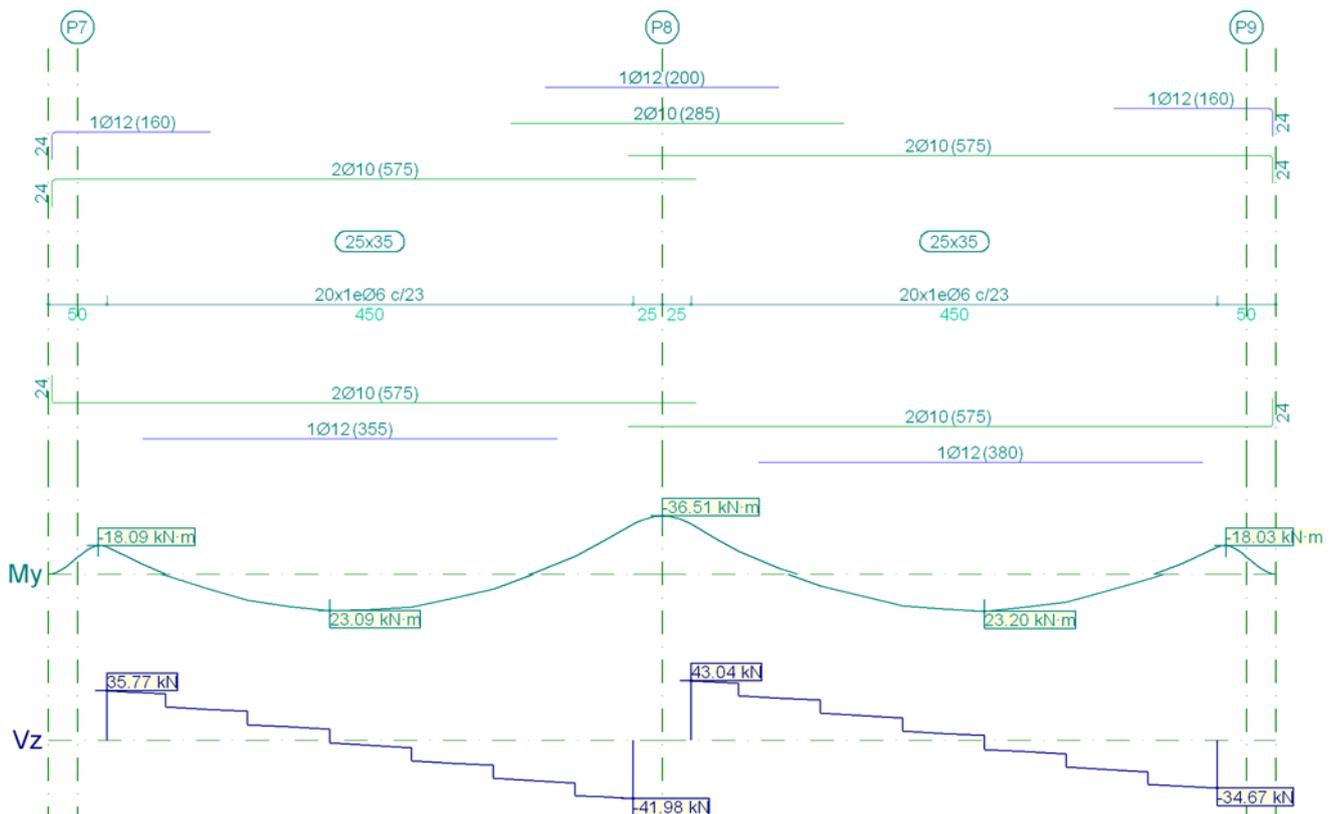
✓ Pórtico 2



Pórtico 2		Tramo: P4-P5			Tramo: P5-P6		
Sección		25x35			25x35		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-39.80	--	-73.69	-73.76	--	-39.66
	X [m]	0.00	--	4.50	0.00	--	4.50
Momento máx.	[kN·m]	38.31	53.60	22.40	32.07	53.90	41.12
	X [m]	1.21	1.91	3.31	1.46	2.51	3.21
Cortante mín.	[kN]	--	-37.25	-99.07	--	-18.47	-79.59
	X [m]	--	2.96	4.50	--	2.86	4.50
Cortante máx.	[kN]	83.05	22.06	--	102.60	39.76	--
	X [m]	0.00	1.56	--	0.00	1.81	--

Pórtico 2		Tramo: P4-P5			Tramo: P5-P6			
Sección		25x35			25x35			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Torsor mín.	[kN]	--	--	--	--	--	--	
X	[m]	--	--	--	--	--	--	
Torsor máx.	[kN]	--	--	--	--	--	--	
X	[m]	--	--	--	--	--	--	
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.58	1.57	8.64	8.64	1.57	3.58
		Nec.	3.35	0.00	7.46	7.46	0.00	3.33
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
		Nec.	3.04	4.33	2.45	2.52	4.36	3.27
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.14	2.46	5.65	6.28	2.46	4.71
		Nec.	4.70	1.97	5.09	5.41	1.97	4.26
F. Sobrecarga		1.69 mm, L/2662 (L: 4.50 m)			1.69 mm, L/2666 (L: 4.50 m)			
F. Activa		5.72 mm, L/787 (L: 4.50 m)			5.64 mm, L/798 (L: 4.50 m)			
F. A plazo infinito		8.85 mm, L/508 (L: 4.50 m)			8.69 mm, L/518 (L: 4.50 m)			

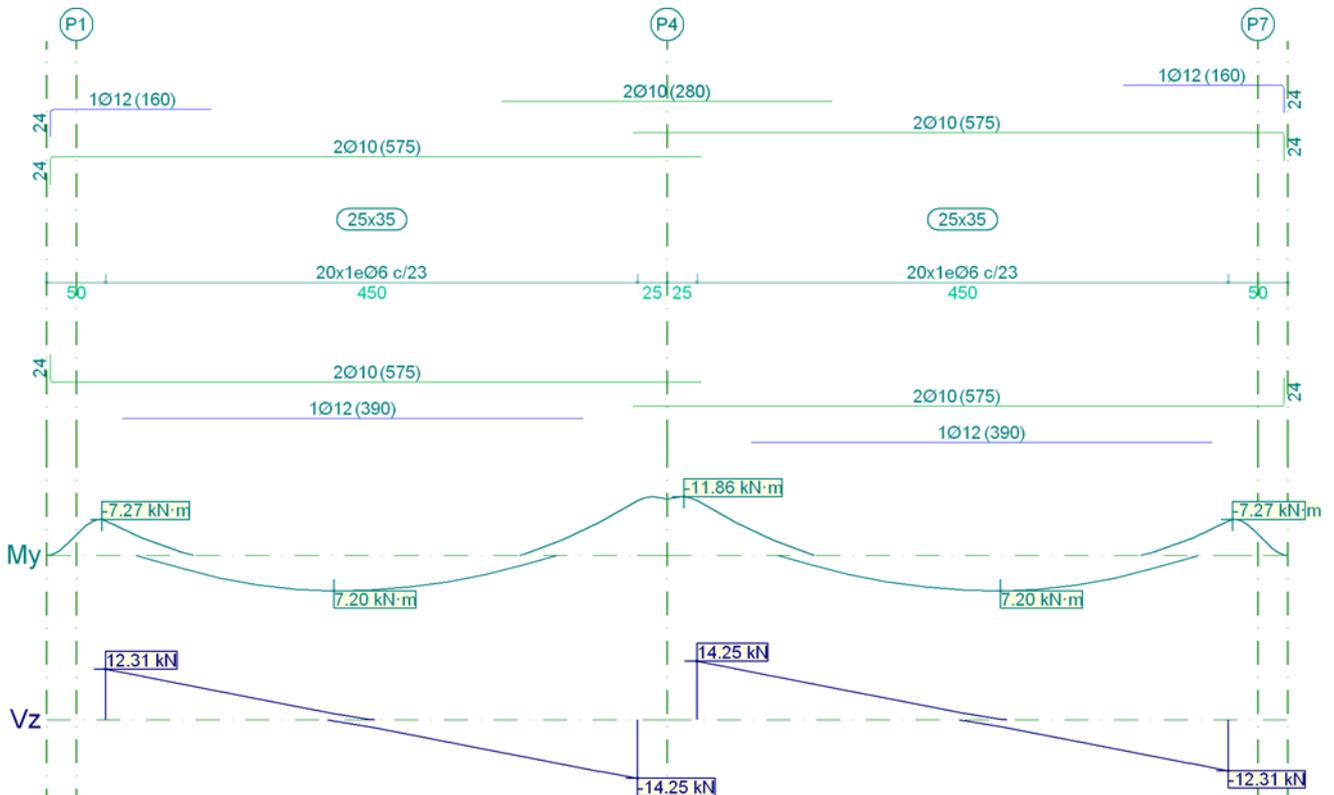
✓ Pórtico 3



Pórtico 3		Tramo: P7-P8			Tramo: P8-P9		
Sección		25x35			25x35		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-17.16	--	-31.44	-31.44	--	-17.16
X	[m]	0.00	--	4.50	0.00	--	4.50

Pórtico 3		Tramo: P7-P8			Tramo: P8-P9			
Sección		25x35			25x35			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento máx.	[kN·m]	16.41	23.09	9.32	13.75	23.20	17.63	
X	[m]	1.21	1.91	3.31	1.46	2.51	3.21	
Cortante mín.	[kN]	--	-16.44	-41.98	--	-8.16	-34.67	
X	[m]	--	2.96	4.50	--	2.86	4.50	
Cortante máx.	[kN]	35.77	9.76	--	43.04	16.39	--	
X	[m]	0.00	1.56	--	0.00	1.81	--	
Torsor mín.	[kN]	--	--	--	--	--	--	
X	[m]	--	--	--	--	--	--	
Torsor máx.	[kN]	--	--	--	--	--	--	
X	[m]	--	--	--	--	--	--	
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.70	1.57	4.27	4.27	1.57	2.70
		Nec.	2.45	0.00	2.88	2.88	0.00	2.45
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
		Nec.	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
		Nec.	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
F. Sobrecarga		0.17 mm, L/26036 (L: 4.50 m)			0.17 mm, L/26028 (L: 4.50 m)			
F. Activa		1.07 mm, L/4207 (L: 4.50 m)			1.07 mm, L/4201 (L: 4.50 m)			
F. A plazo infinito		1.79 mm, L/2511 (L: 4.50 m)			1.79 mm, L/2507 (L: 4.50 m)			

✓ Pórtico 4



Pórtico 4			Tramo: P1-P4			Tramo: P4-P7		
Sección			25x35			25x35		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.99	--	-11.07	- 11.07	--	-6.99
x	[m]		0.00	--	4.50	0.00	--	4.50
Momento máx.	[kN·m]		6.03	7.20	3.88	3.88	7.20	6.03
x	[m]		1.29	1.93	3.21	1.29	2.57	3.21
Cortante mín.	[kN]		--	-5.32	-14.25	--	-3.38	-12.31
x	[m]		--	2.89	4.50	--	2.89	4.50
Cortante máx.	[kN]		12.31	3.38	--	14.25	5.32	--
x	[m]		0.00	1.61	--	0.00	1.61	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.70	1.57	3.14	3.14	1.57	2.70
		Nec.	2.45	0.00	2.45	2.45	0.00	2.45
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
		Nec.	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
		Nec.	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
F. Sobrecarga			0.01 mm, L/393536 (L: 4.50 m)			0.01 mm, L/397847 (L: 4.50 m)		
F. Activa			0.31 mm, L/14424 (L: 4.50 m)			0.31 mm, L/14424 (L: 4.50 m)		
F. A plazo infinito			0.53 mm, L/8515 (L: 4.50 m)			0.53 mm, L/8515 (L: 4.50 m)		

Pórtico 5	Tramo: P3-P6			Tramo: P6-P9		
Sección	25x35			25x35		
Zona	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
F. Sobrecarga	0.01 mm, L/397691 (L: 4.50 m)			0.01 mm, L/402108 (L: 4.50 m)		
F. Activa	0.32 mm, L/14141 (L: 4.50 m)			0.32 mm, L/14141 (L: 4.50 m)		
F. A plazo infinito	0.54 mm, L/8273 (L: 4.50 m)			0.54 mm, L/8273 (L: 4.50 m)		

12.2. Monoposte.

El monoposte estará formado por un pilar metálico HEB 220 empotrado con cimentación de zapata con una altura de 12 m el pilar y el cartel tendrá unas dimensiones de 2x4. Las características generales de ambos se adjuntan en las tablas correspondientes.

12.2.1. Cimentación.

Datos Generales:

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Recubrimiento (superior): 4.00 cm

Recubrimiento (inferior): 4.00 cm

Recubrimiento (lateral): 4.00 cm

Recubrimiento (frontal): 4.00 cm

Recubrimiento (arranques): 4.00 cm

Tamaño máximo del árido: 20.0 mm

Espesor hormigón limpieza: 10.0 cm

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.245 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.368 MPa

Acero laminado: S275

Acero de pernos: B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

Descripción de cargas.

Referencias	Peso propio
P-1	Axil: 8.78 kN Momento X: 64.50 kN·m Momento Y: 6.91 kN·m Cortante X: 5.92 kN Cortante Y: 1.20 kN Torsor: 0.00 kN·m

Dimensionamiento

Referencias	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
P-1	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x7.0) Paralelos Y: -	8Ø20 mm L=45 cm Gancho a 180 grados

Referencias	Geometría	Armado
P-1	Zapata cuadrada Ancho: 220.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 11Ø16c/20 Sup Y: 11Ø16c/20 Inf X: 11Ø16c/20 Inf Y: 11Ø16c/20

Comprobación.

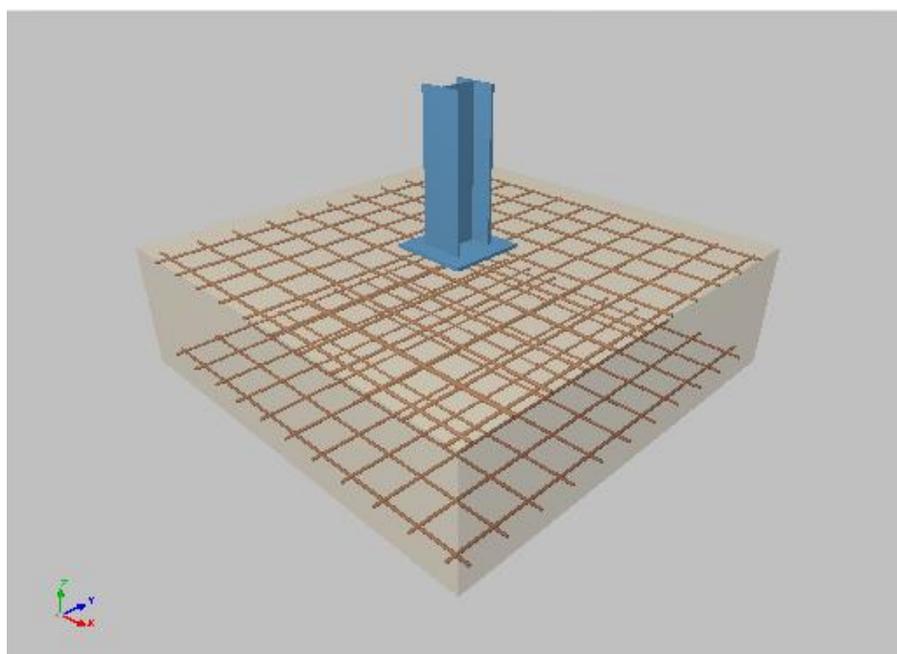
Referencia: P-1 Dimensiones: 220 x 220 x 65 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0552303 MPa Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.124783 MPa	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 24.2 % Reserva seguridad: 1003.7 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.96	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 54.98 kN·m Momento: 4.19 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 66.32 kN Cortante: 3.92 kN	Cumple Cumple

Referencia: P-1		
Dimensiones: 220 x 220 x 65		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 0 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P-1:	Mínimo: 52 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0016 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: P-1		
Dimensiones: 220 x 220 x 65		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 37 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

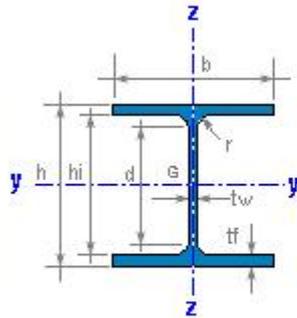
Referencia: P-1		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: - Placa de anclaje: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: - Placa de anclaje: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltéz de rigidizadores: Placa de anclaje: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 33.3	Cumple
Longitud mínima del perno: - Placa de anclaje: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: Placa de anclaje: - Tracción:	Máximo: 100.01 kN Calculado: 90.63 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 70.01 kN Calculado: 1.02 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 100.01 kN Calculado: 92.08 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos: - Placa de anclaje:	Máximo: 125.6 kN Calculado: 90.63 kN	Cumple

Referencia: P-1		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en vástago de pernos: - Placa de anclaje:	Máximo: 500 MPa Calculado: 288.694 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: - Placa de anclaje: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 kN Calculado: 1.02 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: Placa de anclaje: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 250.796 MPa Calculado: 239.476 MPa Calculado: 86.8615 MPa Calculado: 188.831 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> Placa de anclaje: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 4006.12 Calculado: 4434.18 Calculado: 16693.5 Calculado: 1836.34	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: - Placa de anclaje: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 262.751 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



12.2.2. Pilar.

HEB 220



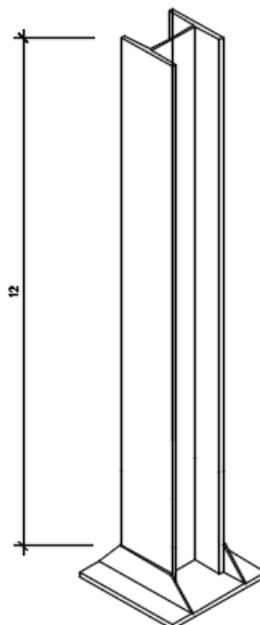
$h = 220 \text{ mm}$	$r = 18 \text{ mm}$
$b = 220 \text{ mm}$	$d = 152.0 \text{ mm}$
$t_w = 9.5 \text{ mm}$	$h_i = 188.0 \text{ mm}$
$t_f = 16.0 \text{ mm}$	

$A = 91.0 \text{ cm}^2$	$M = 71.5 \text{ kg/m}$
-------------------------	-------------------------

$I_y = 8091 \text{ cm}^4$	$I_z = 2843 \text{ cm}^4$
$W_y = 735.6 \text{ cm}^3$	$W_z = 258.5 \text{ cm}^3$
$W_{ply} = 827.1 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 393.9 \text{ cm}^3$
$i_y = 9.43 \text{ cm}$	$i_z = 5.59 \text{ cm}$
$I_t = 77.0 \text{ cm}^4$	$I_w = 295814 \text{ cm}^6$

$S_y = 413.5 \text{ cm}^3$	$Av_z = 27.93 \text{ cm}^2$
$s_y = 19.6 \text{ cm}$	

$AL = 1.270 \text{ m}^2/\text{m}$	$AG = 17.77 \text{ m}^2/\text{t}$
-----------------------------------	-----------------------------------



Resistencia a compresión.

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} = 91 \text{ cm}^2 \cdot 27.5 / 1.05 = 2383.3 \text{ Kn} > 8.78 \text{ Kn OK!}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0} = f_y / 1.05$$

Resistencia al pandeo.

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd} = 8.78 \text{ Kn} < 236.97 \text{ Kn OK!}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 236.97 \text{ Kn}$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1 = 0.0994$$

$$\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 5.476$$

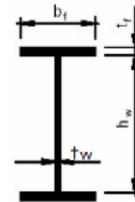
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = 3$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2} = 277.27 \text{ Kn}$$

Resistencia a la abolladura

- CASOS EN LOS QUE NO ES NECESARIA LA COMPROBACIÓN

- En paneles de almas no rigidizadas: si $\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \epsilon$
 - En paneles de almas rigidizadas: si $\frac{h_w}{t_w} < \frac{31}{\eta} \epsilon \sqrt{k_\tau}$
- $$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y(N/mm^2)}}$$



η = Coeficiente que considera la resistencia adicional en régimen plástico por endurecimiento por deformación del material (Recomendación: $\eta=1.2$)

k_τ = Coeficiente de abolladura por tensiones tangenciales (v. a continuación)

Si las esbelteces h_w/t_w superan dichos valores { Poner rigidizadores transversales en apoyos
Comprobar abolladura del alma a cortante

$$h_w/t_w = 188/9.5 = 19.78 < 72/\eta * \epsilon = 72/1.2 * 0.924 = 55.46$$

No es necesario hacer la comprobación por resistencia de abolladura.

13. Calculo del separador de hidrocarburos.

Para conocer la capacidad del separador de hidrocarburos se aplicara la siguiente fórmula:

$$C = A * I * P / 60$$

Siendo:

- C: La capacidad del separador en litros.
- A: Área de recogida en m2.
- I: Intensidad de la lluvia en (mm/h).
- P: Periodo de retención de las aguas en minutos.

El área de recogida de agua hidrocarbурadas en el gasocentro es de 405,30 m2, Siendo la intensidad de lluvia, para un periodo de retorno de 25 años, de 174,35mm/h. y un periodo de retención de las aguas contaminadas de 5 minutos, recomendado por el fabricante:

$$C = 5888,67 \text{ L}$$

Por otro lado el caudal que se tendrá que gestionar viene dado por la siguiente formula:

$$Q = \frac{A * I}{3600} = 19,62 \text{ L/s}$$

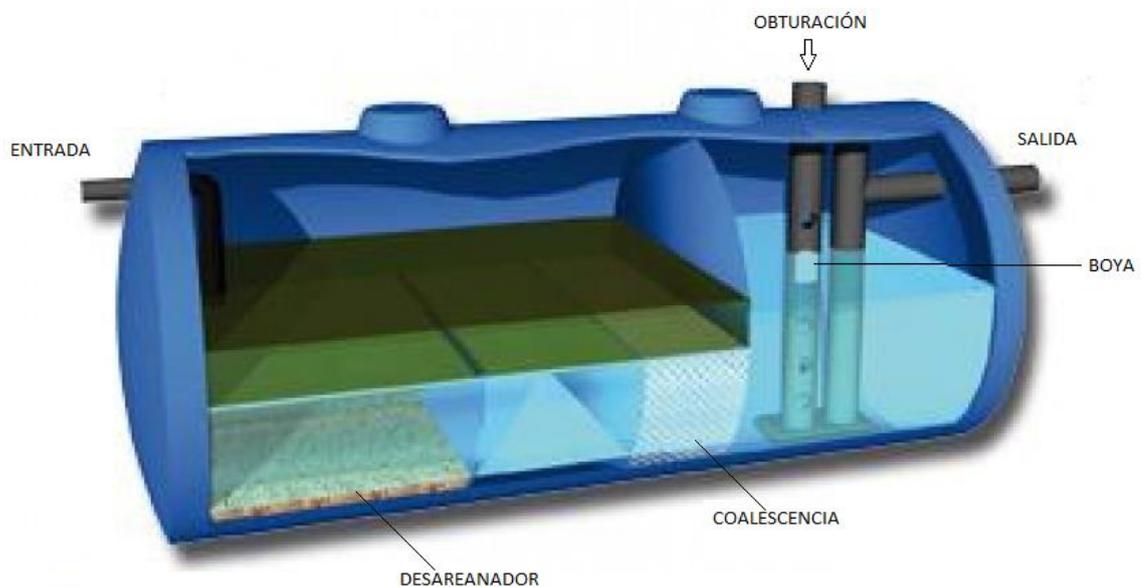
Teniendo en cuenta estas características se optara por un separador de hidrocarburos:



FORMATO CILÍNDRICO

REF	VOLUMEN (L)	CAUDAL L/S	Ø (mm.)	L (mm.)	TUB. (mm.)
SHDSOL3	1.100	3 l/s	1.100	1.300	110
SHDSOL4,5	1.500	4,5 l/s	1.100	1.600	110
SHDSOL6	2.000	6 l/s	1.100	2.150	110
SHDSOL10	3.000	10 l/s	1.720	1.500	160
SHDSOL12	4.000	12 l/s	1.500	2.750	200
→ SHDSOL20	6.000	20 l/s	1.725	3.000	200
SHDSOL25	7.500	25 l/s	2.000	2.800	200

* Para otras medidas, consultar.



El proceso empieza con una decantación de las materias pesadas. Mediante la diferencia de pesos específicos entre el agua y el hidrocarburo, estos se situaran en la parte inferior y superior del depósito respectivamente. Las aguas se recogerán de la parte inferior del depósito para pasarlas al siguiente compartimento mediante la coalescencia, donde las gotas pequeñas de hidrocarburo, que por su pequeño volumen no hayan podido separarse se juntaran y formaran gotas mayores. El último proceso es la boya de obturación, esta tiene la misión de impedir la salida de hidrocarburos y de bloquear en caso de sobrepasar la capacidad máxima de retención.

CAPITULO III – ESTUDIO ECONOMICO

14. ESTUDIO DE MERCADO.

14.1. Introducción

Debido a la situación estratégica donde se encuentra el gasocentro se garantiza el suministro de gasóleo debido a la cercanía de diferentes puntos de interés:

- Es una zona de paso de vehículos pesados entre Barcelona y valencia
- Aeropuerto de Castellón
- Poblaciones cercanas: Castellón (174000 hab), Almazora (26000 hab), Villareal (51000 hab), Burriana (35000 hab), Benicassim (18500 hab), junto a los polígonos industriales que existan en cada localidad.

Sabiendo que la mayor parte de la demanda proviene del consumo de los sistemas de calefacción y en menor grado de las necesidades para agricultura.

El estudio económico se va a encargar de valorar la rentabilidad del gasocentro, considerando el flujo de caja de los primeros 20 años de actividad de la instalación. En 15 años se espera haber amortizado la inversión inicial.

Para valorar la rentabilidad del proyecto se evaluarán el Valor Actual Neto (V.A.N) y la Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R).

14.2. Contexto.

Se ha determinado el valor residual de la instalación en 145.000 euros, según lo calculado en el documento nº 4 del presente proyecto el presupuesto total de construcción del gasocentro es de **418.892,40 €.**

La amortización anual resulta ser:

$$Amortizacion = \frac{(Valor_{Inicial} - Valor_{Residual})}{N^{\circ} \text{ Años}}$$

$$Amortizacion = \frac{(461.890,90 - 145.000)}{20} = \mathbf{13.694,62€}$$

Cada año se hará el pago del impuesto de sociedades, que está establecido en un 33% del beneficio neto anual. El coste de oportunidad quedará fijado en un 15% y se contabilizará un gasto aproximado de 50.000€ para mantenimiento y reparaciones.

14.3. Flujos de caja

14.3.1. Ingresos

Teniendo en cuenta los consumos en la zona de influencia del gasocentro, se estima que el gasocentro pueda abastecer alrededor de: 1.850.000 L/año de gasóleo A, 2.350.000 L/año de gasóleo B y 1.450.000 L/Año Gasóleo C.
Con un precio de venta por litro de:

Gasóleo A de: 1.089 €/L Gasóleo B: 0.874 €/L Gasóleo C: 0.851 €/L

De donde se obtendrá un beneficio estimado de 0,10 €/L

	Demanda	Precio	Ingresos	Beneficio
Gasoleo A	1.455.000	1.089	1.584.495	158.449
Gasoleo B	1.740.000	0.874	1.520.760	152.076
Gasoleo C	1.160.000	0.851	987.160	98.716
Total			4.092.415	409.241

Por lo tanto el beneficio anual esperado es de **409.241€.**

14.3.2. Gastos

Los gastos de la instalación son los siguientes:

- Gastos de mantenimiento y limpieza: 30.000€/año
- Salarios del personal: 2 operarios: 33.000€/año
- Salarios de transportistas: 2 conductores: 35.000€/año
- Agua, electricidad y teléfono: 22.000€/año
- Otros gastos: 12.000€/año

Por lo tanto los gastos totales anuales ascienden a **132.000€/año.**

14.4. Resultados

La inversión inicial necesaria se calcula como la suma del presupuesto de materiales y el coste del estudio de ingeniería (60.000€) esto haciende a 418.892,40€

$B^{\circ}neto = (\text{Ingresos} - \text{Gastos} - \text{Amortización}) (1 - \text{Tasa})$

Cash-flow = $B^{\circ}neto + \text{Amortización}$

Si suponemos un beneficio constante cada año se puede obtener un cuadro de comportamiento para los 20 años.

Año	Beneficios venta de combustible	Gastos	Amortizaciones	Bº Neto	Cash-Flow
0	0	418.892,4	0	-418892,4	-418892,4
1	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
2	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
3	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
4	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
5	409.241	182.000	13.694,62	143076,075	156770,69
6	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
7	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
8	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
9	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
10	409.241	182.000	13.694,62	143076,075	156770,69
11	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
12	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
13	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
14	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
15	409.241	182.000	13.694,62	143076,075	156770,69
16	409.241	132.000	13.694,62	176576,075	190270,69
17	409.241	132.000	15.844,55	175135,622	190980,17
18	409.241	132.000	15.844,55	175135,622	190980,17
19	409.241	132.000	15.844,55	175135,622	190980,17
20	409.241	182.000	15.844,55	141635,622	157480,17

A continuación calcularemos el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) el proyecto será rentable si el VAN es positivo y si el TIR es superior a la tasa de descuento (15%).

VAN	741.191,47 €
TIR	45%

Debido a que el VAN mide la rentabilidad en términos monetarios, el proyecto parece ser rentable al haber obtenido un valor muy superior a cero. En lo que respecta el TIR, que mide la rentabilidad en términos porcentuales, también se observa la alta rentabilidad del proyecto, al haber obtenido un valor claramente mayor que el de la tasa de descuento (15%).

CAPITULO IV – MEDIDAS DE INTEGRACIÓN Y MINIMIZACION AMBIENTAL

15. Localización.

El Gasocentro estará ubicado en la localidad de Almassora, provincia de Castellón quedando ubicado en el polígono S.U.P.O.I. El polígono está situado de forma que el acceso al mismo se lleve a cabo desde la CV-10 y la AP-7.

16. Descripción de la instalación.

Se llevara a cabo la construcción de una instalación para el abastecimiento de gasóleos A, B y C mediante una flota de camiones cisterna. Ésta será la única actividad que se llevará a cabo en el citado recinto.

El Gasocentro contará con:

- Un tanque de 50.000 L para gasóleo A, 2 tanques de 50.000 L para gasóleo B y un tanque de 50.000 L para gasóleo C.
- Dos brazos de carga.
- Edificio
- Plazas de aparcamiento para camiones y coches.
- Red de saneamiento para aguas hidrocarburadas, pluviales y fecales.
- Separador de hidrocarburos de 11.000 L de capacidad.

17. Materia prima empleada.

No se transformará ningún tipo de materia prima en producto elaborado dentro del Gasocentro. Como materia prima se considerará el gasóleo (A, B y C).

18. Energía consumida.

Se usara la energía necesaria para abastecer todos los puntos de fuerza y alumbrado, tanto del edificio, como de la zona exterior y de la zona de carga y descarga de combustible.

19. Caudales de abastecimiento de agua

Para cumplir con la demanda de agua potable y de agua para riego y tareas de limpieza. Se estimaron unos gastos anuales de agua, electricidad y teléfono de 22.000 €.

20. Composición de vertidos, residuos y destino de los mismos.

La gran mayoría de los vertidos y residuos se crearan debido a la actividad de distribución de carburante y de la presencia de personas en la instalación

Se diferencian los siguientes tipos de residuos:

- Residuos gaseosos: Evaporación natural del combustible almacenado. Los serán prácticamente nulos por tratarse de gasóleo. Emisiones de vehículos usuarios de la instalación.
- Residuos líquidos: Las aguas pluviales se enviarán a la red. Las aguas hidrocarburadas se mandarán a la red municipal después de haber sido limpiadas en el separador de hidrocarburos. Las aguas fecales serán tratadas en el decantador de partículas sólidas y se enviarán a la red para ser tratadas en las E.D.A.R.
- Residuos sólidos: Son producidos por la presencia de personas y por el mantenimiento del Gasocentro. Se depositará en los contenedores para después enviarlos a los centros de tratamiento de residuos. Lo que se forme en el separador de hidrocarburos será recogido cada cierto tiempo por la empresa contratada. (Comprobar si hay separador de hidrocarburos.)

21. Niveles sonoros y vibraciones emitidas.

Son causados por el tráfico de vehículos en el interior del Gasocentro. Teniendo en cuenta que la instalación será proyectada en el polígono industrial, lejos de cualquier zona de viviendas, el nivel sonoro no será un problema.

22. Prevención, reducción y control de emisiones.

Al ser una de las actividades de la instalación el almacenamiento y suministro de carburante, sabiendo que dicha actividad está calificada como "Actividad Peligrosa", se ha de subrayar lo siguiente: La repercusión sobre la sanidad no merece ser considerada puesto que la evaporación natural del carburante que fluya a la atmósfera será prácticamente nula.

Las medidas correctoras y de prevención a las que han de someterse las instalaciones de la Industria Petrolífera se encuentran en el Real Decreto 523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas y las instrucciones técnicas complementarias MI IP 02 y MI IP 04, en los que se indican las siguientes:

- Los depósitos se dispondrán a un mínimo de un metro bajo el nivel del pavimento con envoltura de arena lavada e inerte, para su protección y a la distancia de edificaciones marcada por la normativa vigente.
- Comprobación de la estanqueidad de los tanques mediante una prueba hidráulica
- Dotación de boca de carga directa con cierre estanco y acoplamiento de cierre rápido, que aseguren facilidad de maniobra y la mayor estanqueidad.

- Sistema de toma de tierra, en prevención contra las cargas de electricidad.
- Disponer de los elementos necesarios para la extinción de incendios.
- Protección de los elementos de los aparatos surtidores, motor e instalación eléctrica mediante blindajes o sistemas similares.
- Las tuberías de carga constan de una válvula de corte para evitar el rebose por llenado excesivo.
- La zona de repostaje y descarga estará delimitada por rejilla para realizar la recogida de cualquier vertido de hidrocarburos.
- El pavimento será impermeable y resistente a los hidrocarburos en la zona de repostaje y de rodadura.
- Las juntas del pavimento estarán selladas con materiales impermeables y resistentes a los hidrocarburos.
- Se dispondrán papeleras en todo el Gasocentro, para evitar la contaminación del suelo.
- Prohibición de fumar en cualquier punto de la instalación.

23. Alteración medioambiental.

Debido a que está situado en un polígono, el Gasocentro no afectará ni a la flora ni a la fauna del entorno, debido a esto el grado de alteración medioambiental será prácticamente nulo.

Se distinguen tres posibles fases que podrían producir alguna alteración:

- Fase de Construcción.
 - ✓ Trabajos sobre el terreno
 - ✓ Transporte de depósitos y tuberías
 - ✓ Construcción del monoposte
 - ✓ Construcción del edificio
 - ✓ Soldaduras, uniones y control de estas.

En esta fase el mayor problema que se genera es la contaminación acústica debido al ruido de las obras

- Fase de explotación.
 - ✓ Al hacer el diseño del Gasocentro busco que este no afecte negativamente al entorno. El monoposte es el único elemento del Gasocentro que posee una gran altura. Por lo tanto durante esta fase la alteración medioambiental es muy pequeña.

- Fase de desmantelamiento.
 - ✓ En esta fase tendremos una alta contaminación acústica, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación por filtración de hidrocarburos en el suelo

24. Planeamiento urbanístico vigente.

La instalación proyectada brinda un servicio necesario y busca satisfacer la demanda existente en la zona; además el planeamiento urbanístico vigente contempla la instalación de un Gasocentro como uso permitido dentro de un polígono industrial.

CAPÍTULO V – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

25. Objetivo.

A continuación se redacta el estudio de Seguridad y Salud con el objetivo de cumplir Real Decreto 1627/1997, en el que quedan establecidas las disposiciones mínimas de seguridad y salud tanto en la obra como en las instalaciones. Todo situado en el marco legal de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995 y sus posteriores modificaciones, Ley 54/2003.

Se quiere desarrollar un pronóstico de los riesgos laborales que se pueden dar durante la obra, con el fin de ejecutar la obra sin enfermedades ni accidentes en las personas que trabajen en ella e, indirectamente sobre terceros.

Cumpliendo con el Real Decreto 1627/1997, todas las personas que vayan a intervenir en el proceso productivo de la instalación deberán ser formadas adecuadamente en materia de seguridad y salud, por personal especializado en la materia.

Se redactó este Estudio de Seguridad y Salud haciendo uso de los conocimientos profesionales en esta materia y se confía plenamente en que el constructor lleve a cabo sus obligaciones en lo que a seguridad se refiere, de forma que si hubiera que añadir elementos en algún momento para mejorar las condiciones laborales en temas de seguridad y salud, se añadirá siempre que mejore las condiciones de trabajo de los trabajadores.

26. Legislación aplicable.

- Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la obra de construcción.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y su última modificación, RD 604/2006.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo del Ministerio de la Presidencia sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden Ministerial de 27 de junio de 1.997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretenden desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas y de la autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.

Y demás Legislación que en los apartados siguientes sea citada y afecte a las Obras de Construcción y al Presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

27. Datos de la obra.

A continuación se detallan, de forma escueta, aquellos aspectos de la ejecución de la obra que pueden tener importancia significativa en el Estudio de Seguridad y Salud.

27.1. Trabajadores

Para llevar a cabo esta instalación se prevé un número reducido de trabajadores. Según la etapa en la que se encuentre la obra, se creó que la cantidad de trabajadores estará alrededor de unas 10 personas.

En Las situaciones que sean necesarias la presencia de camiones o maquinaria pesada, en el caso de desbroce de la parcela, movimientos de tierras, instalación de los depósitos u otras actividades, se supone un número mayor de trabajadores, aproximadamente 14 personas entre mano de obra cualificada y peones.

Para el caso de las actividades relacionadas con acabados, limpiezas, carpinterías y otras de pequeña magnitud y baja peligrosidad la presencia de trabajadores se verá reducida hasta las 5 personas.

27.2. Centros de asistencia sanitaria.

Los centros de asistencia sanitaria más cercanos según el tiempo empleado hasta el centro, en caso de que sea necesario evacuar un herido son: Centro de Salud Dolores Cano Royo "El Pilar" en Villareal en el caso de que sea una herida o de poca consideración, si la herida es de una mayor importancia o es necesaria

asistencia sanitaria cualificada o urgente se trasladará al Hospital General de Castellón.

En la oficina de obra se indicarán los nombres, cargos y teléfonos (para el caso de ausencia de la zona de trabajo) de al menos dos personas para que atiendan y se responsabilicen del herido, también de juzgar el centro más indicado al que haya que trasladarle. Del mismo modo encontraremos aquellos teléfonos importantes como policía, bomberos, ambulancia o taxi. En este mismo lugar encontraremos también el botiquín de primeros auxilios.

En una zona visible de la obra se colocara un cartel con la dirección del centro de asistencia más próximo de la Seguridad Social o acordado por la compañía aseguradora, en caso de accidentes.

Se deberá detallar mensualmente, para conocimiento de todo el personal de obra, el número de accidentes y bajas.

27.3. Accesos

El acceso se realizara por la CV-10 o desde la AP-7 tomando la CV- 17 y CV-10 hacia Camí Fondo Vila Real.

27.4. Circulación de personal.

Estará prohibido el acceso a la obra de toda persona ajena a la misma, estando perfectamente acotado y vallado el terreno.

Se colocarán dos puertas, para tránsito de peatones y de vehículos. En las cuales se colocaran las siguientes señalizaciones:

- Prohibido aparcar.
- Prohibido el paso de peatones por las puertas de vehículos.
- Uso de casco obligatorio.
- Prohibido la entrada a cualquier persona ajena a la obra.
- Balizas luminosas en la valla.

27.5. Suministro de energía.

En lo que se refiere a suministro de energía eléctrica, no será necesaria instalación eléctrica alguna disponiéndose de un generador para realizar la obra.

27.6. Acopio de suministros y de materiales.

El acopio de materiales se llevara a cabo en las proximidades de la parcela destinada a la construcción del Gasocentro.

El suministro es directo desde almacén de construcción, dadas las características de la obra.

27.7. Evacuación de tierras.

Se llevara a cabo por medios mecánicos transportándolas a un extremo de la parcela para su posterior traslado al vertedero de las tierras sobrantes procedentes de excavación y terraplén. Inicialmente no se producirán excesos de tierras.

28. Seguridad en la obra.

28.1. Movimiento de tierras.

28.1.1. Descripción de los trabajos.

Se realizara la extracción de tierras y restos rocosos con pala cargadora y la retirada del material que sea procedente de las excavaciones se hará por medio de camiones.

28.1.2. Riesgos más frecuentes.

- Atropellos producidos por maquinaria o camiones.
- Colisiones de vehículos en movimiento.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas.
- Riesgos derivados de condiciones meteorológicas adversas.
- Generación de polvo.
- Caídas a distinto nivel, desde borde de excavación o a pozos y zanjas.
- Atrapamientos producidos por maquinaria o vuelco.

28.1.3. Normas básicas de seguridad.

Buscando evitar atropellos se limitará el acceso de personas al recinto de las obras, se separarán y distinguirán los accesos de personas y vehículos al interior del recinto y se prohibirá la presencia de personas en zona de maniobra de máquinas y camiones.

Con el fin de evitar colisiones de vehículos en movimiento las maniobras de máquinas y camiones estarán controladas y dirigidas por personal distinto a los conductores de los vehículos.

Con la finalidad de evitar desprendimientos de tierras y/o rocas se harán inspecciones de los trabajos, al comienzo de los trabajos y al finalizar estos, para detectar posibles anomalías (inicios de desprendimientos, grietas, entibaciones deficientes o alteradas...). Las paredes de la excavación de las zanjas se controlarán exhaustivamente después de grandes lluvias, desprendimientos o cualquier otra circunstancia. Para los trabajos a pie de talud con peligro de desprendimiento se emplearán redes o mallazos electrosoldados atados en su parte superior e inferior a redondos de acero anclados al terreno. Así mismo se

deberá evitar el acopio de materiales en las zonas próximas a la excavación de las zanjas para los cimientos de los edificios.

Al objeto de evitar caídas a distinto nivel se colocará un vallado perimetral suficientemente separado y visible, dependiendo de la coherencia del terreno de la excavación.

Con el fin de evitar atrapamientos por maquinaria o vuelcos se distribuirá correctamente la carga de tierras en los camiones y se controlará que no se carguen más de lo permitido por cada tipo de camión. Se dispondrán topes de desplazamiento para toda la maquinaria presente en la obra.

Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales habrán recibido la formación necesaria para su manejo.

La maquinaria empleada en movimientos de tierras y manipulación de materiales deberá estar equipada con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la maquinaria, y contra la caída de objetos.

28.1.4. Protecciones personales.

Es obligatorio el uso de los siguientes medios de protección:

- Botas de seguridad.
- Trajes de agua para trabajos con meteorología adversa de color amarillo.
- Botas de agua homologadas en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Cinturón antivibratorio.
- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de uso general, de cuero, plástico o anti corte, dependiendo de las necesidades.
- Protectores auditivos.

28.1.5. Protecciones colectivas.

- Se señalizarán los itinerarios obligatorios para el personal en zonas conflictivas.
- Se colocará una valla en el perímetro del solar perfectamente dispuesta y conservada para impedir el acceso de personas.
- Se colocará una señal de stop en las salidas y entradas de carreteras y se señalizará el acceso de máquinas y camiones. También se dispondrá la correspondiente señal de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Se dispondrá de un acceso independiente para personas al interior de la obra mediante escaleras o rampas dotadas de barandilla de 90cm, barandilla intermedia y rodapié, firmemente fijadas.

- Se señalizarán y balizarán los pozos y zanjas, colocando pasos para el personal a base de tablonces con un ancho mínimo 70cm y una barandilla de 90cm intermedia y rodapié.
- Se dispondrá de una señal de caída de objetos, caída a distinto nivel o maquinaria pesada en movimiento donde sea preciso.
- Se colocará una señal de obligatoriedad de uso de casco, de botas, de guantes, y en su caso, de gafas, botas y cinturones.

28.2. Hormigones, cubierta y estructura.

28.2.1. Descripción de los trabajos.

- Encofrado de cimientos, pilares y vigas.
- Colocación de forjados y cubierta y apuntalamiento de los mismos.
- Colocación de ferrallas y mallazos y armaduras de negativos.
- Vertido y vibrado de hormigón elaborado en central y llevado a obra en camiones hormigonera.
- Desencofrado y desapuntalamiento de pilares, vigas y forjados.

28.2.2. Riesgos más frecuentes.

- Caída de objetos por desplome o desprendidos.
- Atrapamientos por y entre objetos.
- Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas.
- Pisadas sobre objetos.
- Riesgos derivados de condiciones meteorológicas adversas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Generación de polvo.

28.2.3. Normas básicas de seguridad.

Los soportes y elementos de los puestos de trabajo móviles o fijos que estén situados por encima o por debajo del nivel del suelo tendrán que ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarles.
- El número de trabajadores que los ocupen.

Si llegado el momento los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no tuvieran estabilidad propia, se tendrá que garantizar su estabilidad con elementos de fijación apropiados y seguros buscando evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

Se tendrá que verificar de manera apropiada su estabilidad y solidez, especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

28.2.3.1. Caídas a distinto nivel.

Los andamios, plataformas y pasarelas dispuestas, también los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, tendrán que tener incorporadas barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

Los trabajos en altura solo se podrán realizar con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si debido a las condiciones del trabajo no fuera posible, se deberá disponer de medios de acceso seguros y se utilizarán cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Se tendrá que verificar la estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.

28.2.3.2. Caídas de objetos.

Todos los trabajadores estarán protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se usarán medidas de protección colectiva.

Si llegase a ser necesario, se establecerán pasos cubiertos o incluso se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

28.2.3.3. Andamios y escaleras.

Los andamios se proyectarán, construirán y mantendrán adecuadamente de manera que se evite su desplome o desplazamientos accidentales.

Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de tal manera que se evite la caída de los trabajadores que estén expuestos a posibles caídas a distinto nivel.

Las plataformas, pasarelas deberán ajustarse al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

Los andamios serán inspeccionados por una persona competente en los siguientes casos:

- Antes de su puesta en servicio.
- A intervalos regulares en lo sucesivo.
- Después de cualquier modificación, largo tiempo sin ser usada, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que haya podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Las escaleras de mano deberán cumplir el Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Todas las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos serán montados o desmontados bajo vigilancia, control y de personal competente.

Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos se proyectarán, calcularán, montarán y mantendrán de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

En los trabajos en cubiertas o tejados deberán tomar las medidas de protección colectiva que sean necesarias, correspondientes a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de los trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar en superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores la pisen y caigan a través de esta.

28.3. Normas de conservación y limpieza.

Todos los elementos, como grifos, desagües etc., se encontrarán en perfecto estado de funcionamiento, y los armarios y bancos aptos para su utilización.

Los suelos, paredes y techos de aseos y vestuarios deberán ser continuos, lisos e impermeables y que permitan el lavado con desinfectantes y antisépticos.

Se mantendrán periódicamente todas estas dependencias en absoluto estado de limpieza e higiene.

En el caso de que se efectúe algún cambio en los módulos descritos, o se cambiasen los materiales de construcción, se regirán según lo contemplado en la Ordenanza General de Seguridad de Higiene, referente a dotaciones de higiene para el personal de Obra.

28.4. Instalaciones higiénicas en la obra.

Para realizar la obra prevista, durante el tiempo de ejecución se dispondrán unos locales para el personal de obra.

La dotación de las instalaciones higiénicas será la siguiente:

- Vestuarios: con taquillas, bancos, luz eléctrico y el suficiente equipamiento necesario para el uso normal de los trabajadores.
- Aseos: equipamiento habitual.

En la oficina de Obra estará situado el botiquín de urgencia con los elementos que indiquen los servicios médicos, de no tener otra indicación se le dotará con:

- Termómetro clínico
- Tintura de yodo.
- Esparadrapo.
- Alcohol de 90 grados.
- Agua oxigenada
- Amoniaco.
- Mercurio Cromo.
- Antiespasmódicos.
- Algodón hidrófilo.
- Gasa esterilizada.
- Vendas.

29. Instalaciones provisionales.

29.1. Instalación provisional eléctrica

29.1.1. Descripción de los trabajos

El suministro de electricidad durante el proceso de ejecución/construcción se realizará mediante grupo generador.

El cual contara con un cuadro del que saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios que podrán ser móviles, dotados de interruptor unipolar, interruptor general magnetotérmico, estando las salidas protegidas con interruptor magnetotérmico y diferencial de 30mA.

29.1.2. Riesgos más frecuentes.

- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.

29.1.3. Normas básicas de seguridad.

Todas las partes de la instalación eléctrica, se considerará bajo tensión hasta que no se compruebe lo contrario mediante los aparatos destinados a tal efecto.

Las derivaciones de conexión de cuadros secundarios a grupos de soldaduras y máquinas o herramientas, se realizarán con terminal de presión, disponiendo las mismas con mando de marcha y parada.

Debido a que estas derivaciones son portátiles, no deberán estar sometidas a tracción mecánica que originen su rotura.

Se impedirá que los conductores estén por el suelo, en caso de que sea inevitable tendrá que estar señalizados para evitar ser pisados y que no se coloquen materiales sobre ellos al atravesar zonas de paso, estando estas protegidas adecuadamente.

Se cambiarán de forma inmediata las mangueras que tengan algún tipo de deterioro en su aislante de protección.

Los aparatos portátiles empleados, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

29.1.4. Protecciones personales.

- Botas aislantes, chaqueta ignífuga para maniobras eléctricas.
- Herramientas manuales con aislamiento.
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión.
- Casco homologado de seguridad, dieléctrico.

29.1.5. Protecciones colectivas.

Se hará un control periódicamente el estado de las mangueras, cuadros tomas a tierra, distribuciones, enchufes, etc.

29.2. Instalaciones contra incendios.

29.2.1. Descripción de los trabajos.

Las causas primordiales que originan la aparición de un incendio en una obra son:

- Fuente de calor.
- Oxígeno.
- Material inflamable.

29.2.2. Riesgos más frecuentes.

- Intoxicaciones por humos y gases.
- Quemaduras corporales en mayor o menor grado.

29.2.3. Normas básicas de seguridad.

Se harán revisiones periódicas del almacenamiento de sustancias, asegurándose que estén alejadas de cualquier posible foco de calor, por lo que se dispondrán en almacenes creados al efecto o en zonas acotadas.

Los productos inflamables y el almacenamiento de estos, estarán debidamente señalizados con los envases perfectamente cerrados e identificados.

29.2.4. Instalaciones de extinción.

Se colocaran extintores de eficacia 13A-89B de polvo polivalente repartidos por la obra.

29.2.5. Protecciones colectivas.

Las zonas de trabajo tendrán que estar limpias, ordenadas y despejadas para facilitar la rápida evacuación del personal de la zona del incendio.

Estarán debidamente señalizadas las zonas en las que esté prohibido fumar y la disposición de extintores.

Las medidas de extinción descritas, se han considerado para que el personal consiga poner fin al fuego en su fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos, hasta la llegada de los bomberos, los que serán avisados inmediatamente ante cualquier incidente.

30. Maquinaria.

30.1. Herramientas.

30.1.1. Vibrador.

Al utilizar el vibrador los riesgos más frecuentes son:

- Salpicaduras de lechada en ojos
- Descargas eléctricas.

Durante la utilización del mismo las normas básicas de seguridad a tener en cuenta son:

- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico, estará protegida en el caso de que discurra por zonas de paso.
- La operación de vibrado, se realizara siempre desde una posición estable.

Las protecciones personales que se deben utilizar durante el uso del vibrador son las siguientes:

- Guantes dieléctricos.
- Gafas de protección.
- Botas de goma.
- Casco Homologado.

30.1.2. Martillo perforador.

Al utilizar el martillo perforador los riesgos más frecuentes son:

- Sobreesfuerzos.
- Generación de polvo.
- Golpes en extremidades inferiores.
- Lesiones oculares por proyección de partículas.
- Ambiente ruidoso.

Durante la utilización del mismo las normas básicas de seguridad a tener en cuenta son:

- La revisión periódica, de mangueras, grupo compresor, punteros, etc.
- Los trabajos se realizarán con la herramienta en posición estable.

Las protecciones personales que se deben utilizar durante el uso del martillo perforador son las siguientes:

- Calzado antideslizante.
- Mascarillas antipolvo.
- Protecciones auditivas.
- Mandil protector.
- Protecciones oculares.
- Casco Homologado.

30.1.3. Sierra circular.

Al utilizar la sierra circular los riesgos más frecuentes son:

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

Durante la utilización de la misma las normas básicas de seguridad a tener en cuenta son:

- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la base soporte del disco.
- La zona de trabajo estará limpia de material inflamable con el fin de evitar incendios.
- El disco contara de carcasa de protección y resguardos que impidan los atrapamientos por órganos móviles.
- La sierra circular tendrá conexión a tierra y el interruptor eléctrico será estanco.
- El material objeto del corte debe estar libre clavos al cortar.

Las protecciones personales que se deben utilizar durante el uso de la sierra circular son las siguientes:

- Gafas de protección, contra la proyección de partículas.
- Guantes de cuero.
- Calzado con plantilla anti clavos.
- Casco homologado de seguridad.

Serán necesarias protecciones colectivas durante el uso de la sierra circular las cuales son:

- La máquina se encontrará en zona acotada, instalada en lugar libre de circulación y alejada 3m. de los bordes de forjado.
- El paso del personal se realizará siempre por detrás del operario.

30.1.4. Grupo de soldadura.

Los riesgos más frecuentes que se puede encontrar el personal son:

- Quemaduras y afecciones oculares.
- Proyección de partículas.
- Descargas eléctricas.

Durante la utilización del grupo de soldadura las normas básicas de seguridad a tener en cuenta son:

- El grupo estará protegido contra derivaciones.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico, estará protegida en el caso de que discurra por zonas de paso.

Las protecciones personales que se deben utilizar durante el uso del mismo son las siguientes:

- Mandil, guantes y polainas.

- La pantalla protectora dispondrá de doble vidrio de protección ocular con marco abatible.
- Casco homologado con pantalla protectora que cubra frente, cara y cuello.

Serán necesarias protecciones colectivas durante el uso del grupo de soldadura las cuales son:

- Se hará una revisión periódica del grupo, mangueras y pinzas.
- Se evitará la presencia de personal no protegido durante los trabajos de electrosoldado.
- Se debe comprobar que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- No dejar la pinza directamente en el suelo.
- Una correcta señalización de la zona de trabajo.

30.1.5. Medios auxiliares.

Se consideran como medios auxiliares:

- Andamios de caballetes o borriquetas, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Andamios colgados, formados por plataforma metálica, con barandilla delantera de 0,70m., formado por pasamanos y rodapié y posterior de 0,90m. formado por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Escaleras de mano empleadas en la obra, podrán ser de tanto metálicas como de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

Los riesgos más frecuentes que se puede encontrar el personal son:

- En andamios de borriquetas:
 - ✓ Que haya vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal, por no usar tablones como tablero horizontal.
- En escaleras fijas:
 - ✓ Caídas del personal.
 - ✓ Caídas al vacío, por fallo de trócola o rotura de plataforma.
 - ✓ Caídas a niveles inferiores, debidas a una mala colocación de las mismas, por rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
 - ✓ Golpes con la escalera al manejarla incorrectamente.

Durante la utilización de los medios auxiliares las normas básicas de seguridad a tener en cuenta son:

- En andamio de borriquetas:
 - ✓ No se colocaran pesos excesivos sobre los tablones.
 - ✓ En las longitudes de más de 3m se deberán emplear 3 caballetes.

- ✓ Tendrán barandilla y rodapié cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 metros.
- ✓ Se intentara no acumular demasiada carga, ni demasiadas personas sobre el mismo punto.
- En escaleras de mano:
 - ✓ Se ubicaran fuera de las zonas de paso.
 - ✓ Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
 - ✓ Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
 - ✓ Los ascensos y descensos se llevaran a cabo siempre de frente a ellas.
 - ✓ El apoyo superior será sobre elementos resistentes y planos.
 - ✓ El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan deslizamientos.
 - ✓ Cuando se utilice en el acceso a los lugares elevados, sobrepasará en 1 m los puntos superiores de apoyo.
 - ✓ No se podrán realizar trabajos sobre las escaleras que obliguen el uso de las dos manos.
 - ✓ Las escaleras dobles o de tijera, contarán de cadenas o cables que impidan que estas se abran al utilizarlas.
 - ✓ Estará prohibido manejar en las escaleras pesos mayores a 25 Kg.
- En andamios colgados:
 - ✓ Se harán revisiones a los diferentes elementos de los que esté compuesto antes de su montaje.
 - ✓ Se revisará la colocación de los pescantes.
 - ✓ Estará prohibida la unión de varias góndolas, las cuales formen un andamio de longitud superior a 8 metros.
 - ✓ El gancho del cable del elemento de cuelgue, contará de un pestillo de seguridad.

31. Presupuesto.

31.1. Protecciones personales.

Elementos	Unidades	Precio unitario	Coste
Gafas	18	11,15 €	200,70 €
Guantes	18	4,45 €	80,10 €
Cascos	24	2,15 €	51,60 €
Pantallas de seguridad	18	9,34 €	168,12 €
Mascarillas	18	6,36 €	114,48 €
Tapones	18	10,44 €	187,92 €
Monos	20	12,50 €	250,00 €
Botas	20	9,60 €	192,00 €
Chalecos reflectantes	18	12,52 €	225,36 €
TOTAL			1.470,28 €

31.2. Protecciones generales.

ELEMENTOS	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	COSTE
Señales	15	27,84 €	417,60 €
Carteles indicativos de riesgo	15	6,25 €	93,75 €
Extintores de polvo	5	62,05 €	310,25 €
Vallas	20	28,12 €	562,40 €
cinta reflectante balizamiento	25	1,35 €	33,75 €
TOTAL			1.417,75 €

31.3. Protecciones eléctricas.

ELEMENTOS	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	COSTE
Instalación de puesta a tierra	1	155,10 €	155,10 €
Diferencial de alta sensibilidad	1	86,66 €	86,66 €
Diferencial de media sensibilidad	1	111,25 €	111,25 €
TOTAL			353,01 €

31.4. Elementos de higiene.

ELEMENTOS	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	COSTE
Contenedores de basuras	6	18,65 €	111,90 €
caseta para aseos	2	248,50 €	497,00 €
caseta para vestuarios	2	310,10 €	620,20 €
Limpieza y conservación	1	305,15 €	305,15 €
Acometida de agua	1	275,55 €	275,55 €
TOTAL			1.809,80 €

31.5. Medicina preventiva y primeros auxilios.

Elementos	Unidades	Precio unitario	Coste
Botiquín	3	37,20 €	111,60 €
Reconocimientos médicos	20	30,14 €	602,80 €
TOTAL			714,40 €

31.6. Resumen.

ELEMENTOS	COSTE
Protecciones personales	919,08 €
Protecciones generales	1.417,75 €
Protecciones eléctricas	353,01 €
Elementos de higiene	1.809,80 €
Medicina	714,40 €
TOTAL	5.214,04 €

El presupuesto del estudio de seguridad y salud del Gasocentro asciende a la cantidad de 5.214,04€. (Cinco mil doscientos catorce euros con cuatro céntimos).

BIBLIOGRAFIA.

- Código Técnico de la Edificación corregido en Marzo de 2006.
- Instrucción Española del Hormigón Estructural “EHE 08”.
- ITC-MI-IP-02: Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos.
- Instrucción de acero estructural “EAE”
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 de 8 de Noviembre.
- Instrucción Técnica Complementaria Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria
- Dirección General de Carreteras, Norma 8.1.-I.C. “Señales verticales” y “Catálogos de señales de circulación”, Norma 8.3.-I.C. “Señalización obras”
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento.
- JIMÉNEZ MONTOYA P., GARCÍA MESEGUER A. y MORÁN CABRÉ F.: Hormigón armado. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona. 1994. 13ª edición, 2ª tirada. Volúmenes 1 y 2.
- Página Web: <http://www.lapesa.es/>
- Página Web: <http://depuraciondelagua.com/apliaqua-empresa>
- Página Web: <http://www.marlia-ing.com/>
- Página Web <http://www.komparing.com/> Precios de Gasóleo.