

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
DEL MEDIO NATURAL

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ALMAZARA DE ACEITE EN VILLANUEVA DE BOGAS (TOLEDO)

DOCUMENTO 1.1. ANEJOS A LA MEMORIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ALUMNO: LUIS CASES VILLAMUELAS

TUTOR: JOSÉ JAVIER FERRAN GOZALVEZ

Curso Académico: 2021-2022

VALENCIA, ABRIL 2022

- ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.
2. ESTRUCTURA METÁLICA.
3. CIMENTACIÓN.
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS.
6. SANEAMIENTO.
7. GESTIÓN DE RESIDUOS.
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO 1. ANTECEDENTES

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

Índice de Gráficas	I
Índice de tablas	I
1. INTRODUCCIÓN	1
2. LOCALIZACIÓN	1
3. CLIMATOLOGÍA	1
4. OLIVAR.....	2

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Precipitación y evapotranspiración 2021. SIAR.	2
Gráfica 2. Temperaturas máximas, medias y mínimas 2021. SIAR.	2

Índice de tablas

Tabla 1. Calendario de labores de cultivo del olivar. Gesmontes.	3
---	---

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a explicar la ubicación del proyecto y la situación actual del terreno; un desarrollo sobre la climatología de la zona y su tradición olivera.

2. LOCALIZACIÓN

El municipio de Villanueva de Bogas es una localidad que se encuentra a 35 km de la capital de provincia, Toledo. El municipio tiene una superficie de 57 km² y se sitúa a 652 msnm. Según el último censo la población del municipio asciende a 694 habitantes (INE 2021) con una densidad de población de 13.02 hab./km².

Atravesando el municipio se encuentra la carretera TO-2935, al sur comunica con la CM-410 y continuando por ésta se llega a los municipios de Mora al oeste y Tembleque al este; al norte con la CM-4006 y más adelante con la localidad de Dosbarrios. Terminando en el municipio también se encuentra por el noroeste la TO-2836 que comunica con la CM-4005 y la localidad de Villamuelas.

Para la nave se ha escogido como emplazamiento una explanada situada en la salida principal del municipio al norte. Actualmente la parcela se encuentra ocupada por cultivos de cereal, que no se espera que suponga un problema para su retirada al empezar las obras.

3. CLIMATOLOGÍA

El clima de un territorio viene determinado por su localización (latitud y longitud) en la esfera terrestre, además de por la altitud y cercanía del mar. Atendiendo a estos parámetros el clima de Castilla-La Mancha se califica como mediterráneo continentalizado, caracterizado por inviernos fríos y veranos calurosos con fuertes oscilaciones térmicas y un régimen de lluvia irregular más abundante en otoño y en primavera.

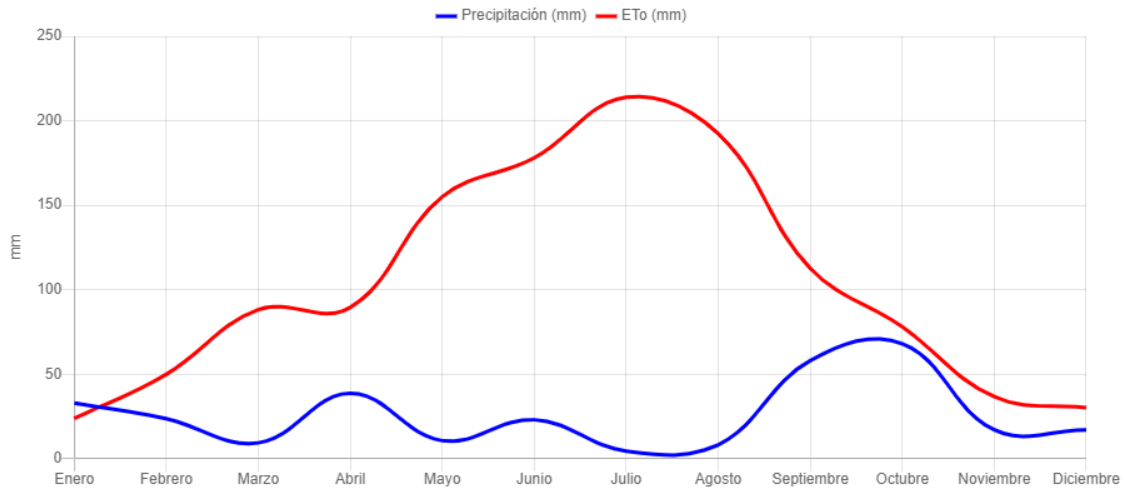
En invierno es frecuente que las temperaturas bajen de los 0º C en la mayor parte de la región. La temperatura media del mes de enero se sitúa por debajo de los 6º C, produciéndose numerosas heladas en las noches despejadas de nubes, también son frecuentes las heladas a principios de primavera y finales de otoño.

En verano frecuentemente se superan los 30º C, alcanzándose esporádicamente más de 35º C. Los veranos más suaves, por debajo de los 22º de media mensual se dan en el norte y nordeste de Guadalajara y en las zonas montañosas de Cuenca, donde las medias no suben de los 18º C.

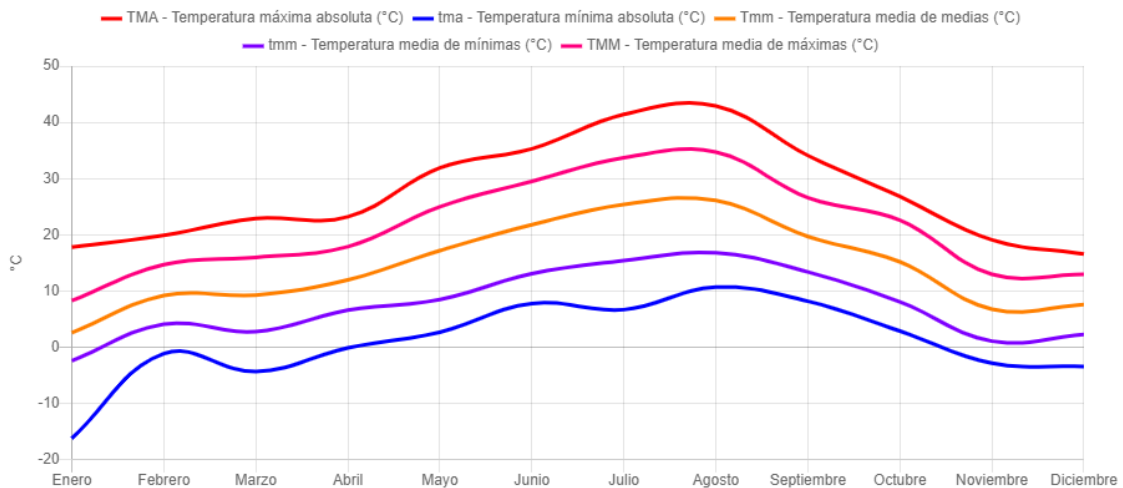
Las precipitaciones son escasas y están entre los 400 y 600 litros por metro cuadrado al año. Castilla-La Mancha se incluye dentro de la denominada “España seca”. Los índices de aridez son muy altos, sobre todo en La Mancha y el sudeste.

A continuación, se han incluido unas gráficas con datos obtenidos de la estación meteorológica de Mora, localidad situada a 20 km de la parcela donde se va a realizar el proyecto.

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 1. ANTECEDENTES



Gráfica 1. Precipitación y evapotranspiración 2021. SIAR.



Gráfica 2. Temperaturas máximas, medias y mínimas 2021. SIAR.

4. OLIVAR

En la región de Toledo existe una gran tradición del cultivo del olivar que se remonta a las colonizaciones fenicias y griegas. El cultivo se potenció e implantó en la región durante el tiempo del imperio romano. Pero fueron las 3 culturas que dan su sobrenombre a la región las que expandieron definitivamente el cultivo: judía, cristiana y musulmana.

Hoy en día existe una D.O.P. Montes de Toledo que acoge las variedades tradicionales de la región, así como los métodos tradicionales de cultivo y recolección que dan a los frutos y los aceites obtenidos sus preciadas características.

En la población de Mora, situada a unos 20 km de Villanueva de Bogas, se celebra desde mediados del siglo pasado la Fiesta del Olivo, donde se celebra la tradición del cultivo y la producción de aceite de la zona.

En lo que respecta a las variedades que se cultivan en la región, hoy en día la oferta es muy variada, aunque se destacan las variedades Arbequina, Picual y Cornicabra; esta última siendo autóctona de la zona.

Debido al clima seco el cultivo se realiza principalmente en secano, pero cada vez están apareciendo más instalaciones de cultivo intensivo y superintensivo, estos hacen uso de sistemas de riego modernos mas eficientes que consiguen mejorar los rendimientos con la poca agua que se dispone en la zona.

El calendario de cultivo del olivo en la región de los Montes de Toledo es el siguiente:

- Poda de invierno desde diciembre hasta abril, con especial cuidado en marzo y abril al comenzar los movimientos de savia en el árbol.
- Desvareto y limpieza de verano desde junio hasta septiembre. No es recomendable adelantar mucho la limpieza pues durante el mes de junio rebrotan chupones y habría que dar dos pases.
- Tratamientos foliares desde febrero hasta junio y desde septiembre hasta noviembre, siempre intentando evitar tratamientos durante la floración en abril y mayo.
- Aportación de materia orgánica al suelo durante el otoño e invierno desde octubre hasta febrero. Este último mes se considera el último al no poder garantizar pasado ese punto que se humedezca correctamente la materia para su aprovechamiento.
- En los cultivos de secano puro el control de la cubierta vegetal es fundamental para evitar la competencia con el cultivo. Por ello es recomendable hacer labores para su gestión y mantenimiento durante la primavera antes del calor del verano.
- El riego es fundamental si se quieren obtener unos grandes rendimientos en este cultivo, y su control también permite mejorar las calidades de los aceites obtenidos. En estos casos el riego es recomendable entre los meses de marzo y octubre.
- Finalmente, la recolección se suele dar desde octubre hasta enero, con gran variabilidad en las fechas según las variedades empleadas y el sistema de cultivo utilizado, así como el destino y calidad del aceite esperados. Así pues, hay variedades tempranas que se pueden recoger tan pronto como cambian de color a la salida del verano, mientras que para la producción de aceites de peor calidad o producciones a granel se puede retrasar hasta enero.

Operaciones	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Poda invierno			Movimiento de savia									
Desvareto y limpia de verano						Posible rebrote de varetas						
Tratamientos foliares				Cuidado con la floración								
Materia orgánica al suelo												
Cubierta vegetal					Eliminación del pasto seco							
Riego												
Recolección												

Tabla 1. Calendario de labores de cultivo del olivar. Gesmontes.

ANEJO 2. ESTRUCTURA METÁLICA

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

Índice de Ilustraciones	III
Índice de Tablas.....	III
1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	1
2. MATERIALES UTILIZADOS	1
3. ESTRUCTURA PRINCIPAL	2
3.1. ACCIONES PREVISTAS	2
3.1.1. CARGA PERMANENTE G	2
3.1.2. SOBRECARGA DE NIEVE N	2
3.1.3. SOBRECARGA DE USO S.....	4
3.1.4. ACCIÓN DEL VIENTO V2.....	5
3.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD	7
3.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	7
3.4. DIMENSIONADO.....	8
3.4.1. COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR	8
3.4.2. COMPROBACIÓN PANDEO PILAR.....	9
3.4.3. COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL.....	10
3.4.4. COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL.....	11
3.4.5. COMPROBACIÓN CARTABÓN.....	12
3.4.6. COMPROBACIÓN RIOSTRAS	13
3.4.7. COMPROBACIÓN DINTEL HASTIAL	14
3.4.8. COMPROBACIÓN PILARES HASTIALES.....	14
3.4.9. DIMENSIONADO CORREAS.....	15
3.4.10. DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.....	16
3.4.11. RESUMEN RESULTADOS	19
4. ESTRUCTURA OFICINAS.....	21
4.1. ACCIONES PREVISTAS.....	21
4.1.1. CARGA PERMANENTE G	21
4.1.2. SOBRECARGA DE NIEVE N	22
4.1.3. SOBRECARGA DE USO S.....	22
4.1.4. ACCIÓN DEL VIENTO V2.....	23
4.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD	23
4.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	24
4.4. DIMENSIONADO.....	24
4.4.1. COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR OFICINAS	25

4.4.2.	COMPROBACIÓN PANDEO PILAR OFICINAS.....	25
4.4.3.	COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL OFICINAS.....	27
4.4.4.	COMPROBACIÓN A FLECHA DEL DINTEL OFICINAS.....	27
4.4.5.	DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.....	27
4.4.6.	RESUMEN RESULTADOS.....	29
5.	ESTRUCTURA PATIO.....	29
5.1.	ACCIONES PREVISTAS.....	29
5.1.1.	CARGA PERMANENTE G.....	30
5.1.2.	SOBRECARGA DE NIEVE N.....	30
5.1.3.	SOBRECARGA DE USO S.....	31
5.1.4.	ACCIÓN DEL VIENTO V2.....	32
5.2.	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	33
5.3.	CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	33
5.4.	DIMENSIONADO.....	33
5.4.1.	COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR PATIO.....	34
5.4.2.	COMPROBACIÓN PANDEO PILAR PATIO.....	34
5.4.3.	COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL IZQUIERDO.....	36
5.4.4.	COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL IZQUIERDO.....	36
5.4.5.	COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL DERECHO.....	38
5.4.6.	COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL DERECHO.....	38
5.4.7.	DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.....	40
5.4.8.	RESUMEN RESULTADOS.....	42

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Distribución de la carga G en el pórtico principal. SAP2000.	2
Ilustración 2. Zonas climáticas para la sobrecarga de nieve. CTE.	3
Ilustración 3. Distribución de la carga N en el pórtico principal. SAP2000.	4
Ilustración 4. Distribución de la carga S en el pórtico principal. SAP2000.	4
Ilustración 5. Mapa de las zonas climáticas para la presión dinámica del viento. CTE.	5
Ilustración 6. Distribución de la carga V2 en el pórtico principal. SAP2000.	7
Ilustración 7. Distribución de la carga G. SAP2000.	21
Ilustración 8. Distribución de la carga N. SAP2000.	22
Ilustración 9. Distribución de la carga S. SAP2000.	22
Ilustración 10. Distribución de la carga V2. SAP2000.	23
Ilustración 11. Distribución de la carga G en el pórtico del patio. SAP2000.	30
Ilustración 12. Distribución de la carga N en el pórtico del patio. SAP2000.	31
Ilustración 13. Distribución de la carga S en el pórtico del patio. SAP2000.	31
Ilustración 14. Distribución de la carga V2 en el pórtico del patio. SAP2000.	32

Índice de Tablas

Tabla 1. Valor de s_k . CTE.	3
Tabla 2. Presión dinámica del viento según zona. Elaboración propia.	5
Tabla 3. Grados de aspereza. Elaboración propia.	5
Tabla 4. Coeficientes de exposición en función de la altura. CTE.	6
Tabla 5. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.	6
Tabla 6. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.	7
Tabla 7. Coeficientes k y α . Elaboración propia.	15
Tabla 5. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.	23
Tabla 6. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.	23
Tabla 5. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.	32
Tabla 6. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.	33

1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

La nave detallada en este proyecto se localiza en el municipio de Villanueva de Bogas, Toledo.

La nave se divide en tres estructuras diferenciadas. La primera parte, denominada estructura principal en este anejo, se refiere a los pórticos principales de la nave. La segunda parte, denominada estructura oficinas en este anejo, se trata de una estructura metálica de dos alturas que da servicio a la zona de oficinas y personal. La tercera y última parte, denominada estructura patio en este anejo, se refiere a la estructura metálica correspondiente al pórtico a dos aguas del patio de recepción.

La nave tiene una longitud de 51.25 metros (35.25 metros corresponden a la nave per se y los 16 restantes corresponden a la estructura del patio de recepción) y 25.25 metros de luz.

La primera parte cuenta con 4 pórticos incluyendo el hastial derecho, mientras que la parte de las oficinas cuenta con los 4 restantes, incluyendo el hastial izquierdo además de la estructura propia de las oficinas con dos alturas. El patio de recepción está formado por 3 pórticos adicionales.

2. MATERIALES UTILIZADOS.

Para toda la estructura se ha utilizado acero S275JR. Las características mecánicas de este acero son:

- $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$
- $f_u = 430 \text{ N/mm}^2$
- $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

Para los pernos de las bases de anclaje se han utilizado dos tipos de acero distintos, varillas roscadas 4.6 y varillas de acero corrugado B500S.

- Varillas 4.6:
 - $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$
 - $\gamma_{M2} = 1,25$
 - $f_{yd} = 240 \text{ N/mm}^2$
- Varillas B500S:
 - $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 - $\gamma_s = 1,15$
 - $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

3. ESTRUCTURA PRINCIPAL.

3.1. ACCIONES PREVISTAS.

Para comprobar la integridad de la estructura primero se han de definir las distintas acciones a las que se va a someter la estructura.

3.1.1. CARGA PERMANENTE G.

- Correas = 4.9 kg/m²
- Panel tipo sándwich = 14 kg/m²
- Instalaciones = 5 kg/m²
- **TOTAL G** = **23.9 kg/m²**

El peso propio de la estructura no se especifica pues se contabiliza de forma automática en el programa de cálculo utilizado.

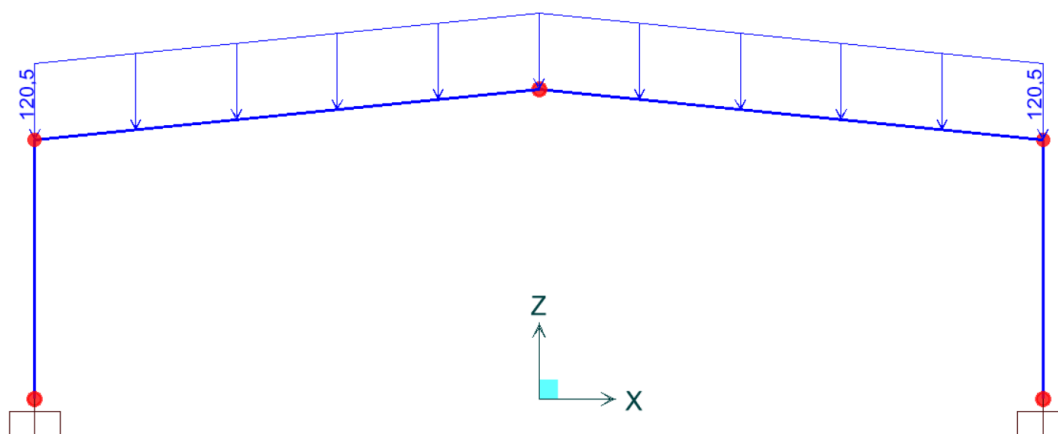


Ilustración 1. Distribución de la carga G en el pórtico principal. SAP2000.

3.1.2. SOBRECARGA DE NIEVE N.

Para la sobrecarga de nieve se utilizan valores tabulados que dependen de la localización de la nave, así como la inclinación de la cubierta y la separación entre pórticos.

$$q_n = \mu * s_k * \text{separación entre pórticos}$$

El valor de μ (coeficiente de forma) depende de la pendiente de la cubierta, en este caso toma un valor de 1 al tener la cubierta menos de 30% de pendiente.

El valor de s_k depende de la zona climática y la altitud. La nave se sitúa en la zona 4 (Toledo) y se encuentra a una altitud de 600 m, lo que da un valor de 50 kg/m² (0.5 kN/m²).

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 1. Valor de s_k . CTE.



Ilustración 2. Zonas climáticas para la sobrecarga de nieve. CTE.

Con esos valores podemos calcular la sobrecarga de nieve con la fórmula anterior.

$$q_n = 1 * 50 \frac{kg}{m^2} * 5.036 m = 251.8 kg/m$$

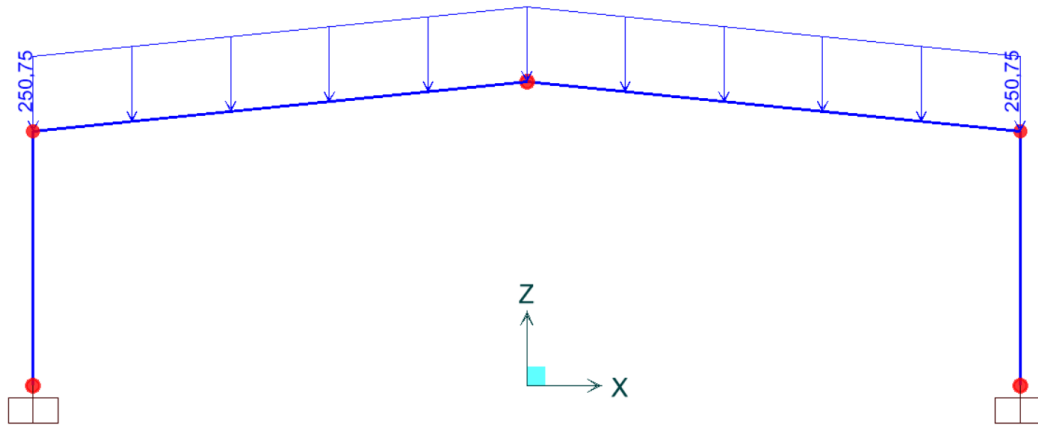


Ilustración 3. Distribución de la carga N en el pórtico principal. SAP2000.

3.1.3. SOBRECARGA DE USO S.

Puesto que la cubierta solo se va a acceder para mantenimiento y que la carga permanente no excede los 100 kg/m^2 se estima la sobrecarga de uso en 40 kg/m^2 (0.4 kN/m^2). El valor final se obtiene multiplicando este valor por la separación entre pórticos.

$$S = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 5.036 \text{ m} = \mathbf{201.44 \text{ kg/m}}$$

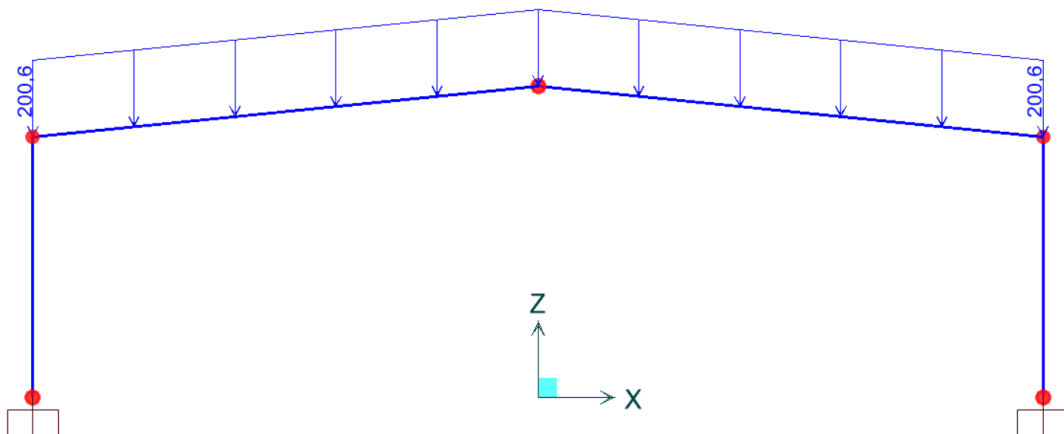


Ilustración 4. Distribución de la carga S en el pórtico principal. SAP2000.

3.1.4. ACCIÓN DEL VIENTO V2.

La acción del viento se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

La presión del viento q_b depende de la zona donde se sitúe la nave, en este caso zona A, lo que supone un valor de 42 kg/m^2 (0.42 kN/m^2).

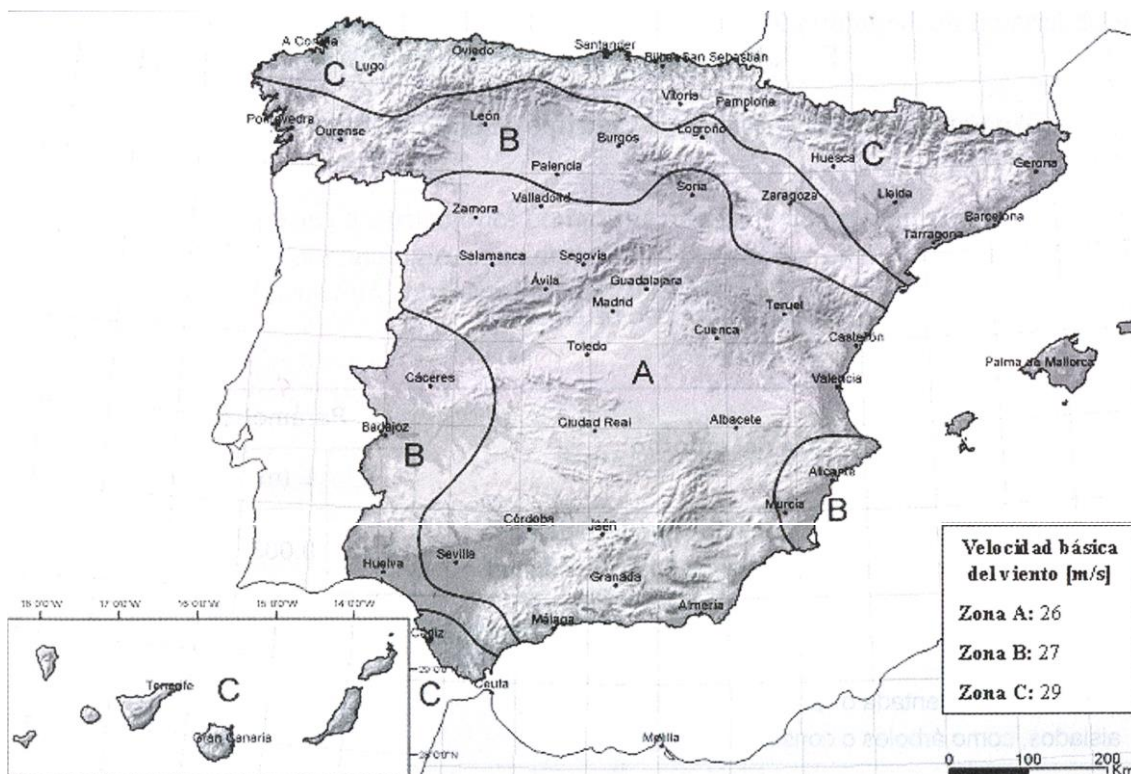


Ilustración 5. Mapa de las zonas climáticas para la presión dinámica del viento. CTE.

	Presión dinámica kg/m^2
Zona A	42
Zona B	45
Zona C	52

Tabla 2. Presión dinámica del viento según zona. Elaboración propia.

Para el cálculo de c_e (coeficiente de exposición) primero hay que determinar el grado de aspereza del entorno y la altura del punto de cálculo.

Grado de aspereza	
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura

Tabla 3. Grados de aspereza. Elaboración propia.

Se ha determinado el grado de aspereza como II, al tratarse de una zona rural sin obstrucciones cercanas.

En función del grado de aspereza se obtiene el valor de c_e según la altura del punto considerado.

Entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3	3.5
II	2.1	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3	3.5
III	1.6	2.0	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1
IV	1.3	1.4	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6
V	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.6	1.9	2.0

Tabla 4. Coeficientes de exposición en función de la altura. CTE.

Se determina el valor de c_e como 2.22 para los pilares y de 2.32 para la cubierta.

$$\lambda = \frac{h}{d} = \frac{7.762}{25.25} = 0.31$$

$$c_{p,B} = + \left(\frac{2}{15} \right) * (\lambda - 0.25) + 0.7 = +0.71$$

$$c_{p,S} = - \left(\frac{4}{15} \right) * (\lambda - 0.25) - 0.3 = -0.32$$

Los valores de c_p (coeficiente eólico) son 0.71 para la fachada a barlovento y -0.32 para la fachada a sotavento.

$$\alpha = 6.00^\circ$$

$$c_{p,B} = 0.02 * \alpha - 0.1 = 0.02$$

$$c_{p,S} = 0.3 - 0.02 * \alpha = 0.18$$

Los valores de c_p para la cubierta son de 0.02 para la parte a barlovento y 0.18 para la parte a sotavento.

Una vez obtenidos todos los valores realizamos el cálculo de la acción del viento para los distintos escenarios.

Elemento	q_b (kg/m ²)	Separación pódicos (m)	c_e	c_p	q_e (kg/m)
Pilar barlovento	42	5.036	2.25	0.71	332
Pilar sotavento				-0.32	-148
Cubierta barlovento			2.32	0.02	10
Cubierta sotavento				0.18	88

Tabla 5. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.

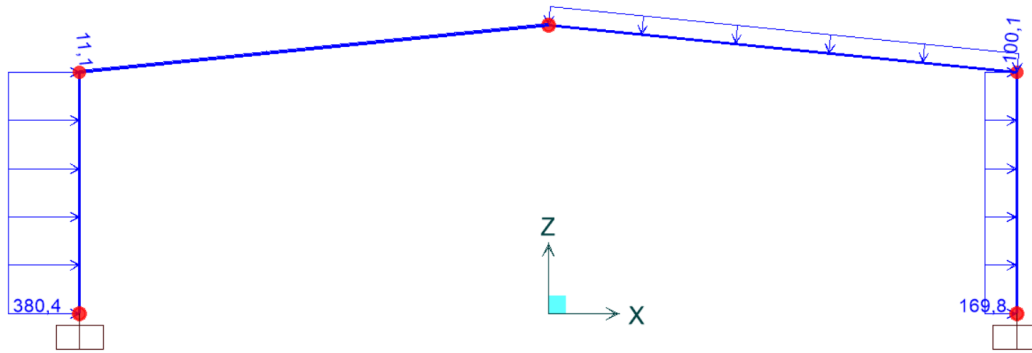


Ilustración 6. Distribución de la carga V2 en el pórtico principal. SAP2000.

3.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD.

Para comprobar las condiciones de seguridad de la estructura se formulan primero todas las hipótesis de combinaciones de carga posibles:

		G	S	N	V1	V2
ELU	1	1.35	1.5	0.75		
	2	1.35	1.5	0.75		0.9
	3	1.35		1.5		0.9
ELS	1	1	1	0.5		
	2	1	1	0.5		0.6
	3	1		1		0.6

Tabla 6. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.

En este caso las opciones más limitantes, remarcadas en azul en la tabla anterior, son las combinaciones 2 para ELU y ELS.

3.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

Para el cálculo de la estructura se ha hecho servir el programa SAP2000 de la Universidad de Berkeley (California). Este programa ha proporcionado los valores para los distintos esfuerzos en la estructura tras someterla a las acciones previamente indicadas. Como ya se ha indicado se han tomado para las comprobaciones posteriores los peores resultados obtenidos, correspondientes a las hipótesis más desfavorables.

3.4. DIMENSIONADO.

Para realizar el dimensionado de los pilares y dinteles se realiza un procedimiento iterativo comprobando diferentes perfiles hasta dar con una combinación que cumpla todos los requisitos técnicos de seguridad, así como el menor coste posible para la obra. Puesto que se han probado multitud de combinaciones hasta dar con la escogida, solo se van a presentar los resultados obtenidos para los perfiles finales.

- Pilar pórtico principal perfil HEA-340
- Dintel pórtico principal perfil IPE-360

Para las comprobaciones de los perfiles se han utilizado las siguientes fórmulas mediante su aplicación en Excel:

- Esbeltez crítica.

$$\lambda_{cr} = \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{2.1 * 10^6}{2750}} = 86.815$$

- Coeficiente de pandeo y valor alfa (coeficiente de imperfección).

$$\varphi_y = 0.5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2]$$

$$\chi_y = \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

- Coeficiente k_{yy} .

$$k_{yy} = c_{m,y} * \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} \right]$$

3.4.1. COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR.

Para la comprobación a resistencia del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 38468 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 10382 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 133.5 cm² Área de la sección del perfil HEA-340.
- $W_{pl,y}$ = 1850 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10382 \text{ kg}}{133.5 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{38468 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{1850 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.79 = 0.82$$

≤ 1 Válido

3.4.2. COMPROBACIÓN PANDEO PILAR.

Para la comprobación a pandeo del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 38468 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 11303 kg Axil máximo.
- A = 133.5 cm² Área de la sección del perfil HEA-340.
- $W_{pl,y}$ = 1850 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 14.4 cm Radio de giro HEA-340 respecto al eje y.
- i_z = 7.46 cm Radio de giro HEA-340 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calcula usando la longitud total del pilar para ambos ejes y se obtienen los siguientes valores.

- β_y = 2.5
- β_z = 1

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:

- Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{650 * 2.5}{14.4} = 112.85$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{650 * 1}{7.46} = 87.13$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{112.85}{86.815} = 1.300$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{87.13}{86.815} = 1.004$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 1.300 \rightarrow \chi_y = 0.427$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 1.004 \rightarrow \chi_z = 0.538$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (1 - 0.2) * \frac{11303}{0.427 * 133.5 * 2619} \right] = 0.955$$

se utiliza el valor de 1 en vez de la esbeltez reducida en la fórmula al ser esta superior a 1)

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{11303}{0.427 * 133.5 * 2619} + 0.955 * \frac{38468 * 100}{1850 * 2619} = 0.83 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}}$$

$$= \frac{11303}{0.538 * 133.5 * 2619} + 0.6 * 0.955 * \frac{38468 * 100}{1850 * 2619} = 0.51 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.3. COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL.

Para la comprobación a resistencia del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15464 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 9682 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 72.7 cm² Área de la sección del perfil IPE-360.
- $W_{pl,y}$ = 904 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{9682 \text{ kg}}{72.7 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{15464 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{904 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.05 + 0.65 = 0.70 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.4. COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL.

Para la comprobación a pandeo del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15464 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 10615 kg Axil máximo.
- A = 72.7 cm² Área de la sección del perfil IPE-360.
- $W_{pl,y}$ = 904 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 11.9 cm Radio de giro IPE-360 respecto al eje y.
- i_z = 7 cm Radio de giro IPE-360 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calculan usando la longitud total del dintel y la separación entre riostras y se obtienen los siguientes valores.

- β_y = 1.5
- β_z = 1

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:
 - Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{1268.8 * 1.5}{11.9} = 159.93$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{253.8 * 1}{7} = 36.26$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{159.93}{86.815} = 1.842$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{36.26}{86.815} = 0.418$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 1.842 \rightarrow \chi_y = 0.259$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 0.418 \rightarrow \chi_z = 0.919$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (1 - 0.2) * \frac{10615}{0.259 * 72.7 * 2619} \right] = 1.055$$

se utiliza el valor de 1 en vez de la esbeltez reducida en la fórmula al ser esta superior a 1)

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10615}{0.259 * 72.7 * 2619} + 1.055 * \frac{15464 * 100}{904 * 2619} = 0.90 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10615}{0.919 * 72.7 * 2619} + 0.6 * 1.055 * \frac{15464 * 100}{904 * 2619} = 0.47 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.5. COMPROBACIÓN CARTABÓN.

Para el cartabón de esquina se ha decidido ampliar el canto del dintel IPE-360 escogido hasta los 650 cm para así mejorar el momento resistente.

A continuación, se expone el cálculo de la comprobación del cartabón a resistencia.

- M_{Ed} = 38468 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 10615 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 144.19 cm² Área de la sección del perfil IPE-360.
- $W_{pl,y}$ = 3780 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10615 \text{ kg}}{144.19 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{38468 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{3780 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.39 = 0.42 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.6. COMPROBACIÓN RIOSTRAS.

Para el arriostramiento de la cubierta se ha escogido un perfil L-60x5. Para su cálculo y comprobación se necesitan los siguientes datos:

- q_b = 42 kg/m² Presión dinámica del viento.
- C_e = 2.32 Coeficiente de exposición.
- C_p = 0.7 Coeficiente eólico.
- S_h = 5.05 m Separación entre pilares hastiales.
- h = 6.5 m Altura de los pilares.
- h_c = 7.762 m Altura de la cumbrera.
- a = 25.3 m Luz de la nave
- γ_{v2} = 1.5 Coeficiente de seguridad.
- S_R = 5.05 m Separación entre riostras.
- f_{yd} = 2619 kg/m² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$q_{v2} = \gamma_{v2} * q_b * c_e * c_p = 1.5 * 42 * 2.32 * 0.7 = 102.3 \text{ kg/m}^2$$

$$V_T = \frac{39}{320} * q_{v2} * [a * (h + h_c) - 2 * s_h * h]$$

$$= \frac{39}{320} * 102.3 * [25.3 * (6.5 + 7.762) - 2 * 5.05 * 6.5] = 3670.7 \text{ kg}$$

$$\alpha = \text{arc tg} \frac{s}{s_R} = \text{arc tg} \frac{5.036}{5.05} = 44.92^\circ$$

$$N = \frac{V_T}{\text{sen } \alpha} = \frac{3670.7}{\text{sen } 44.92^\circ} = 5198.4 \text{ kg}$$

$$i = \frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} = \frac{5198.4}{3 * 2619} = 0.66 \leq 1 \text{ Válido}$$

Para el arriostramiento de la fachada se ha escogido un perfil #100x3. De igual forma se realiza la comprobación:

$$R_T = \frac{39}{320} * q_{v2} * [a * (h + h_c)] = \frac{39}{320} * 102.3 * [25.3 * (6.5 + 7.762)] = 4489.2 \text{ kg}$$

$$\beta = \text{arc tg} \frac{s}{h} = \text{arc tg} \frac{5.036}{6.5} = 37.79^\circ$$

$$N = \frac{R_T}{\text{sen } \beta} = \frac{4489.2}{\text{sen } 37.79^\circ} = 7326.2 \text{ kg}$$

$$i = \frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} = \frac{7326.2}{11.3 * 2619} = 0.25 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.7. COMPROBACIÓN DINTEL HASTIAL.

Para el dintel hastial se ha escogido un perfil IPE-200.

Dado que la estructura metálica del patio de recepción apoya contra el muro hastial, durante el cálculo se ha considerado que el dintel recibe carga por los dos lados. Para ello se ha utilizado la distancia entre pórticos completa en vez de dividir por dos la superficie de la cubierta.

$$q = \left[\left(G + 2 * \frac{W}{S} \right) * 1.35 + S * 1.5 + N * 0.75 + V2 * 0.9 \right] * s$$

$$q_{V2} = q_b * c_e * c_p = 42 * 2.32 * 0.8 = 78 \text{ kg/m}^2$$

$$q = [(23.9 + 4.4) * 1.35 + 40 * 1.5 + 50 * 0.75 + 78 * 0.9] * 5.04 = 1037 \text{ kg/m}$$

$$\left[M_{max} = \frac{q * L^2}{8} \right] = q * \frac{s_h^2}{8} = 1037 * \frac{5.05^2}{8} = 3305.9 \text{ kgm}$$

- Esbeltez:

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{LT} * \beta}{i_z * \lambda_{cr}} = \frac{289 * 1}{2.24 * 86.815} = 1.48 \leq 2 \text{ Válido}$$

- Resistencia:

$$i = \frac{M_{max}}{W_{pl,y} * f_{yd}} = \frac{3305.9 * 100}{220 * 2619} = 0.57 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.8. COMPROBACIÓN PILARES HASTIALES.

Para los pilares hastiales se ha escogido un perfil HEA-160.

$$q_{V2} = \gamma_{V2} * q_b * c_e * c_p * s_h = 1.5 * 42 * 2.32 * 0.8 * 5.05 = 590.5 \text{ kg/m}$$

$$\left[M_{max} = \frac{q_{V2} * L^2}{8} \right] = \frac{590.5 * 7.76^2}{8} = 4447.1 \text{ kgm}$$

- Esbeltez:

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{LT} * \beta}{i_z * \lambda_{cr}} = \frac{650 * 1}{3.98 * 86.815} = 1.88 \leq 2 \text{ Válido}$$

- Resistencia:

$$i = \frac{M_{max}}{W_{pl,y} * f_{yd}} = \frac{4447.1 * 100}{246 * 2619} = 0.69 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.9. DIMENSIONADO CORREAS.

Para las correas se ha escogido un perfil RHS #120-60-4. Para su cálculo se necesitan los siguientes datos:

Vanos	1	2	3	4	≥5
Flector k	0.125	0.125	0.100	0.107	0.106
Flecha α	1.00	0.415	0.53	0.50	0.51

Tabla 7. Coeficientes k y α. Elaboración propia.

- k = 0.106 Coeficiente de 5 o más vanos.

$$q = 1.35 * G + 1.5 * S + 0.75 * N = 1.35 * 23.9 + 1.5 * 40 + 0.75 * 50 = 129.76 \text{ kg/m}^2$$

- q = 129.76 kg/m² Carga gravitatoria.
- q_b = 42 kg/m² Presión dinámica del viento.
- C_e = 2.32 Coeficiente de exposición.
- C_p = 0.18 Coeficiente eólico.

$$q_e = 0.6 * 1.5 * q_b * c_e * c_p = 0.9 * 42 * 2.32 * 0.18 = 15.79 \text{ kg/m}^2$$

- q_e = 15.79 kg/m² Presión estática del viento.
- α = 5.71° Ángulo de la cubierta.
- L = 5.036 m Longitud de las correas.
- s_c = 2.538 m Separación entre correas.
- f_{yd} = 2619 kg/m² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- W_{pl,y} = 52.92 cm³ Momento resistente plástico en y.
- W_{pl,z} = 32.28 cm³ Momento resistente plástico en z.

$$M_{max} = k * q * s_c * L^2 = 0.106 * 129.76 * 2.538 * 5.036^2 = 885.34 \text{ kgm}$$

$$M_{max,v2} = k * q_e * s_c * L^2 = 0.106 * 15.79 * 2.538 * 5.036^2 = 107.73 \text{ kgm}$$

$$M_y = M_{max} * \cos \alpha = 885.34 * \cos 5.71 = 880.95 \text{ kgm}$$

$$M_z = M_{max} * \sen \alpha = 885.34 * \sen 5.71 = 88.09 \text{ kgm}$$

$$M_{y,T} = M_y + M_{max,v2} = 880.95 + 107.73 = 988.68 \text{ kgm}$$

$$i_y + i_z = \frac{M_{y,T}}{W_y * f_{yd}} + \frac{M_z}{W_z * f_{yd}} = \frac{988.68 * 100}{52.92 * 2619} + \frac{88.09 * 100}{32.28 * 2619} = 0.71 + 0.10 = 0.82 \leq 1 \text{ Válido}$$

$$q = 1 * G + 1 * S + 0.5 * N = 1 * 23.9 + 1 * 40 + 0.5 * 50 = 88.90 \text{ kg/m}^2$$

$$q_e = 0.6 * q_b * c_e * c_p = 0.6 * 42 * 2.32 * 0.18 = 10.53 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{max} = k * q * s_c * L^2 = 0.106 * 88.90 * 2.538 * 5.036^2 = 606.56 \text{ kgm}$$

$$M_{max,V2} = k * q_e * s_c * L^2 = 0.106 * 10.53 * 2.538 * 5.036^2 = 71.85 \text{ kgm}$$

$$M_y = M_{max} * \cos \alpha = 606.56 * \cos 5.71 = 603.55 \text{ kgm}$$

$$M_z = M_{max} * \sin \alpha = 606.56 * \sin 5.71 = 60.35 \text{ kgm}$$

$$M_{y,T} = M_y + M_{max,V2} = 603.55 + 60.35 = 675.39 \text{ kgm}$$

- $W_{el,y} = 42.53 \text{ cm}^3$ Momento resistente elástico en y.
- $W_{el,z} = 28.25 \text{ cm}^3$ Momento resistente elástico en z.

$$\sigma_y + \sigma_z = \frac{M_{y,T}}{W_{el,y}} + \frac{M_z}{W_{el,z}} = \frac{675.39}{42.53} + \frac{60.35}{28.25} = 15.88 + 2.14 \text{ kg/mm}^2$$

$$f(\text{mm}) \cong \alpha * \frac{\sigma (\text{kg/mm}^2) * L^2 (\text{m}^2)}{h (\text{cm})}$$

$$f_z(\text{mm}) \cong 0.51 * \frac{15.88 (\text{kg/mm}^2) * 5.036^2 (\text{m}^2)}{12 (\text{cm})} = 17.1 \text{ mm}$$

$$f_y(\text{mm}) \cong 0.51 * \frac{2.14 (\text{kg/mm}^2) * 5.036^2 (\text{m}^2)}{6 (\text{cm})} = 4.6 \text{ mm}$$

$$f = \sqrt{f_z^2 + f_y^2} = \sqrt{17.1^2 + 4.6^2} = 17.7 \text{ mm} \leq \frac{Luz}{200} = \frac{5036}{200} = 25.2 \text{ mm Válido}$$

3.4.10. DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.

- *Base de anclaje pilar HEA-340.*

- Dimensiones de la placa.

- a = 600 mm
- b = 450 mm
- t = 25 mm

$$c \leq \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{cd}}} * t = \sqrt{\frac{2619}{3 * 166.7}} * 25 = 2.29 * 25 = 57.2 \text{ mm}$$

$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d = a - d_1 = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

$$M_T = M_{Ed} + N_{Ed} * (d - a/2) = 26919 * 100 + 11200 * \left(55 - \frac{60}{2}\right) = 29719 * 10^2 \text{ kgcm}$$

- $n_c = 3$ Número de cartelas.
- $t_c = 1.6 \text{ cm}$ Espesor de las cartelas.
- $b_f = 30 \text{ cm}$ Ancho del ala del pilar HEA-340.

$$b_{ef} = \min[n_c * (t_c + 2 * c); b_f + 2 * (t_c + c)]$$

$$= \min[3 * (1.6 + 2 * 5.72); 30 + 2 * (1.6 + 5.72)] = \min[39.13; 44.64]$$

$$= 39.13 \text{ cm}$$

$$x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * M_T}{b_{ef} * f_{cd}}} \geq 0$$

$$x = 55 - \sqrt{55^2 - \frac{2 * 29719 * 10^2}{39.13 * 166.7}} = 9.027 \text{ cm}$$

$$T = b_{ef} * f_{cd} * x - N_{Ed} \geq 0$$

$$T = 39.13 * 166.7 * 9.027 - 11200 = 47683 \text{ kg}$$

- Pernos B500S.
 - $\phi = 25 \text{ mm}$ Diámetro de los pernos.
 - $T_u = 12805 \text{ kg}$ Resistencia del perno.
 - $n_p = 4$ Número de pernos.

- Comprobación pernos.

$$i_p = \frac{T}{n_p * T_u} = \frac{47683}{4 * 12805} = 0.93 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Comprobación cartelas.

- $v = 13.5 \text{ cm}$ Vuelo de la cartela.
- $\alpha = 61.63^\circ$ Ángulo de la viga o codal equivalente.
- $h_c = 25 \text{ cm}$ Altura de las cartelas.

$$R = \frac{x_{cartela} * b_{ef} * f_{cd}}{n_c} = \frac{6.75 * 39.13 * 166.7}{3} = 14677 \text{ kg}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{0.03 * v}{t_c * \cos \alpha} = \frac{0.03 * 13.5}{1.6 * 0.48} = 0.53$$

$$\bar{\lambda} = 0.53 \rightarrow \chi = 0.82$$

$$\frac{2 * R}{\chi * t_c * v * \text{sen}^2 \alpha * f_{yd}} = \frac{2 * 14677}{0.82 * 1.6 * 13.5 * 0.88^2 * 2619} = 0.82 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Base de anclaje pilar HEA-160.

- Dimensiones de la placa.

- a = 400 mm
- b = 300 mm
- t = 20 mm

$$c \leq \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{cd}}} * t = \sqrt{\frac{2619}{3 * 166.7}} * 20 = 2.29 * 20 = 45.8 \text{ mm}$$

$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d = a - d_1 = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$$

$$M_T = M_{Ed} + N_{Ed} * (d - a/2) = 2498 * 100 + 4091 * \left(35 - \frac{40}{2}\right) = 3112 * 10^2 \text{ kgcm}$$

- $n_c = 2$ Número de cartelas.
- $t_c = 1.2 \text{ cm}$ Espesor de las cartelas.
- $b_f = 16 \text{ cm}$ Ancho del ala del pilar HEA-160.

$$b_{ef} = \min[n_c * (t_c + 2 * c); b_f + 2 * (t_c + c)]$$

$$= \min[2 * (1.2 + 2 * 4.58); 16 + 2 * (1.2 + 4.58)] = \min[20.71; 27.55]$$

$$= 20.71 \text{ cm}$$

$$x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * M_T}{b_{ef} * f_{cd}}} \geq 0$$

$$x = 35 - \sqrt{35^2 - \frac{2 * 3112 * 10^2}{20.71 * 166.7}} = 2.676 \text{ cm}$$

$$T = b_{ef} * f_{cd} * x - N_{Ed} \geq 0$$

$$T = 20.71 * 166.7 * 2.676 - 4091 = 5148 \text{ kg}$$

- Pernos Soldados de viruta 4.6.

- $\phi = 20 \text{ mm}$ Diámetro de los pernos.
- $T_u = 0.85 * 7181 = 6104 \text{ kg}$ Resistencia del perno.
- $n_p = 2$ Número de pernos.

- Comprobación pernos.

$$i_p = \frac{T}{n_p * T_u} = \frac{5148}{2 * 6104} = 0.42 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Comprobación cartelas.

- $v = 12.40 \text{ cm}$ Vuelo de la cartela.
- $\alpha = 58.20^\circ$ Ángulo de la viga o codal equivalente.
- $h_c = 20 \text{ cm}$ Altura de las cartelas.

$$R = \frac{x_{cartela} * b_{ef} * f_{cd}}{n_c} = \frac{2.676 * 20.71 * 166.7}{2} = 4619 \text{ kg}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{0.03 * v}{t_c * \cos \alpha} = \frac{0.03 * 12.40}{1.20 * 0.53} = 0.59$$

$$\bar{\lambda} = 0.59 \rightarrow \chi = 0.79$$

$$\frac{2 * R}{\chi * t_c * v * \text{sen}^2 \alpha * f_{yd}} = \frac{2 * 4619}{0.79 * 1.2 * 12.4 * 0.85^2 * 2619} = 0.42 \leq 1 \text{ Válido}$$

3.4.11. RESUMEN RESULTADOS.

- Pilares.

- HEA-340:

- Resistencia: 0.82 ≤ 1 Válido
- Esbeltez reducida y: 1.300 ≤ 2 Válido
- Esbeltez reducida z: 1.004 ≤ 2 Válido
- Pandeo eje y-y: 0.83 ≤ 1 Válido
- Pandeo eje z-z: 0.51 ≤ 1 Válido

- HEA-160:

- Resistencia: 0.69 ≤ 1 Válido
- Esbeltez: 1.88 ≤ 2 Válido

- Dinteles.

- IPE-360:

- Resistencia: 0.70 ≤ 1 Válido
- Esbeltez reducida y: 1.842 ≤ 2 Válido
- Esbeltez reducida z: 0.418 ≤ 2 Válido
- Pandeo eje y-y: 0.90 ≤ 1 Válido
- Pandeo eje z-z: 0.47 ≤ 1 Válido

- IPE-200:

- Resistencia: 0.57 ≤ 1 Válido
- Esbeltez: 1.48 ≤ 2 Válido

- Cartabón.
 - IPE-360/650:
 - Resistencia: $0.43 \leq 1$ Válido
- Riostras.
 - L-60x5.
 - Tracción: $0.66 \leq 1$ Válido
 - #100x3.
 - Tracción: $0.25 \leq 1$ Válido
- Correas.
 - RHS #120-60-4.
 - Flecha: $17.7 \leq 25.2$ Válido
- Bases de anclaje.
 - HEA-340:
 - Pernos: $0.93 \leq 1$ Válido
 - Cartelas: $0.82 \leq 1$ Válido
 - HEA-160:
 - Pernos: $0.42 \leq 1$ Válido
 - Cartelas: $0.42 \leq 1$ Válido

4. ESTRUCTURA OFICINAS.

La estructura secundaria que corresponde a la zona de oficinas está conformada por el pórtico principal y una estructura metálica de dos alturas que apoya en el pórtico principal. Se ha comprobado que el pórtico principal tiene esfuerzos inferiores a los obtenidos y se mantienen los mismos perfiles, por lo que solo es preciso dimensionar la estructura propia de las oficinas.

4.1. ACCIONES PREVISTAS.

Para comprobar la integridad de la estructura primero se han de definir las distintas acciones a las que se va a someter la estructura.

4.1.1. CARGA PERMANENTE G.

- Planta baja.

- Forjado	= 400	kg/m ²	4	kN/m ²
- Pavimento	= 100	kg/m ²	1	kN/m ²
- Tabiquería	= 100	kg/m ²	1	kN/m ²
- Falso techo	= 20	kg/m ²	0.2	kN/m ²
- TOTAL G	= 620	kg/m²	6.2	kN/m²

- Primera planta.

- Forjado	= 400	kg/m ²	4	kN/m ²
- Aislamiento	= 150	kg/m ²	1.5	kN/m ²
- Falso techo	= 20	kg/m ²	0.2	kN/m ²
- TOTAL G	= 570	kg/m²	5.7	kN/m²

El peso propio de la estructura no se especifica pues se contabiliza de forma automática en el programa de cálculo utilizado.

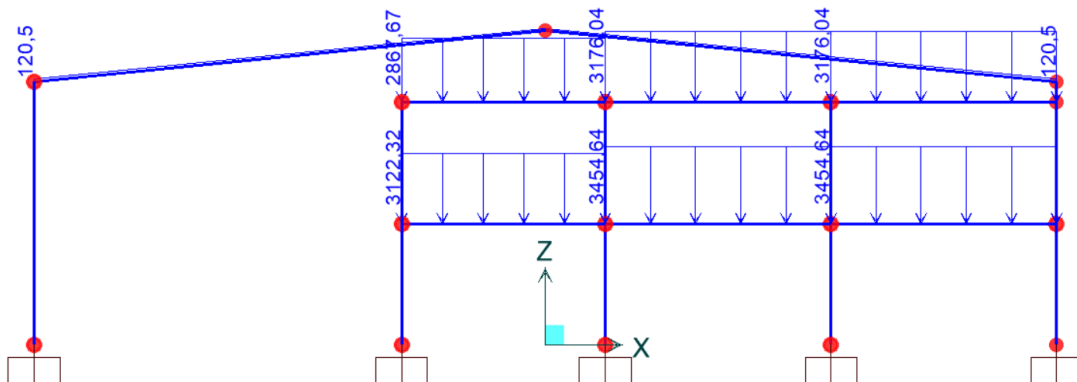


Ilustración 7. Distribución de la carga G. SAP2000.

4.1.2. SOBRECARGA DE NIEVE N.

La sobrecarga de nieve es idéntica a la estructura principal.

$$q_n = 1 * 50 \frac{kg}{m^2} * 5.036 m = 251.8 kg/m$$

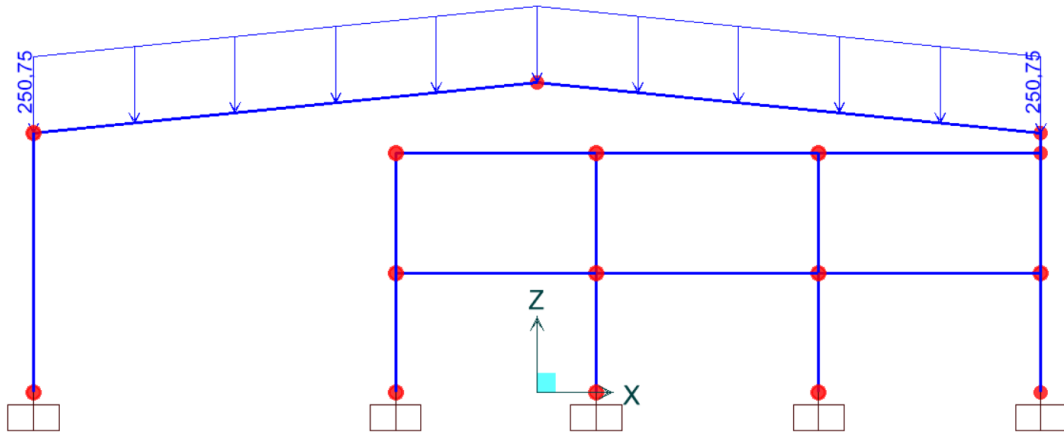


Ilustración 8. Distribución de la carga N. SAP2000.

4.1.3. SOBRECARGA DE USO S.

La sobrecarga sobre el pórtico es la misma que en la estructura principal.

- Planta baja.
- Zonas administrativas = 200 kg/m² 2 kN/m²
- Primera planta.
- Cubierta transitable privada = 100 kg/m² 1 kN/m²

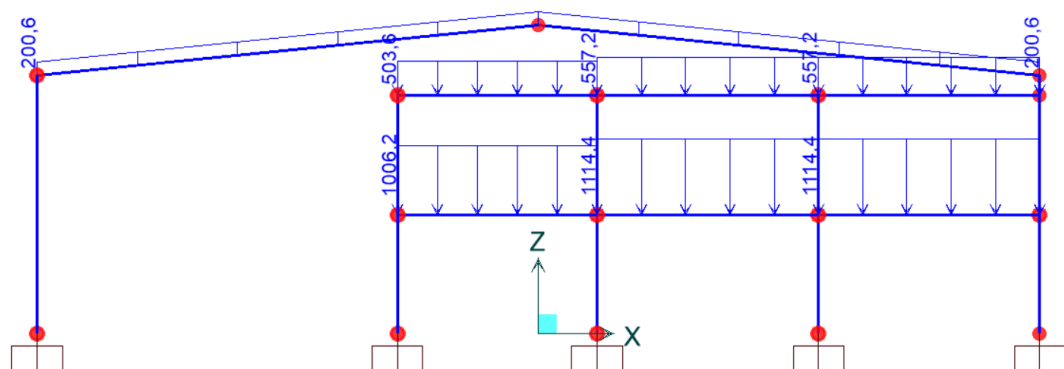


Ilustración 9. Distribución de la carga S. SAP2000.

4.1.4. ACCIÓN DEL VIENTO V2.

La acción del viento es idéntica a la calculada para la estructura principal.

Elemento	q_b (kg/m ²)	Separación pórticos (m)	C_e	C_p	q_e (kg/m)
Pilar barlovento	42	5.036	2.25	0.71	332
Pilar sotavento				-0.32	-148
Cubierta barlovento			2.32	0.02	10
Cubierta sotavento	0.18	88			

Tabla 8. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.

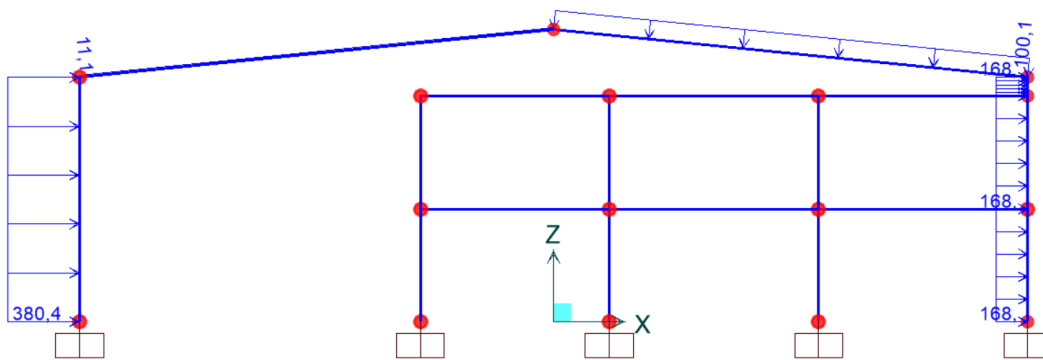


Ilustración 10. Distribución de la carga V2. SAP2000.

4.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD.

Para comprobar las condiciones de seguridad de la estructura se formulan primero todas las hipótesis de combinaciones de carga posibles:

		G	S	N	V1	V2
ELU	1	1.35	1.5	0.75		
	2	1.35	1.5	0.75		0.9
	3	1.35	1.05	0.75		1.50
ELS	1	1	1	0.5		
	2	1	1	0.5		0.6
	3	1	0.7	0.5		1

Tabla 9. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.

En este caso las opciones más limitantes, remarcadas en azul en la tabla anterior, son las combinaciones 2 para ELU y ELS.

4.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

Para el cálculo de la estructura se ha hecho servir el programa SAP2000 de la Universidad de Berkeley (California). Este programa ha proporcionado los valores para los distintos esfuerzos en la estructura tras someterla a las acciones previamente indicadas. Como ya se ha indicado se han tomado para las comprobaciones posteriores los peores resultados obtenidos, correspondientes a las hipótesis más desfavorables.

4.4. DIMENSIONADO.

Para realizar el dimensionado de los pilares y dinteles se realiza un procedimiento iterativo comprobando diferentes perfiles hasta dar con una combinación que cumpla todos los requisitos técnicos de seguridad, así como el menor coste posible para la obra. Puesto que se han probado multitud de combinaciones hasta dar con la escogida, solo se van a presentar los resultados obtenidos para los perfiles finales.

- Pilar pórtico principal perfil HEA-340
- Dintel pórtico principal perfil IPE-360
- Pilar Oficinas perfil HEA-180
- Dintel Oficinas perfil IPE-330

Para las comprobaciones de los perfiles se han utilizado las siguientes fórmulas mediante su aplicación en Excel:

- Esbeltez crítica.

$$\lambda_{cr} = \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{2.1 * 10^6}{2750}} = 86.815$$

- Coeficiente de pandeo y valor alfa (coeficiente de imperfección).

$$\varphi_y = 0.5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2]$$

$$\chi_y = \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

- Coeficiente k_{yy} .

$$k_{yy} = c_{m,y} * \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} \right]$$

4.4.1. COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR OFICINAS.

Para la comprobación a resistencia del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 3681.52 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 10175.04 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 45.3 cm² Área de la sección del perfil HEA-180.
- $W_{pl,y}$ = 324 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10175.04 \text{ kg}}{45.3 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{3681.52 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{324 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.09 + 0.43 = 0.52$$

≤ 1 Válido

4.4.2. COMPROBACIÓN PANDEO PILAR OFICINAS.

Para la comprobación a pandeo del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 3681.52 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 10175.04 kg Axil máximo.
- A = 45.3 cm² Área de la sección del perfil HEA-180.
- $W_{pl,y}$ = 324 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 7.45 cm Radio de giro HEA-180 respecto al eje y.
- i_z = 4.52 cm Radio de giro HEA-180 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calcula usando la longitud total del pilar para ambos ejes y se obtienen los siguientes valores.

- β_y = 2.5
- β_z = 1

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:
 - Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{300 * 2.5}{7.45} = 100.67$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{300 * 1}{4.52} = 66.37$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{100.67}{86.815} = 1.160$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{66.37}{86.815} = 0.765$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 1.160 \rightarrow \chi_y = 0.500$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 0.765 \rightarrow \chi_z = 0.684$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (1 - 0.2) * \frac{10175.04}{0.500 * 45.3 * 2619} \right] = 1.023$$

se utiliza el valor de 1 en vez de la esbeltez reducida en la fórmula al ser esta superior a 1)

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{10175.04}{0.500 * 45.3 * 2619} + 1.023 * \frac{3681.52 * 100}{324 * 2619} = 0.62 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} &= \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \\ &= \frac{10175.04}{0.765 * 45.3 * 2619} + 0.6 * 1.023 * \frac{3681.52 * 100}{324 * 2619} = 0.39 \leq 1 \text{ Válido} \end{aligned}$$

4.4.3. COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL OFICINAS.

Para la comprobación a resistencia del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 19169.54 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 5146.38 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 62.6 cm² Área de la sección del perfil IPE-330.
- $W_{pl,y}$ = 804 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{5146.38 \text{ kg}}{62.6 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{19169.54 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{804 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.91$$
$$= 0.94 \leq 1 \text{ Válido}$$

4.4.4. COMPROBACIÓN A FLECHA DEL DINTEL OFICINAS.

Se ha comprobado la flecha máxima del dintel obteniéndose 13.5 mm. Siendo la longitud de la viga 5572 mm, la flecha relativa es: 5572/13.5 = 413 \geq 400, es decir, válida por ser una flecha inferior a la que se fija como límite de Luz/400.

4.4.5. DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.

- *Base de anclaje pilar HEA-180.*

- Dimensiones de la placa.
 - a = 350 mm
 - b = 350 mm
 - t = 20 mm

$$c \leq \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{cd}}} * t = \sqrt{\frac{2619}{3 * 166.7}} * 20 = 2.29 * 20 = 45.8 \text{ mm}$$

$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d = a - d_1 = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$

$$M_T = M_{Ed} + N_{Ed} * (d - a/2) = 2024 * 100 + 66679 * \left(30 - \frac{35}{2}\right) = 10359 * 10^2 \text{ kgcm}$$

- $n_c = 2$ Número de cartelas.
- $t_c = 1.2 \text{ cm}$ Espesor de las cartelas.
- $b_f = 18 \text{ cm}$ Ancho del ala del pilar HEA-180.

$$b_{ef} = \min[n_c * (t_c + 2 * c) ; b_f + 2 * (t_c + c)]$$

$$= \min[2 * (1.2 + 2 * 4.58) ; 18 + 2 * (1.2 + 4.58)] = \min[20.71 ; 29.55]$$

$$= 20.71 \text{ cm}$$

$$x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * M_T}{b_{ef} * f_{cd}}} \geq 0$$

$$x = 30 - \sqrt{30^2 - \frac{2 * 10359 * 10^2}{20.71 * 166.7}} = 12.674 \text{ cm}$$

$$T = b_{ef} * f_{cd} * x - N_{Ed} \geq 0$$

$$T = 20.71 * 166.7 * 12.674 - 66679 = -22923.83 \text{ kg}$$

Puesto que la tracción es negativa significa que toda la placa trabaja a compresión y por tanto se comprueba que el hormigón pueda aguantar toda la fuerza.

$$\sigma_c \approx 139.9 \text{ kg/cm}^2 \leq f_{cd} = 166.7 \text{ Válido}$$

Se disponen pernos, pero sólo para el montaje de la placa, no por esfuerzos.

- Comprobación cartelas.

- $v = 8.95 \text{ cm}$ Vuelo de la cartela.
- $\alpha = 65.89^\circ$ Ángulo de la viga o codal equivalente.
- $h_c = 20 \text{ cm}$ Altura de las cartelas.

$$R = \frac{x_{cartela} * b_{ef} * f_{cd}}{n_c} = \frac{4.475 * 20.71 * 166.7}{2} = 7725 \text{ kg}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{0.03 * v}{t_c * \cos \alpha} = \frac{0.03 * 8.95}{1.2 * 0.41} = 0.55$$

$$\bar{\lambda} = 0.55 \rightarrow \chi = 0.82$$

$$\frac{2 * R}{\chi * t_c * v * \text{sen}^2 \alpha * f_{yd}} = \frac{2 * 7725}{0.82 * 1.2 * 9.0 * 0.91^2 * 2619} = 0.80 \leq 1 \text{ Válido}$$

4.4.6. RESUMEN RESULTADOS.

- Pilares.
 - HEA-180:
 - Resistencia: $0.52 \leq 1$ Válido
 - Esbeltez reducida y: $1.160 \leq 2$ Válido
 - Esbeltez reducida z: $0.765 \leq 2$ Válido
 - Pandeo eje y-y: $0.62 \leq 1$ Válido
 - Pandeo eje z-z: $0.39 \leq 1$ Válido
- Dinteles.
 - IPE-330:
 - Resistencia: $0.94 \leq 1$ Válido
 - Esbeltez reducida y: $0.703 \leq 2$ Válido
 - Esbeltez reducida z: $0.655 \leq 2$ Válido
 - Pandeo eje y-y: $0.87 \leq 1$ Válido
 - Pandeo eje z-z: $0.54 \leq 1$ Válido
- Bases de anclaje.
 - HEA-180:
 - Hormigón: $139.9 \leq 166.7$ Válido
 - Cartelas: $0.82 \leq 1$ Válido

5. ESTRUCTURA PATIO.

En el patio de recepción de la almazara se encuentra una estructura metálica en pórtico asimétrico a dos aguas protegiendo la maquinaria de recepción y lavado.

5.1. ACCIONES PREVISTAS.

Para comprobar la integridad de la estructura primero se han de definir las distintas acciones a las que se va a someter la estructura.

5.1.1. CARGA PERMANENTE G.

- Correas	= 4.9	kg/m ²	(0.049 kN/m ²)
- Panel tipo sándwich	= 14	kg/m ²	(0.14 kN/m ²)
- Instalaciones	= 5	kg/m ²	(0.05 kN/m ²)
- TOTAL G	= 23.9	kg/m²	(0.239 kN/m²)

El peso propio de la estructura no se especifica pues se contabiliza de forma automática en el programa de cálculo utilizado.

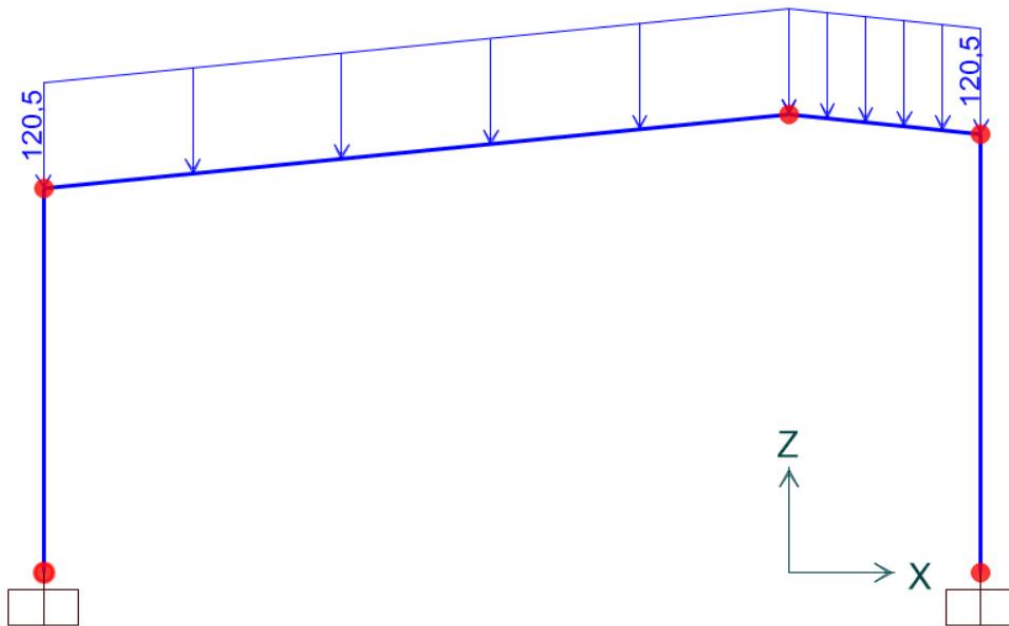


Ilustración 11. Distribución de la carga G en el pórtico del patio. SAP2000.

5.1.2. SOBRECARGA DE NIEVE N.

La sobrecarga de nieve es idéntica a la estructura principal.

$$q_n = 1 * 50 \frac{kg}{m^2} * 5.036 m = 251.8 kg/m$$

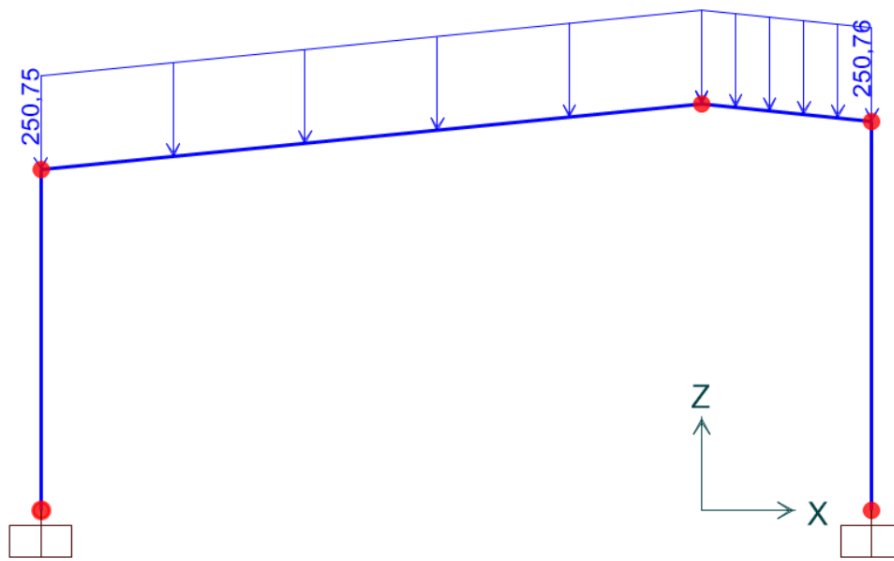


Ilustración 12. Distribución de la carga N en el pórtico del patio. SAP2000.

5.1.3. SOBRECARGA DE USO S.

La sobrecarga sobre el pórtico es la misma que en la estructura principal.

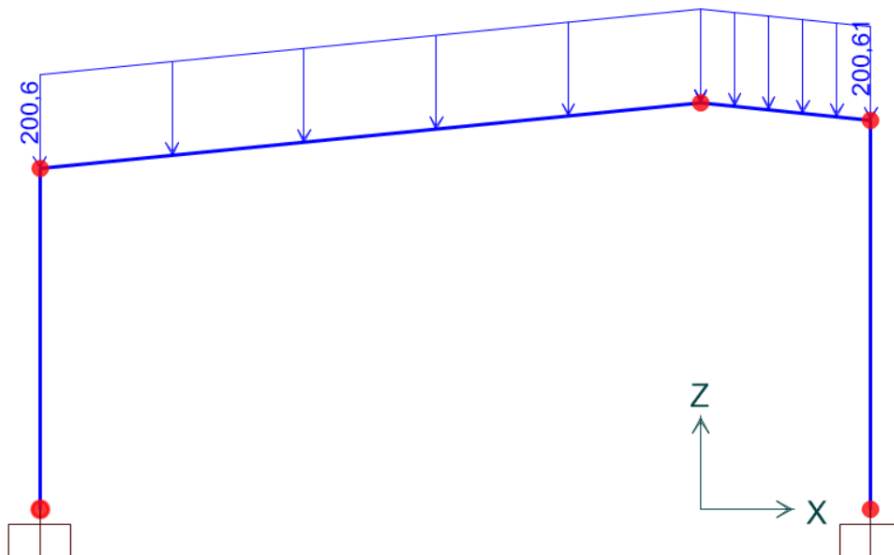


Ilustración 13. Distribución de la carga S en el pórtico del patio. SAP2000.

5.1.4. ACCIÓN DEL VIENTO V2.

Se calcula la acción del viento sobre los pilares a pesar de no existir cerramiento por si en un futuro se requiere cerrar el patio.

Elemento	q_b (kg/m ²)	Separación pódicos (m)	C_e	C_p	q_e (kg/m)
Pilar barlovento	42	5.036	2.25	0.71	332
Pilar sotavento				-0.32	-148
Cubierta barlovento	42	5.036	2.32	0.02	10
Cubierta sotavento				0.18	88

Tabla 10. Acción del viento sobre los distintos puntos de interés. Elaboración propia.

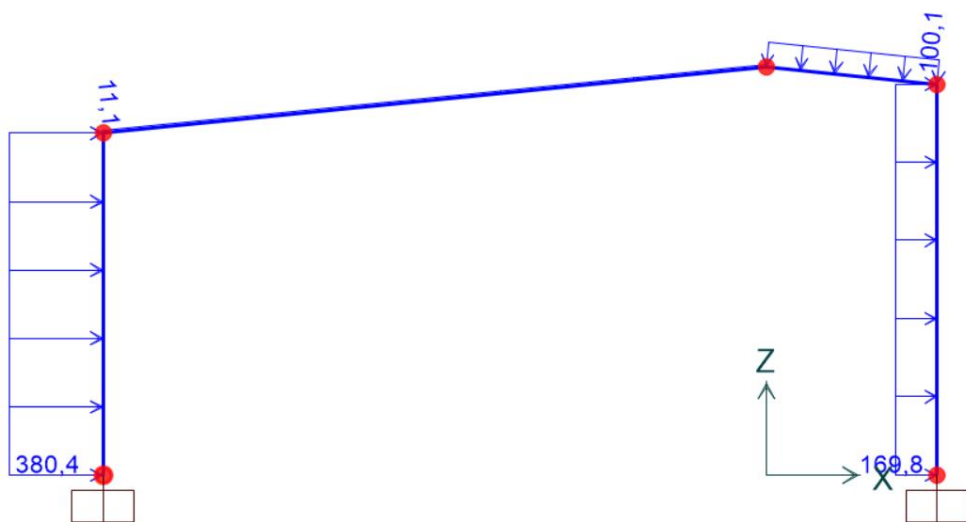


Ilustración 14. Distribución de la carga V2 en el pórtico del patio. SAP2000.

5.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD.

Para comprobar las condiciones de seguridad de la estructura se formulan primero todas las hipótesis de combinaciones de carga posibles:

		G	S	N	V1	V2
ELU	1	1.35	1.5	0.75		
	2	1.35	1.5	0.75		0.9
	3	1.35		1.5		0.9
ELS	1	1	1	0.5		
	2	1	1	0.5		0.6
	3	1		1		0.6

Tabla 11. Hipótesis de combinaciones de carga, en azul las más limitantes. Elaboración propia.

En este caso las opciones más limitantes, remarcadas en azul en la tabla anterior, son las combinaciones 2 para ELU y ELS.

5.3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

Para el cálculo de la estructura se ha hecho servir el programa SAP2000 de la Universidad de Berkeley (California). Este programa ha proporcionado los valores para los distintos esfuerzos en la estructura tras someterla a las acciones previamente indicadas. Como ya se ha indicado se han tomado para las comprobaciones posteriores los peores resultados obtenidos, correspondientes a las hipótesis más desfavorables.

5.4. DIMENSIONADO.

Para realizar el dimensionado de los pilares y dinteles se realiza un procedimiento iterativo comprobando diferentes perfiles hasta dar con una combinación que cumpla todos los requisitos técnicos de seguridad, así como el menor coste posible para la obra. Puesto que se han probado multitud de combinaciones hasta dar con la escogida, solo se van a presentar los resultados obtenidos para los perfiles finales.

- Pilar pórtico patio perfil HEA-260
- Dintel largo patio perfil IPE-270
- Dintel corto patio perfil IPE-330

Para las comprobaciones de los perfiles se han utilizado las siguientes fórmulas mediante su aplicación en Excel:

- Esbeltez crítica.

$$\lambda_{cr} = \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{2.1 * 10^6}{2750}} = 86.815$$

- Coeficiente de pandeo y valor alfa (coeficiente de imperfección).

$$\varphi_y = 0.5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2]$$

$$\chi_y = \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

- Coeficiente k_{yy} .

$$k_{yy} = c_{m,y} * \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} \right]$$

5.4.1. COMPROBACIÓN RESISTENCIA PILAR PATIO.

Puesto que el pórtico es asimétrico las cargas sobre ambos pilares son distintas, se va a calcular solo el pilar más limitante pues las cargas son muy similares.

Para la comprobación a resistencia del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15654 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 5959.09 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 86.8 cm² Área de la sección del perfil HEA-260.
- $W_{pl,y}$ = 920 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{5959.09 \text{ kg}}{86.8 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{15654 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{920 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.65 = 0.68$$

≤ 1 Válido

5.4.2. COMPROBACIÓN PANDEO PILAR PATIO.

Para la comprobación a pandeo del pilar se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15654 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 6637.29 kg Axil máximo.
- A = 86.8 cm² Área de la sección del perfil HEA-260.
- $W_{pl,y}$ = 920 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 11 cm Radio de giro HEA-260 respecto al eje y.
- i_z = 6.5 cm Radio de giro HEA-260 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calcula usando la longitud total del pilar para ambos ejes y se obtienen los siguientes valores.

- $\beta_y = 2.5$
- $\beta_z = 1$

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:

- Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{743.8 * 2.5}{11} = 169.05$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{743.8 * 1}{6.5} = 114.43$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{169.05}{86.815} = 1.947$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{114.43}{86.815} = 1.318$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 1.947 \rightarrow \chi_y = 0.220$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 1.318 \rightarrow \chi_z = 0.381$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (1 - 0.2) * \frac{6637.29}{0.220 * 86.8 * 2619} \right] = 0.996$$

se utiliza el valor de 1 en vez de la esbeltez reducida en la fórmula al ser esta superior a 1)

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{6637.29}{0.220 * 86.8 * 2619} + 0.996 * \frac{15654.25 * 100}{920 * 2619} = 0.78 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}}$$

$$= \frac{6637.29}{0.381 * 86.8 * 2619} + 0.6 * 0.996 * \frac{15654.25 * 100}{920 * 2619} = 0.46 \leq 1 \text{ Válido}$$

5.4.3. COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL IZQUIERDO.

Ambos dinteles tienen perfiles diferentes y por tanto se calcularán por separado.

Para la comprobación a resistencia del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 7609.4 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 3240.61 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 45.9 cm² Área de la sección del perfil IPE-270.
- $W_{pl,y}$ = 484 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{3240.61 \text{ kg}}{45.9 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{7609.4 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{484 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.60 = 0.63 \leq 1 \text{ Válido}$$

5.4.4. COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL IZQUIERDO.

Para la comprobación a pandeo del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 7609.4 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 3588.18 kg Axil máximo.
- A = 45.9 cm² Área de la sección del perfil IPE-270.
- $W_{pl,y}$ = 484 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 11.2 cm Radio de giro IPE-270 respecto al eje y.
- i_z = 3.02 cm Radio de giro IPE-270 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calculan usando la longitud total del dintel y la separación entre riostras y se obtienen los siguientes valores.

- $\beta_y = 1.5$
- $\beta_z = 1$

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:

- Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{1268.8 * 1.5}{11.2} = 169.93$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{253.8 * 1}{3.02} = 84.04$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{169.93}{86.815} = 1.957$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{84.04}{86.815} = 0.968$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 1.957 \rightarrow \chi_y = 0.232$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 0.968 \rightarrow \chi_z = 0.617$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (1 - 0.2) * \frac{3588.18}{0.232 * 45.9 * 2619} \right] = 0.993$$

se utiliza el valor de 1 en vez de la esbeltez reducida en la fórmula al ser esta superior a 1)

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{3588.18}{0.232 * 45.9 * 2619} + 0.993 * \frac{7609.4 * 100}{484 * 2619} = 0.72 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}}$$

$$= \frac{3588.18}{0.617 * 45.9 * 2619} + 0.6 * 0.993 * \frac{7609.4 * 100}{484 * 2619} = 0.41 \leq 1 \text{ Válido}$$

5.4.5. COMPROBACIÓN RESISTENCIA DINTEL DERECHO.

Ambos dinteles tienen perfiles diferentes y por tanto se calcularán por separado.

Para la comprobación a resistencia del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15654.25 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 3772.05 kg Axil en la misma sección que el momento.
- A = 62.6 cm² Área de la sección del perfil IPE-330.
- $W_{pl,y}$ = 804 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{3772.05 \text{ kg}}{62.6 \text{ cm}^2 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{15654.25 \text{ kgm} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{804 \text{ cm}^3 * 2619 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.03 + 0.74$$

$$= 0.77 \leq 1 \text{ Válido}$$

5.4.6. COMPROBACIÓN PANDEO DINTEL DERECHO.

Para la comprobación a pandeo del dintel se necesitan los siguientes datos, obtenidos del SAP2000 y de prontuarios de perfiles:

- M_{Ed} = 15654.25 kgm Momento máximo.
- N_{Ed} = 3772.05 kg Axil máximo.
- A = 62.6 cm² Área de la sección del perfil IPE-330.
- $W_{pl,y}$ = 804 cm³ Momento resistente plástico.
- f_{yd} = 2619 kg/cm² Resistencia de cálculo, obtenida de dividir f_y por 1.05.
- i_y = 13.7 cm Radio de giro IPE-330 respecto al eje y.
- i_z = 3.55 cm Radio de giro IPE-330 respecto al eje z.

También es necesario el cálculo del coeficiente β de pandeo. Para ello se calculan usando la longitud total del dintel y la separación entre riostras y se obtienen los siguientes valores.

- $\beta_y = 1.5$
- $\beta_z = 1$

A continuación, se procede al cálculo de las esbelteces y esbelteces reducidas para la comprobación a pandeo.

- Esbelteces:

- Plano del pórtico:

$$\lambda_y = \frac{L_{K,y}}{i_y} = \frac{L_y * \beta_y}{i_y} = \frac{326.6 * 1.5}{13.7} = 35.76$$

- Plano lateral:

$$\lambda_z = \frac{L_{K,z}}{i_z} = \frac{L_z * \beta_z}{i_z} = \frac{253.8 * 1}{3.55} = 71.49$$

- Esbelteces reducidas:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{35.76}{86.815} = 0.412$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{71.49}{86.815} = 0.824$$

- Coeficiente reductor de pandeo:

- Plano del pórtico:

$$\bar{\lambda}_y = 0.412 \rightarrow \chi_y = 0.95$$

- Plano lateral:

$$\bar{\lambda}_z = 0.824 \rightarrow \chi_z = 0.71$$

$$C_{m,y} = 0.9$$

- Coeficiente k_{yy} :

$$k_{yy} = 0.9 * \left[1 + (0.412 - 0.2) * \frac{3772.05}{0.95 * 62.6 * 2619} \right] = 0.905$$

- Pandeo según eje y-y:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * A * f_{yd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} = \frac{3772.05}{0.95 * 62.6 * 2619} + 0.905 * \frac{15654.25 * 100}{804 * 2619} = 0.70 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Pandeo según eje z-z:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} &= \frac{N_{Ed}}{\chi_z * A * f_{yd}} + 0.6 * k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \\ &= \frac{3772.05}{0.71 * 62.6 * 2619} + 0.6 * 0.905 * \frac{15654.25 * 100}{804 * 2619} = 0.44 \leq 1 \text{ Válido} \end{aligned}$$

5.4.7. DIMENSIONADO BASES DE ANCLAJE.

- *Base de anclaje pilar HEA-260.*

- Dimensiones de la placa.

- a = 500 mm
- b = 400 mm
- t = 20 mm

$$c \leq \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{cd}}} * t = \sqrt{\frac{2619}{3 * 166.7}} * 20 = 2.29 * 20 = 45.8 \text{ mm}$$

$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d = a - d_1 = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$$

$$M_T = M_{Ed} + N_{Ed} * (d - a/2) = 12354 * 100 + 6637 * \left(45 - \frac{50}{2}\right) = 13681 * 10^2 \text{ kgcm}$$

- $n_c = 3$ Número de cartelas.
- $t_c = 1.4 \text{ cm}$ Espesor de las cartelas.
- $b_f = 26 \text{ cm}$ Ancho del ala del pilar HEA-260.
-

$$\begin{aligned} b_{ef} &= \min[n_c * (t_c + 2 * c); b_f + 2 * (t_c + c)] \\ &= \min[3 * (1.4 + 2 * 4.58); 26 + 2 * (1.4 + 4.58)] = \min[31.66; 37.95] \\ &= 31.66 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * M_T}{b_{ef} * f_{cd}}} \geq 0$$

$$x = 45 - \sqrt{45^2 - \frac{2 * 13681 * 10^2}{31.66 * 166.7}} = 6.182 \text{ cm}$$

$$T = b_{ef} * f_{cd} * x - N_{Ed} \geq 0$$

$$T = 31.66 * 166.7 * 6.182 - 6637 = 25990 \text{ kg}$$

- Pernos Soldados de viruta 4.6.
 - $\phi = 24 \text{ mm}$ Diámetro de los pernos.
 - $T_u = 0.85 * 10340 = 8789 \text{ kg}$ Resistencia del perno.
 - $n_p = 4$ Número de pernos.

- Comprobación pernos.

$$i_p = \frac{T}{n_p * T_u} = \frac{25990}{4 * 8789} = 0.74 \leq 1 \text{ Válido}$$

- Comprobación cartelas.

- $v = 12.5 \text{ cm}$ Vuelo de la cartela.
- $\alpha = 57.99^\circ$ Ángulo de la viga o codal equivalente.
- $h_c = 20 \text{ cm}$ Altura de las cartelas.

$$R = \frac{x_{cartela} * b_{ef} * f_{cd}}{n_c} = \frac{6.182 * 31.66 * 166.7}{3} = 10876 \text{ kg}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{0.03 * v}{t_c * \cos \alpha} = \frac{0.03 * 12.50}{1.40 * 0.53} = 0.51$$

$$\bar{\lambda} = 0.51 \rightarrow \chi = 0.84$$

$$\frac{2 * R}{\chi * t_c * v * \text{sen}^2 \alpha * f_{yd}} = \frac{2 * 10876}{0.84 * 1.4 * 12.5 * 0.85^2 * 2619} = 0.79 \leq 1 \text{ Válido}$$

5.4.8. RESUMEN RESULTADOS.

- Pilares.
 - HEA-260:
 - Resistencia: $0.68 \leq 1$ Válido
 - Esbeltez reducida y: $1.947 \leq 2$ Válido
 - Esbeltez reducida z: $1.318 \leq 2$ Válido
 - Pandeo eje y-y: $0.78 \leq 1$ Válido
 - Pandeo eje z-z: $0.46 \leq 1$ Válido
- Dinteles.
 - IPE-270:
 - Resistencia: $0.63 \leq 1$ Válido
 - Esbeltez reducida y: $1.957 \leq 2$ Válido
 - Esbeltez reducida z: $0.968 \leq 2$ Válido
 - Pandeo eje y-y: $0.72 \leq 1$ Válido
 - Pandeo eje z-z: $0.41 \leq 1$ Válido
 - IPE-330:
 - Resistencia: $0.77 \leq 1$ Válido
 - Esbeltez reducida y: $0.412 \leq 2$ Válido
 - Esbeltez reducida z: $0.824 \leq 2$ Válido
 - Pandeo eje y-y: $0.70 \leq 1$ Válido
 - Pandeo eje z-z: $0.44 \leq 1$ Válido
- Bases de anclaje.
 - HEA-260:
 - Pernos: $0.74 \leq 1$ Válido
 - Cartelas: $0.79 \leq 1$ Válido

ANEJO 3. CIMENTACIÓN

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	1
3.	DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS.....	1
4.	DIMENSIONADO ZAPATAS.....	2
4.1.	ZAPATA PÓRTICO PRINCIPAL.....	2
4.1.1.	CONDICIONES DE RIGIDEZ.....	3
4.1.2.	DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.....	3
4.1.3.	COMPROBACIÓN A VUELCO.....	4
4.1.4.	COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	4
4.1.5.	COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.....	5
4.1.6.	CÁLCULO DE LA ARMADURA.....	5
4.2.	ZAPATA ESTRUCTURA OFICINAS.....	7
4.2.1.	CONDICIONES DE RIGIDEZ.....	8
4.2.2.	DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.....	8
4.2.3.	COMPROBACIÓN A VUELCO.....	9
4.2.4.	COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	9
4.2.5.	COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.....	10
4.2.6.	CÁLCULO DE LA ARMADURA.....	10
4.3.	ZAPATA PILARES HASTIALES.....	12
4.3.1.	CONDICIONES DE RIGIDEZ.....	13
4.3.2.	DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.....	13
4.3.3.	COMPROBACIÓN A VUELCO.....	14
4.3.4.	COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	14
4.3.5.	COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.....	15
4.3.6.	CÁLCULO DE LA ARMADURA.....	15
4.4.	ZAPATA PÓRTICO PATIO.....	17
4.4.1.	CONDICIONES DE RIGIDEZ.....	18
4.4.2.	DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.....	18
4.4.3.	COMPROBACIÓN A VUELCO.....	19
4.4.4.	COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	19
4.4.5.	COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.....	20
4.4.6.	CÁLCULO DE LA ARMADURA.....	20
5.	SOLERA.....	22
5.1.	SOLERA DEPÓSITOS.....	22

5.1.1.	DIMENSIONADO DE ELEMENTO DE CONTACTO.	22
5.1.2.	DIMENSIONES DE LA SOLERA.	22
5.1.3.	DATOS DEL HORMIGÓN.	22
5.1.4.	RELACIONES MECÁNICAS ENTRE ELEMENTOS.	23
5.1.5.	CARGAS.	23
5.1.6.	COMPROBACIONES.	24
5.2.	SOLERA ELABORACIÓN.	25
5.2.1.	DIMENSIONADO DE ELEMENTO DE CONTACTO.	25
5.2.2.	DIMENSIONES DE LA SOLERA.	25
5.2.3.	DATOS DEL HORMIGÓN.	25
5.2.4.	RELACIONES MECÁNICAS ENTRE ELEMENTOS.	26
5.2.5.	CARGAS.	26
5.2.6.	COMPROBACIONES.	26

1. INTRODUCCIÓN

Para terminar la parte constructiva del proyecto se va a calcular las cimentaciones necesarias para cada tipo de pilar en toda la estructura. También se presentará el diseño y cálculo de dos soleras de hormigón proyectadas para la nave.

2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Para este proyecto no se ha realizado un informe geotécnico para la determinación de las propiedades del suelo. Las propiedades se han estimado en función de las características de la zona.

Se ha fijado el peso específico en 1800 kg/m^3 , el ángulo de deslizamiento en 30° , y la tensión admisible en 1.75 kg/cm^2 .

Para el cálculo de la solera se ha fijado un coeficiente de balasto de 8 kg/cm^3 .

3. DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS.

Cada tipo de zapata está sometida a distintos tipos de esfuerzos que les transmiten los pilares que soportan. A continuación, se presenta una relación de estos esfuerzos y el tipo de zapata al que afectan.

	<i>Pórtico Principal</i>	<i>Estructura Oficinas</i>	<i>Pilares Hastiales</i>	<i>Pórtico Patio</i>
<i>Axil (kg)</i>	11200	66679	4091	6637
<i>Momento (kgm)</i>	26919	2024	2498	12354
<i>Cortante (kg)</i>	10507	1360	1996	4334

Debido a la naturaleza irregular de algunas de estas estructuras, todas las zapatas del mismo tipo no reciben los mismos esfuerzos, por simplificar el cálculo se han utilizado los esfuerzos más limitantes en cada estructura para el cálculo de las zapatas.

4. DIMENSIONADO ZAPATAS.

4.1. ZAPATA PÓRTICO PRINCIPAL.

Para la zapata de los pilares del pórtico principal se han propuesto las siguientes dimensiones.

<i>DIMENSIONES</i>	
a (m)	3.8
a_0 (m)	0.6
b (m)	2.8
b_0 (m)	0.6
h (m)	0.8
H (m)	1.75

Donde:

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
a	Longitud de la zapata
a_0	Longitud del enano
b	Anchura de la zapata
b_0	Anchura del enano
h	Altura de la zapata
H	Altura del enano

Para determinar que estas dimensiones son correctas se han de realizar una serie de comprobaciones que garanticen la integridad de la estructura:

- Condición de rigidez.
- Determinación de los pesos a soportar.
- Comprobación a vuelco.
- Comprobación a deslizamiento.
- Comprobación de la transmisión de tensiones al suelo.
- Cálculo de la armadura necesaria.

Únicamente se considerará como correcta la zapata si cumple todos y cada uno de los puntos anteriores. Puesto que el dimensionado de este tipo de estructuras se trata de un cálculo iterativo solo se presentan los resultados obtenidos de la fórmula final escogida.

4.1.1. CONDICIONES DE RIGIDEZ.

En la determinación de la rigidez de la zapata se busca confirmar que la zapata sea rígida y no flexible. Para ello se busca que cumpla el siguiente requisito:

$$v \leq 2 * h$$
$$v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{3.8}{2} - \frac{0.6}{2} = 1.6 \text{ cm}$$
$$1.6 \leq 2 * 0.8 = 1.6 \text{ Válido}$$

Se confirma que la zapata es rígida al ser el vuelo igual que dos veces el canto.

4.1.2. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.

Para los siguientes pasos es necesario el cálculo de los pesos a los que está sometida la zapata:

- El peso propio de la zapata (P_z)
- El peso del enano (P_e)
- El peso del suelo sobre la zapata (P_s)

$$P_z = \rho_h * a * b * h$$
$$P_z = 2400 * 3.8 * 2.8 * 0.8 = 20428.8 \text{ kg}$$
$$P_e = \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_e = 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.8) = 820.8 \text{ kg}$$
$$P_s = \rho_s * a * b * (H - h) - \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_s = 1800 * 3.8 * 2.8 * (1.75 - 0.8) - 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.8) = 17373.6 \text{ kg}$$

Una vez calculados los distintos pesos se calcula el peso total al añadir el axil al que está sometida la zapata.

$$\sum N = N + P_e + P_z + P_s$$
$$\sum N = 11200 + 820.8 + 20428.8 + 17373.6 = 49823.2 \text{ kg}$$

4.1.3. COMPROBACIÓN A VUELCO.

La comprobación a vuelco consiste en comprobar que el sumatorio de los momentos desestabilizantes, multiplicado por el coeficiente de vuelco, no supera al sumatorio de los momentos estabilizantes.

$$\sum M_{desestabilizantes} = M + V * H$$
$$\sum M_{desestabilizantes} = 26919 + 10507 * 1.75 = 45306.25 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{estabilizantes} = \sum N * \frac{a}{2}$$
$$\sum M_{estabilizantes} = 49823.2 * \frac{3.8}{2} = 94664.08 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{desestabilizantes} * \gamma_{vuelco} \leq \sum M_{estabilizantes}$$
$$45306.25 * 2 = 90612.5 \leq 94664.08 \text{ Válido}$$

4.1.4. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.

La comprobación a deslizamiento consiste en comprobar que el sumatorio de las fuerzas desestabilizantes, multiplicadas por el coeficiente de deslizamiento, no superan al sumatorio de las fuerzas estabilizantes.

$$\sum F_{desestabilizantes} = V$$
$$\sum F_{desestabilizantes} = 10507 \text{ kg}$$
$$\sum F_{estabilizantes} = \sum N * \tan \delta$$
$$\delta = \frac{2}{3} * \Phi' = \frac{2}{3} * 30 = 20^\circ$$
$$\sum F_{estabilizantes} = 49823.2 * \tan 20 = 18134 \text{ kg}$$
$$\sum F_{desestabilizantes} * \gamma_{deslizamiento} \leq \sum F_{estabilizantes}$$
$$10507 * 1.5 = 15760.5 \leq 18134 \text{ Válido}$$

4.1.5. COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.

La comprobación de transmisión de tensiones al suelo consiste en comprobar que la tensión que se transmite al suelo mediante la zapata no sea superior a lo que este pueda soportar. Para ello primero se determina la excentricidad de los esfuerzos sobre la base del pilar.

$$e = \frac{\sum M_{desestabilizantes}}{\sum N} = \frac{45306.25}{49823.2} = 0.91 \text{ m}$$

A continuación, se determina el núcleo central de la zapata, la distancia a la cual se pueden considerar centrados o no los esfuerzos.

$$\text{Núcleo central (a)} = \frac{a}{6} = \frac{3.8}{6} = 0.63 \text{ m}$$

Puesto que la excentricidad es superior al límite del núcleo central se considera la situación como excentricidades grandes y se aplica la siguiente fórmula para determinar la tensión máxima.

$$\sigma_{max} = \frac{4}{3} * \frac{\sum N}{a - 2 * e} * \frac{1}{b} = \frac{4}{3} * \frac{49823.2}{3.8 - 2 * 0.91} * \frac{1}{2.8} = 11982 \text{ kg/m}^2 = 1.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$1.20 \leq 1.75 \text{ Válido}$$

4.1.6. CÁLCULO DE LA ARMADURA.

El último paso en el dimensionado de una zapata es el cálculo de la armadura pertinente a colocar para asegurar la integridad estructural de la misma. El primer paso para este cálculo es determinar el momento máximo y su lugar de aplicación.

$$L = v + 0.15 * a_0 = 1.6 + 0.15 * 0.6 = 1.69 \text{ cm}$$

$$M_{max} = \frac{\sigma_{max} * b * L^2}{2} = \frac{1.20 * 2.8 * 1.69^2}{2} = 47880.57 \text{ kgm}$$

$$M_d = M_{max} * \gamma_g = 47880.57 * 1.5 = 71820.86 \text{ kgm}$$

A continuación, se debe obtener el canto útil (d) de la zapata. Este se obtiene de restar a la altura de la zapata el recubrimiento mecánico (r), el cual tiene un valor de 5 cm.

$$d = h - r = 80 - 5 = 75 \text{ cm}$$

Una vez calculado el momento máximo y conocido el canto útil de la zapata se procede a escoger las barras de la armadura y a realizar sus comprobaciones. En este proyecto se ha escogido para todas las zapatas una armadura de barras de acero B-500S con un perfil según Código Estructural de 12 mm.

El primer paso es calcular las capacidades mecánicas del bloque comprimido (U_o) y del bloque traccionado (U_s).

$$U_o = 0.85 * b * d * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$U_o = 0.85 * 280 * 75 * \frac{250}{1.5} = 2975000 \text{ kg}$$

$$U_s = U_o * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{U_o * d}} \right) = 2975000 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 71820.86}{2975000 * 0.75}} \right) = 97354 \text{ kg}$$

A continuación, se calcula la capacidad mecánica de las barras escogidas.

$$U_{s\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \pi * \frac{1.2^2}{4} * \frac{5100}{1.15} = 5016 \text{ kg}$$

Finalmente se calcula el número de barras necesarias por la tensión a soportar.

$$n_{cal} = \frac{U_s}{U_{s\phi 12mm}} = \frac{97354}{5016} = 20 \text{ barras}$$

También es necesario determinar el número de barras por cuantías geométricas mínimas. Para ello se determina el área mínima de la zapata y el área de cada barra.

$$A_{min} = \frac{0.9}{1000} * b * h = \frac{0.9}{1000} * 280 * 80 = 20.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} = \pi * \frac{1.2^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$n_{cal} = \frac{A_{min}}{A_{\phi 12mm}} = \frac{20.16}{1.13} = 18 \text{ barras}$$

Se escoge el número mayor de los dos obtenidos al ser el más limitante y se procede a realizar la última comprobación. La separación entre barras no puede ser superior a 30 cm.

$$s = \frac{b - 2 * r}{n_{cal} - 1} = \frac{280 - 2 * 5}{20 - 1} = 14 \text{ cm}$$

$$14 \leq 30 \text{ Válido}$$

4.2. ZAPATA ESTRUCTURA OFICINAS.

Para la zapata de los pilares de la estructura de las oficinas se han propuesto las siguientes dimensiones.

<i>DIMENSIONES</i>	
a (m)	2.5
a_0 (m)	0.6
b (m)	2.5
b_0 (m)	0.6
h (m)	0.6
H (m)	1.75

Donde:

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
a	Longitud de la zapata
a_0	Longitud del enano
b	Anchura de la zapata
b_0	Anchura del enano
h	Altura de la zapata
H	Altura del enano

Para determinar que estas dimensiones son correctas se han de realizar una serie de comprobaciones que garanticen la integridad de la estructura:

- Condición de rigidez.
- Determinación de los pesos a soportar.
- Comprobación a vuelco.
- Comprobación a deslizamiento.
- Comprobación de la transmisión de tensiones al suelo.
- Cálculo de la armadura necesaria.

Únicamente se considerará como correcta la zapata si cumple todos y cada uno de los puntos anteriores. Puesto que el dimensionado de este tipo de estructuras se trata de un cálculo iterativo solo se presentan los resultados obtenidos de la fórmula final escogida.

4.2.1. CONDICIONES DE RIGIDEZ.

En la determinación de la rigidez de la zapata se busca confirmar que la zapata sea rígida y no flexible. Para ello se busca que cumpla el siguiente requisito:

$$v \leq 2 * h$$
$$v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2.5}{2} - \frac{0.6}{2} = 0.95 \text{ cm}$$
$$0.95 \leq 2 * 0.6 = 1.2 \text{ Válido}$$

Se confirma que la zapata es rígida al ser el vuelo igual que dos veces el canto.

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.

Para los siguientes pasos es necesario el cálculo de los pesos a los que está sometida la zapata:

- El peso propio de la zapata (P_z)
- El peso del enano (P_e)
- El peso del suelo sobre la zapata (P_s)

$$P_z = \rho_h * a * b * h$$
$$P_z = 2400 * 2.5 * 2.5 * 0.6 = 9000 \text{ kg}$$
$$P_e = \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_e = 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 993.6 \text{ kg}$$
$$P_s = \rho_s * a * b * (H - h) - \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_s = 1800 * 2.5 * 2.5 * (1.75 - 0.6) - 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 11943.9 \text{ kg}$$

Una vez calculados los distintos pesos se calcula el peso total al añadir el axil al que está sometida la zapata.

$$\sum N = N + P_e + P_z + P_s$$
$$\sum N = 66679 + 993.6 + 9000 + 11943.9 = 88616.5 \text{ kg}$$

4.2.3. COMPROBACIÓN A VUELCO.

La comprobación a vuelco consiste en comprobar que el sumatorio de los momentos desestabilizantes, multiplicado por el coeficiente de vuelco, no supera al sumatorio de los momentos estabilizantes.

$$\sum M_{desestabilizantes} = M + V * H$$
$$\sum M_{desestabilizantes} = 2024 + 1360 * 1.75 = 4404 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{estabilizantes} = \sum N * \frac{a}{2}$$
$$\sum M_{estabilizantes} = 88616.5 * \frac{2.5}{2} = 110770.625 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{desestabilizantes} * \gamma_{vuelco} \leq \sum M_{estabilizantes}$$
$$4404 * 2 = 8808 \leq 110770.625 \text{ Válido}$$

4.2.4. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.

La comprobación a deslizamiento consiste en comprobar que el sumatorio de las fuerzas desestabilizantes, multiplicadas por el coeficiente de deslizamiento, no superan al sumatorio de las fuerzas estabilizantes.

$$\sum F_{desestabilizantes} = V$$
$$\sum F_{desestabilizantes} = 1360 \text{ kg}$$
$$\sum F_{estabilizantes} = \sum N * \tan \delta$$
$$\delta = \frac{2}{3} * \Phi' = \frac{2}{3} * 30 = 20^\circ$$
$$\sum F_{estabilizantes} = 88616.5 * \tan 20 = 32254 \text{ kg}$$
$$\sum F_{desestabilizantes} * \gamma_{deslizamiento} \leq \sum F_{estabilizantes}$$
$$1360 * 1.5 = 2040 \leq 32254 \text{ Válido}$$

4.2.5. COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.

La comprobación de transmisión de tensiones al suelo consiste en comprobar que la tensión que se transmite al suelo mediante la zapata no sea superior a lo que este pueda soportar. Para ello primero se determina la excentricidad de los esfuerzos sobre la base del pilar.

$$e = \frac{\sum M_{desestabilizantes}}{\sum N} = \frac{4404}{88616.5} = 0.05 \text{ m}$$

A continuación, se determina el núcleo central de la zapata, la distancia a la cual se pueden considerar centrados o no los esfuerzos.

$$\text{Núcleo central (a)} = \frac{a}{6} = \frac{2.5}{6} = 0.42 \text{ m}$$

Puesto que la excentricidad es muy inferior al límite del núcleo central se considera la situación como excentricidades pequeñas y se aplica la siguiente fórmula para determinar la tensión máxima.

$$\sigma_{max} = \frac{\sum N}{a * b} * \left(1 + \frac{6 * e}{a}\right) = \frac{88616.5}{2.5 * 2.5} * \left(1 + \frac{6 * 0.05}{2.5}\right) = 15880 \text{ kg/m}^2 = 1.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$1.59 \leq 1.75 \text{ Válido}$$

4.2.6. CÁLCULO DE LA ARMADURA.

El último paso en el dimensionado de una zapata es el cálculo de la armadura pertinente a colocar para asegurar la integridad estructural de la misma. El primer paso para este cálculo es determinar el momento máximo y su lugar de aplicación.

$$L = v + 0.15 * a_0 = 0.95 + 0.15 * 0.6 = 1.04 \text{ cm}$$

$$M_{max} = \frac{\sigma_{max} * b * L^2}{2} = \frac{1.59 * 2.5 * 1.04^2}{2} = 21455.94 \text{ kgm}$$

$$M_d = M_{max} * \gamma_g = 21455.94 * 1.5 = 32183.91 \text{ kgm}$$

A continuación, se debe obtener el canto útil (d) de la zapata. Este se obtiene de restar a la altura de la zapata el recubrimiento mecánico (r), el cual tiene un valor de 5 cm.

$$d = h - r = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Una vez calculado el momento máximo y conocido el canto útil de la zapata se procede a escoger las barras de la armadura y a realizar sus comprobaciones. En este proyecto se ha escogido para todas las zapatas una armadura de barras de acero B-500S con un perfil según Código Estructural de 12 mm.

El primer paso es calcular las capacidades mecánicas del bloque comprimido (U_o) y del bloque traccionado (U_s).

$$U_o = 0.85 * b * d * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$U_o = 0.85 * 250 * 55 * \frac{250}{1.5} = 1947917 \text{ kg}$$

$$U_s = U_o * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{U_o * d}} \right) = 1947917 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 32183.91}{1947917 * 0.55}} \right) = 59423 \text{ kg}$$

A continuación, se calcula la capacidad mecánica de las barras escogidas.

$$U_{s\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \pi * \frac{1.2^2}{4} * \frac{5100}{1.15} = 5016 \text{ kg}$$

Finalmente se calcula el número de barras necesarias por la tensión a soportar.

$$n_{cal} = \frac{U_s}{U_{s\phi 12mm}} = \frac{59423}{5016} = 12 \text{ barras}$$

También es necesario determinar el número de barras por cuantías geométricas mínimas. Para ello se determina el área mínima de la zapata y el área de cada barra.

$$A_{min} = \frac{0.9}{1000} * b * h = \frac{0.9}{1000} * 250 * 60 = 13.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} = \pi * \frac{1.2^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$n_{cal} = \frac{A_{min}}{A_{\phi 12mm}} = \frac{13.5}{1.13} = 12 \text{ barras}$$

Se escoge el número mayor de los dos obtenidos al ser el más limitante y se procede a realizar la última comprobación. La separación entre barras no puede ser superior a 30 cm.

$$s = \frac{b - 2 * r}{n_{cal} - 1} = \frac{250 - 2 * 5}{12 - 1} = 21 \text{ cm}$$

$$21 \leq 30 \text{ Válido}$$

4.3. ZAPATA PILARES HASTIALES.

Para la zapata de los pilares hastiales de la nave se han propuesto las siguientes dimensiones.

<i>DIMENSIONES</i>	
a (m)	2
a_0 (m)	0.6
b (m)	1.5
b_0 (m)	0.6
h (m)	0.6
H (m)	1.75

Donde:

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
a	Longitud de la zapata
a_0	Longitud del enano
b	Anchura de la zapata
b_0	Anchura del enano
h	Altura de la zapata
H	Altura del enano

Para determinar que estas dimensiones son correctas se han de realizar una serie de comprobaciones que garanticen la integridad de la estructura:

- Condición de rigidez.
- Determinación de los pesos a soportar.
- Comprobación a vuelco.
- Comprobación a deslizamiento.
- Comprobación de la transmisión de tensiones al suelo.
- Cálculo de la armadura necesaria.

Únicamente se considerará como correcta la zapata si cumple todos y cada uno de los puntos anteriores. Puesto que el dimensionado de este tipo de estructuras se trata de un cálculo iterativo solo se presentan los resultados obtenidos de la fórmula final escogida.

4.3.1. CONDICIONES DE RIGIDEZ.

En la determinación de la rigidez de la zapata se busca confirmar que la zapata sea rígida y no flexible. Para ello se busca que cumpla el siguiente requisito:

$$v \leq 2 * h$$
$$v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2}{2} - \frac{0.6}{2} = 0.7 \text{ cm}$$
$$0.95 \leq 2 * 0.6 = 1.2 \text{ Válido}$$

Se confirma que la zapata es rígida al ser el vuelo igual que dos veces el canto.

4.3.2. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.

Para los siguientes pasos es necesario el cálculo de los pesos a los que está sometida la zapata:

- El peso propio de la zapata (P_z)
- El peso del enano (P_e)
- El peso del suelo sobre la zapata (P_s)

$$P_z = \rho_h * a * b * h$$
$$P_z = 2400 * 2 * 1.5 * 0.6 = 4320 \text{ kg}$$
$$P_e = \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_e = 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 993.6 \text{ kg}$$
$$P_s = \rho_s * a * b * (H - h) - \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$
$$P_s = 1800 * 2 * 1.5 * (1.75 - 0.6) - 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 5216.4 \text{ kg}$$

Una vez calculados los distintos pesos se calcula el peso total al añadir el axil al que está sometida la zapata.

$$\sum N = N + P_e + P_z + P_s$$
$$\sum N = 4091 + 993.6 + 4320 + 5216.4 = 14621 \text{ kg}$$

4.3.3. COMPROBACIÓN A VUELCO.

La comprobación a vuelco consiste en comprobar que el sumatorio de los momentos desestabilizantes, multiplicado por el coeficiente de vuelco, no supera al sumatorio de los momentos estabilizantes.

$$\sum M_{desestabilizantes} = M + V * H$$
$$\sum M_{desestabilizantes} = 2498 + 1996 * 1.75 = 5991 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{estabilizantes} = \sum N * \frac{a}{2}$$
$$\sum M_{estabilizantes} = 14621 * \frac{2}{2} = 14621 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{desestabilizantes} * \gamma_{vuelco} \leq \sum M_{estabilizantes}$$
$$5991 * 2 = 11982 \leq 14621 \text{ Válido}$$

4.3.4. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.

La comprobación a deslizamiento consiste en comprobar que el sumatorio de las fuerzas desestabilizantes, multiplicadas por el coeficiente de deslizamiento, no superan al sumatorio de las fuerzas estabilizantes.

$$\sum F_{desestabilizantes} = V$$
$$\sum F_{desestabilizantes} = 1996 \text{ kg}$$
$$\sum F_{estabilizantes} = \sum N * \tan \delta$$
$$\delta = \frac{2}{3} * \Phi' = \frac{2}{3} * 30 = 20^\circ$$
$$\sum F_{estabilizantes} = 14621 * \tan 20 = 5322 \text{ kg}$$
$$\sum F_{desestabilizantes} * \gamma_{deslizamiento} \leq \sum F_{estabilizantes}$$
$$1996 * 1.5 = 2994 \leq 5322 \text{ Válido}$$

4.3.5. COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.

La comprobación de transmisión de tensiones al suelo consiste en comprobar que la tensión que se transmite al suelo mediante la zapata no sea superior a lo que este pueda soportar. Para ello primero se determina la excentricidad de los esfuerzos sobre la base del pilar.

$$e = \frac{\sum M_{desestabilizantes}}{\sum N} = \frac{5991}{14621} = 0.41 \text{ m}$$

A continuación, se determina el núcleo central de la zapata, la distancia a la cual se pueden considerar centrados o no los esfuerzos.

$$\text{Núcleo central } (a) = \frac{a}{6} = \frac{2}{6} = 0.33 \text{ m}$$

Puesto que la excentricidad es superior al límite del núcleo central se considera la situación como excentricidades grandes y se aplica la siguiente fórmula para determinar la tensión máxima.

$$\sigma_{max} = \frac{4}{3} * \frac{\sum N}{a - 2 * e} * \frac{1}{b} = \frac{4}{3} * \frac{14621}{2 - 2 * 0.41} * \frac{1}{1.5} = 110014 \text{ kg/m}^2 = 1.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$1.10 \leq 1.75 \text{ Válido}$$

4.3.6. CÁLCULO DE LA ARMADURA.

El último paso en el dimensionado de una zapata es el cálculo de la armadura pertinente a colocar para asegurar la integridad estructural de la misma. El primer paso para este cálculo es determinar el momento máximo y su lugar de aplicación.

$$L = v + 0.15 * a_0 = 0.70 + 0.15 * 0.6 = 0.79 \text{ cm}$$

$$M_{max} = \frac{\sigma_{max} * b * L^2}{2} = \frac{1.10 * 1.5 * 0.79^2}{2} = 5153.19 \text{ kgm}$$

$$M_d = M_{max} * \gamma_g = 5153.19 * 1.5 = 7729.79 \text{ kgm}$$

A continuación, se debe obtener el canto útil (d) de la zapata. Este se obtiene de restar a la altura de la zapata el recubrimiento mecánico (r), el cual tiene un valor de 5 cm.

$$d = h - r = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Una vez calculado el momento máximo y conocido el canto útil de la zapata se procede a escoger las barras de la armadura y a realizar sus comprobaciones. En este proyecto se ha escogido para todas las zapatas una armadura de barras de acero B-500S con un perfil según Código Estructural de 12 mm.

El primer paso es calcular las capacidades mecánicas del bloque comprimido (U_o) y del bloque traccionado (U_s).

$$U_o = 0.85 * b * d * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$U_o = 0.85 * 150 * 55 * \frac{250}{1.5} = 1168750 \text{ kg}$$

$$U_s = U_o * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{U_o * d}} \right) = 1168750 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 7729.79}{1168750 * 0.55}} \right) = 14140 \text{ kg}$$

A continuación, se calcula la capacidad mecánica de las barras escogidas.

$$U_{s\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \pi * \frac{1.2^2}{4} * \frac{5100}{1.15} = 5016 \text{ kg}$$

Finalmente se calcula el número de barras necesarias por la tensión a soportar.

$$n_{cal} = \frac{U_s}{U_{s\phi 12mm}} = \frac{14140}{5016} = 3 \text{ barras}$$

También es necesario determinar el número de barras por cuantías geométricas mínimas. Para ello se determina el área mínima de la zapata y el área de cada barra.

$$A_{min} = \frac{0.9}{1000} * b * h = \frac{0.9}{1000} * 150 * 60 = 8.1 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} = \pi * \frac{1.2^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$n_{cal} = \frac{A_{min}}{A_{\phi 12mm}} = \frac{8.1}{1.13} = 8 \text{ barras}$$

Se escoge el número mayor de los dos obtenidos al ser el más limitante y se procede a realizar la última comprobación. La separación entre barras no puede ser superior a 30 cm.

$$s = \frac{b - 2 * r}{n_{cal} - 1} = \frac{150 - 2 * 5}{8 - 1} = 20 \text{ cm}$$

$$20 \leq 30 \text{ Válido}$$

4.4. ZAPATA PÓRTICO PATIO.

Para la zapata de los pilares del pórtico del patio de recepción se han propuesto las siguientes dimensiones.

<i>DIMENSIONES</i>	
a (m)	2.75
a_0 (m)	0.6
b (m)	2.5
b_0 (m)	0.6
h (m)	0.6
H (m)	1.75

Donde:

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
a	Longitud de la zapata
a_0	Longitud del enano
b	Anchura de la zapata
b_0	Anchura del enano
h	Altura de la zapata
H	Altura del enano

Para determinar que estas dimensiones son correctas se han de realizar una serie de comprobaciones que garanticen la integridad de la estructura:

- Condición de rigidez.
- Determinación de los pesos a soportar.
- Comprobación a vuelco.
- Comprobación a deslizamiento.
- Comprobación de la transmisión de tensiones al suelo.
- Cálculo de la armadura necesaria.

Únicamente se considerará como correcta la zapata si cumple todos y cada uno de los puntos anteriores. Puesto que el dimensionado de este tipo de estructuras se trata de un cálculo iterativo solo se presentan los resultados obtenidos de la fórmula final escogida.

4.4.1. CONDICIONES DE RIGIDEZ.

En la determinación de la rigidez de la zapata se busca confirmar que la zapata sea rígida y no flexible. Para ello se busca que cumpla el siguiente requisito:

$$v \leq 2 * h$$
$$v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2.75}{2} - \frac{0.6}{2} = 1.08 \text{ cm}$$
$$1.08 \leq 2 * 0.6 = 1.2 \text{ Válido}$$

Se confirma que la zapata es rígida al ser el vuelo igual que dos veces el canto.

4.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS.

Para los siguientes pasos es necesario el cálculo de los pesos a los que está sometida la zapata:

- El peso propio de la zapata (P_z)
- El peso del enano (P_e)
- El peso del suelo sobre la zapata (P_s)

$$P_z = \rho_h * a * b * h$$

$$P_z = 2400 * 2.75 * 2.5 * 0.6 = 9900 \text{ kg}$$

$$P_e = \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$

$$P_e = 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 993.6 \text{ kg}$$

$$P_s = \rho_s * a * b * (H - h) - \rho_h * a_0 * b_0 * (H - h)$$

$$P_s = 1800 * 2.75 * 2.5 * (1.75 - 0.6) - 2400 * 0.6 * 0.6 * (1.75 - 0.6) = 13237.65 \text{ kg}$$

Una vez calculados los distintos pesos se calcula el peso total al añadir el axil al que está sometida la zapata.

$$\sum N = N + P_e + P_z + P_s$$

$$\sum N = 6637 + 993.6 + 9900 + 13237.65 = 30768.25 \text{ kg}$$

4.4.3. COMPROBACIÓN A VUELCO.

La comprobación a vuelco consiste en comprobar que el sumatorio de los momentos desestabilizantes, multiplicado por el coeficiente de vuelco, no supera al sumatorio de los momentos estabilizantes.

$$\sum M_{desestabilizantes} = M + V * H$$
$$\sum M_{desestabilizantes} = 12354 + 4334 * 1.75 = 19938.5 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{estabilizantes} = \sum N * \frac{a}{2}$$
$$\sum M_{estabilizantes} = 30768.25 * \frac{2.75}{2} = 42306.34 \text{ kgm}$$

$$\sum M_{desestabilizantes} * \gamma_{vuelco} \leq \sum M_{estabilizantes}$$
$$19938.5 * 2 = 39877 \leq 42306.34 \text{ Válido}$$

4.4.4. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.

La comprobación a deslizamiento consiste en comprobar que el sumatorio de las fuerzas desestabilizantes, multiplicadas por el coeficiente de deslizamiento, no superan al sumatorio de las fuerzas estabilizantes.

$$\sum F_{desestabilizantes} = V$$
$$\sum F_{desestabilizantes} = 4334 \text{ kg}$$
$$\sum F_{estabilizantes} = \sum N * \tan \delta$$
$$\delta = \frac{2}{3} * \Phi' = \frac{2}{3} * 30 = 20^\circ$$
$$\sum F_{estabilizantes} = 30768.25 * \tan 20 = 11199 \text{ kg}$$
$$\sum F_{desestabilizantes} * \gamma_{deslizamiento} \leq \sum F_{estabilizantes}$$
$$4334 * 1.5 = 6501 \leq 11199 \text{ Válido}$$

4.4.5. COMPROBACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE TENSIONES AL SUELO.

La comprobación de transmisión de tensiones al suelo consiste en comprobar que la tensión que se transmite al suelo mediante la zapata no sea superior a lo que este pueda soportar. Para ello primero se determina la excentricidad de los esfuerzos sobre la base del pilar.

$$e = \frac{\sum M_{desestabilizantes}}{\sum N} = \frac{19938.5}{30768.25} = 0.65 \text{ m}$$

A continuación, se determina el núcleo central de la zapata, la distancia a la cual se pueden considerar centrados o no los esfuerzos.

$$\text{Núcleo central (a)} = \frac{a}{6} = \frac{2.75}{6} = 0.46 \text{ m}$$

Puesto que la excentricidad es superior al límite del núcleo central se considera la situación como excentricidades grandes y se aplica la siguiente fórmula para determinar la tensión máxima.

$$\sigma_{max} = \frac{4}{3} * \frac{\sum N}{a - 2 * e} * \frac{1}{b} = \frac{4}{3} * \frac{30768.25}{2.75 - 2 * 0.65} * \frac{1}{2.5} = 11317 \text{ kg/m}^2 = 1.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$1.13 \leq 1.75 \text{ Válido}$$

4.4.6. CÁLCULO DE LA ARMADURA.

El último paso en el dimensionado de una zapata es el cálculo de la armadura pertinente a colocar para asegurar la integridad estructural de la misma. El primer paso para este cálculo es determinar el momento máximo y su lugar de aplicación.

$$L = v + 0.15 * a_0 = 1.08 + 0.15 * 0.6 = 1.165 \text{ cm}$$

$$M_{max} = \frac{\sigma_{max} * b * L^2}{2} = \frac{1.13 * 2.5 * 1.165^2}{2} = 19147.5 \text{ kgm}$$

$$M_d = M_{max} * \gamma_g = 19147.5 * 1.5 = 28721.25 \text{ kgm}$$

A continuación, se debe obtener el canto útil (d) de la zapata. Este se obtiene de restar a la altura de la zapata el recubrimiento mecánico (r), el cual tiene un valor de 5 cm.

$$d = h - r = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

Una vez calculado el momento máximo y conocido el canto útil de la zapata se procede a escoger las barras de la armadura y a realizar sus comprobaciones. En este proyecto se ha escogido para todas las zapatas una armadura de barras de acero B-500S con un perfil según Código Estructural de 12 mm.

El primer paso es calcular las capacidades mecánicas del bloque comprimido (U_o) y del bloque traccionado (U_s).

$$U_o = 0.85 * b * d * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$U_o = 0.85 * 250 * 55 * \frac{250}{1.5} = 1947917 \text{ kg}$$

$$U_s = U_o * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{U_o * d}} \right) = 1947917 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 28721.25}{1947917 * 0.55}} \right) = 52940 \text{ kg}$$

A continuación, se calcula la capacidad mecánica de las barras escogidas.

$$U_{s\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \pi * \frac{1.2^2}{4} * \frac{5100}{1.15} = 5016 \text{ kg}$$

Finalmente se calcula el número de barras necesarias por la tensión a soportar.

$$n_{cal} = \frac{U_s}{U_{s\phi 12mm}} = \frac{52940}{5016} = 11 \text{ barras}$$

También es necesario determinar el número de barras por cuantías geométricas mínimas. Para ello se determina el área mínima de la zapata y el área de cada barra.

$$A_{min} = \frac{0.9}{1000} * b * h = \frac{0.9}{1000} * 250 * 60 = 13.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi 12mm} = \pi * \frac{\phi^2}{4} = \pi * \frac{1.2^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$n_{cal} = \frac{A_{min}}{A_{\phi 12mm}} = \frac{13.5}{1.13} = 12 \text{ barras}$$

Se escoge el número mayor de los dos obtenidos al ser el más limitante y se procede a realizar la última comprobación. La separación entre barras no puede ser superior a 30 cm.

$$s = \frac{b - 2 * r}{n_{cal} - 1} = \frac{250 - 2 * 5}{12 - 1} = 21 \text{ cm}$$

$$21 \leq 30 \text{ Válido}$$

5. SOLERA.

En este proyecto debido al gran peso que tienen que soportar la sala de depósitos y la sala de elaboración se ha propuesto la colocación de soleras de hormigón. Puesto que los pesos a soportar son muy diferentes inicialmente se han proyectado dos soleras diferentes para ahorrar en costes, pero como se podrá observar en los cálculos se ha colocado finalmente la misma solera en ambas salas.

Como ya se ha indicado anteriormente se ha fijado un coeficiente de balasto al suelo de 8 kg/cm^3 .

Para el cálculo y dimensionado de las soleras se han hecho servir las fórmulas de Westergaard modificadas.

5.1. SOLERA DEPÓSITOS.

5.1.1. DIMENSIONADO DE ELEMENTO DE CONTACTO.

Para el dimensionado de la solera primero se han de determinar las dimensiones de cada uno de los elementos de contacto. En el caso de la sala de depósitos el elemento de contacto son los propios depósitos. Depósitos cilíndricos de 3 m de diámetro con capacidad para 32000L.

Puesto que los depósitos son cilíndricos no hace falta calcular la superficie circular equivalente.

$$a = 150 \text{ cm}$$

5.1.2. DIMENSIONES DE LA SOLERA.

Para la solera de la sala de depósitos se ha propuesto un espesor de 15 cm o 150 mm.

5.1.3. DATOS DEL HORMIGÓN.

Para esta solera se ha decidido utilizar hormigón HM-25 cuyas propiedades son las siguientes:

- Resistencia característica a compresión (f_{ck}).

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a compresión (f_{cm}).

$$f_{cm} = 33 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de deformación longitudinal secante (E_{cm}).

$$E_{cm} = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm}} = 8500 * \sqrt[3]{33} = 27264.04 \text{ N/mm}^2 = 272640.42 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a tracción ($f_{ct,m}$).

$$f_{ct,m} = 0.3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0.3 * \sqrt[3]{25^2} = 2.56 \text{ N/mm}^2 = 25.65 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a flexotracción ($f_{ct,fl}$) según la norma española Código Estructural.

$$f_{ct,fl} = \left(1.6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m} \geq f_{ct,m}$$

$$f_{ct,fl} = \left(1.6 - \frac{150}{1000}\right) * 2.56 = 3.72 \geq 2.56 \text{ Válido}$$

- Resistencia media a flexotracción ($f_{ct,fl}$) según la norma británica TR-34.

$$f_{ct,fl} = 0.393 * f_{ck}^{\frac{2}{3}}$$

$$f_{ct,fl} = 0.393 * 25^{\frac{2}{3}} = 3.36 \text{ N/mm}^2 = 33.6 \text{ kg/cm}^2$$

5.1.4. RELACIONES MECÁNICAS ENTRE ELEMENTOS.

Para obtener la relación mecánica existente entre los elementos es necesario calcular el radio de rigidez relativo mediante la siguiente fórmula. Se ha utilizado el coeficiente de poisson con valor 0.2.

$$l = \left[\frac{E_{cm}}{12} * \frac{h^3}{(1 - \mu^2) * k} \right]^{0.25} = \left[\frac{272640.42}{12} * \frac{15^3}{(1 - 0.2^2) * 8} \right]^{0.25} = 56.21 \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{1.6 * a^2 + h^2} - 0.675 * h = \sqrt{1.6 * 150^2 + 15^2} - 0.675 * 15 = 180.20 \text{ cm}$$

5.1.5. CARGAS.

Para las cargas sobre la solera se ha considerado el peso del depósito lleno, 32000 kg.

5.1.6. COMPROBACIONES.

Para comprobar que la solera dimensionada es válida se deben calcular las flexotracciones debidas a una carga puntual interior, a una carga en el centro del borde y a una carga en esquina. Luego utilizando el valor más alto de estos tres casos se calcula el coeficiente de seguridad y se comprueba que sobrepase 1.5.

- Flexotracción carga punto interior.

$$\sigma_i = 0.275 * (1 + \mu) * \frac{P}{h^2} * \left[\log\left(\frac{E_{cm} * h^3}{k * r^4}\right) - 54.54 * \left(\frac{l}{5 * l}\right)^2 * 0.2 \right]$$

$$\begin{aligned} \sigma_i &= 0.275 * (1 + 0.2) * \frac{32000}{15^2} * \left[\log\left(\frac{272640.42 * 15^3}{8 * 180.20^4}\right) - 54.54 * \left(\frac{56.21}{5 * 56.21}\right)^2 * 0.2 \right] \\ &= -65.64 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Flexotracción carga centro del borde.

$$\sigma_b = 0.529 * (1 + 0.548 * \mu) * \frac{P}{h^2} * \left[\log\left(\frac{E_{cm} * h^3}{k * r^4}\right) + \log\left(\frac{r}{1 - \mu^2}\right) - 1.0792 \right]$$

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 0.529 * (1 + 0.548 * 0.2) * \frac{32000}{15^2} \\ &* \left[\log\left(\frac{272640.42 * 15^3}{8 * 180.20^4}\right) + \log\left(\frac{180.20}{1 - 0.2^2}\right) - 1.0792 \right] = 19.37 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Flexotracción carga esquina.

$$\sigma_e = \frac{3 * P}{h^2} * \left[1 - \left(\frac{a * \sqrt{2}}{l}\right)^{1.2} \right]$$

$$\sigma_e = \frac{3 * 32000}{15^2} * \left[1 - \left(\frac{150 * \sqrt{2}}{56.21}\right)^{1.2} \right] = -1673.33 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente calculamos el coeficiente de seguridad dividiendo la resistencia media a flexotracción según norma británica (al ser más limitante que la española) por el valor superior de los 3 obtenidos al ser el más limitante.

$$\text{coeficiente de seguridad} = \frac{f_{ct,fl}}{\sigma_b} = \frac{33.6}{19.37} = 1.73$$

Al ser superior a 1.5 se da por válido el coeficiente, y, por tanto, la solera.

5.2. SOLERA ELABORACIÓN.

5.2.1. DIMENSIONADO DE ELEMENTO DE CONTACTO.

Para el dimensionado de la solera primero se han de determinar las dimensiones de cada uno de los elementos de contacto. En el caso de la sala de elaboración se ha considerado el elemento más pesado y voluminoso, las termobatidoras. Puesto que tienen forma irregular se ha estimado un lado de 270 cm, siendo el área del cuadrado equivalente de 72900 cm².

Finalmente se calcula el radio del área circular equivalente.

$$a = \sqrt{\frac{72900}{\pi}} = 152.33 \text{ cm}$$

5.2.2. DIMENSIONES DE LA SOLERA.

Para la solera de la sala de elaboración se ha propuesto un espesor de 15 cm o 150 mm al ser el mínimo espesor de solera recomendable. Como podrá observarse durante las comprobaciones la solera trabaja holgadamente.

5.2.3. DATOS DEL HORMIGÓN.

Para esta solera se ha decidido utilizar hormigón HM-25 cuyas propiedades son las siguientes:

- Resistencia característica a compresión (f_{ck}).

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a compresión (f_{cm}).

$$f_{cm} = 33 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de deformación longitudinal secante (E_{cm}).

$$E_{cm} = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm}} = 8500 * \sqrt[3]{33} = 27264.04 \text{ N/mm}^2 = 272640.42 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a tracción ($f_{ct,m}$).

$$f_{ct,m} = 0.3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0.3 * \sqrt[3]{25^2} = 2.56 \text{ N/mm}^2 = 25.65 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia media a flexotracción ($f_{ct,fl}$) según la norma española Código Estructural.

$$f_{ct,fl} = \left(1.6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m} \geq f_{ct,m}$$

$$f_{ct,fl} = \left(1.6 - \frac{150}{1000}\right) * 2.56 = 3.72 \geq 2.56 \text{ Válido}$$

- Resistencia media a flexotracción ($f_{ct,fl}$) según la norma británica TR-34.

$$f_{ct,fl} = 0.393 * f_{ck}^{\frac{2}{3}}$$

$$f_{ct,fl} = 0.393 * 25^{\frac{2}{3}} = 3.36 \text{ N/mm}^2 = 33.6 \text{ kg/cm}^2$$

5.2.4. RELACIONES MECÁNICAS ENTRE ELEMENTOS.

Para obtener la relación mecánica existente entre los elementos es necesario calcular el radio de rigidez relativo mediante la siguiente fórmula. Se ha utilizado el coeficiente de poisson con valor 0.2.

$$l = \left[\frac{E_{cm}}{12} * \frac{h^3}{(1 - \mu^2) * k} \right]^{0.25} = \left[\frac{272640.42}{12} * \frac{15^3}{(1 - 0.2^2) * 8} \right]^{0.25} = 56.21 \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{1.6 * a^2 + h^2} - 0.675 * h = \sqrt{1.6 * 152.33^2 + 15^2} - 0.675 * 15 = 183.14 \text{ cm}$$

5.2.5. CARGAS.

Para las cargas sobre la solera se ha considerado el peso de la termobatidora, 11000 kg.

5.2.6. COMPROBACIONES.

Para comprobar que la solera dimensionada es válida se deben calcular las flexotensiones debidas a una carga puntual interior, a una carga en el centro del borde y a una carga en esquina. Luego utilizando el valor más alto de estos tres casos se calcula el coeficiente de seguridad y se comprueba que sobrepase 1.5.

- Flexotracción carga punto interior.

$$\sigma_i = 0.275 * (1 + \mu) * \frac{P}{h^2} * \left[\log \left(\frac{E_{cm} * h^3}{k * r^4} \right) - 54.54 * \left(\frac{l}{5 * l} \right)^2 * 0.2 \right]$$

$$\sigma_i = 0.275 * (1 + 0.2) * \frac{11000}{15^2} * \left[\log \left(\frac{272640.42 * 15^3}{8 * 183.14^4} \right) - 54.54 * \left(\frac{56.21}{5 * 56.21} \right)^2 * 0.2 \right]$$

$$= -23.02 \text{ kg/cm}^2$$

- Flexotracción carga centro del borde.

$$\sigma_b = 0.529 * (1 + 0.548 * \mu) * \frac{P}{h^2} * \left[\log \left(\frac{E_{cm} * h^3}{k * r^4} \right) + \log \left(\frac{r}{1 - \mu^2} \right) - 1.0792 \right]$$

$$\sigma_b = 0.529 * (1 + 0.548 * 0.2) * \frac{11000}{15^2}$$

$$* \left[\log \left(\frac{272640.42 * 15^3}{8 * 183.14^4} \right) + \log \left(\frac{183.14}{1 - 0.2^2} \right) - 1.0792 \right] = 6.05 \text{ kg/cm}^2$$

- Flexotracción carga esquina.

$$\sigma_e = \frac{3 * P}{h^2} * \left[1 - \left(\frac{a * \sqrt{2}}{l} \right)^{1.2} \right]$$

$$\sigma_e = \frac{3 * 11000}{15^2} * \left[1 - \left(\frac{152.33 * \sqrt{2}}{56.21} \right)^{1.2} \right] = -588.69 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente calculamos el coeficiente de seguridad dividiendo la resistencia media a flexotracción según norma británica (al ser más limitante que la española) por el valor superior de los 3 obtenidos al ser el más limitante.

$$\text{coeficiente de seguridad} = \frac{f_{ct,fl}}{\sigma_b} = \frac{33.6}{6.05} = 5.55$$

Se puede observar que el coeficiente de seguridad es muy superior al mínimo de 1.5, pero al tener la solera un espesor de 15 cm no se recomienda reducirla más.

ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CÁLCULO DE LA RED.....	1
2.1.	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	7
2.1.	CUADRO SECUNDARIO 1.....	17
2.2.	CUADRO SECUNDARIO 2.....	26
2.3.	CUADRO SECUNDARIO 3.....	34
2.4.	CUADRO SECUNDARIO 4.....	41
2.5.	CUADRO SECUNDARIO 5.....	47
2.6.	RESUMEN DE RESULTADOS.....	55
3.	CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	59
3.1.	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	59
3.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	59
3.3.	CORTOCIRCUITOS.....	60
3.3.1.	Observaciones.....	60
3.3.2.	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.....	60
3.3.3.	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.....	61
3.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	61
3.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	61
3.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.....	62
3.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	62
3.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.....	62
3.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	62
3.6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	63
3.7.	DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	63
3.8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	64
3.8.1.	Investigación de las características del suelo.....	64
3.8.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.....	64
3.8.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	64
3.8.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	66
3.8.5.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	67
3.8.6.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	67
3.8.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	68
3.8.8.	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	69

3.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo. 69

1. INTRODUCCIÓN.

En este anejo se va a detallar el proceso de cálculo y los resultados obtenidos por parte de los programas de cálculo CIEBT y SISctet para el diseño de la instalación eléctrica de la nave.

2. CÁLCULO DE LA RED.

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos } j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen } j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos } j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos } j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen } j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos } j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N^o de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0)(I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$I_b \leq I_n \leq I_z$

$I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

ϕ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

ϕ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$; $f = 50$ Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000$ (μ F).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3}: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2}: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1}: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

Z_Q: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$Z_Q = ct U^2 / S_{cc}$$

$$X_Q = 0.995 Z_Q$$

$$R_Q = 0.1 X_Q$$

UNE_EN 60909

Z_T: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$R_T = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$$

X_T =

$$(Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

Z_L, Z_N, Z_{PE}: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = r L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

r: Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

s_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

sadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc})$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs}: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc}: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas L_{máx}

$$L_{máx} = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k_1 / (1.5 \cdot r_{20} \cdot (1+m) \cdot I_a \cdot k_2)$$

L_{máx} = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente máxima.

U = Tensión (V), U_{ff}/ Ö3 en sistemas TN e IT con neutro distribuido, U_{ff} en IT con neutro NO distribuido.

S: Sección (mm²), S_{fase} en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, S_{neutro} en sistemas IT con neutro distribuido.

k₁ = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm², 0.9 S=120mm², 0.85 S=150mm², 0.8 S=185mm², 0.75 S>=240mm².

r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

m = S_{fase}/S_{neutro} sistema TN_C, S_{fase}/S_{protección} sistema TN_S, S_{neutro}/S_{protección} sistema IT neutro distribuido, S_{fase}/S_{protección} sistema IT neutro NO distribuido.

Ia: Fusibles, I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, I_{mag} (A):

CURVA B $I_{MAG} = 5 I_n$

CURVA C $I_{MAG} = 10 I_n$

CURVA D $I_{MAG} = 20 I_n$

$k_2 = 1$ sistemas TN, 2 sistemas IT.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

r : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P : Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

CS1	29398 W
CS2	34872 W
Luz Eléctrico	36 W
Luz Exterior	1800 W
Luz Elaboración	1752 W
Termobatidora 1	5500 W
Termobatidora 2	5500 W
Decanter 1	33000 W
Decanter 2	33000 W
Centrifugadora 1	3700 W
Centrifugadora 2	3700 W
CS3	17096 W
Tornillo sin fin 1	550 W
Tornillo sin fin 2	550 W
Bomba 1	1500 W
Bomba 2	1500 W
CS4	18952 W
CS5	93951.36 W
TOTAL....	286357.38 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 12448
- Potencia Instalada Fuerza (W): 273909.38
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 400

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 25508
- Potencia Fase S (W): 26898
- Potencia Fase T (W): 42842

Cálculo de la Línea: CT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 50 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0.08;
- Potencia aparente trafo: 400 kVA.
- Índice carga c: 0.89.

$$I = Ct \times St \times 1000 / (1.732 \times U) = 1 \times 400 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 577.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x185/95)mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 630 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm. Sección útil: 7132 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.99

$e(\text{parcial}) = (50 \times 320000 / 28.31 \times 400 \times 2 \times 185) + (50 \times 320000 \times 0.08 \times 0.6 / 1000 \times 400 \times 2 \times 0.8) = 5.02$

$V. = 1.25 \%$

$e(\text{total}) = 1.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 604 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1000 mA. Clase B.

2.1. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Cálculo de la Línea: CS1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10.84 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 29398 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

29398 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 29398 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 53.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.24

$e(\text{parcial}) = 10.84 \times 29398 / 51.12 \times 400 \times 25 = 0.62 \text{ V.} = 0.16 \%$

$e(\text{total}) = 1.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: CS2

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 11.32 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 34872 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

34872 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=34872/230.94 \times 0.8=188.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x120+TTx70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 216 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.91

$$e(\text{parcial})=2 \times 11.32 \times 34872 / 49.63 \times 230.94 \times 120 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total})=1.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Bip. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 202 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Bip. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 202 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Eléctrico

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 2.6 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 36 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

36 W.

$$I=36/230.94 \times 1=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 2.6 \times 36 / 53.77 \times 230.94 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=1.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Luz Exterior

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 120.79 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10									
Longitud(m)	6.1	7	6.4	6.3	6.3	6.4	7	7	7
7									
P.des.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0									
P.inc.nu.(W)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100									
Tramo	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Longitud(m)	7	6.4	6.3	6.3	6.4	7	7	7	0.89
P.des.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	
P.inc.nu.(W)	100	100	100	100	100	100	100	100	

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1800 W.

$I=1800/230.94 \times 1=7.79$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.92

e(parcial)=3.03 V.=1.31 %

e(total)=2.57% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Luz Elaboración

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 82.08 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	23.37	19.57	19.57	19.57
P.des.nu.(W)	0	0	0	0
P.inc.nu.(W)	438	438	438	438

- Potencia a instalar: 1752 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1752 W.

$$I=1752/230.94 \times 1=7.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.81

$$e(\text{parcial})=2 \times 52.72 \times 1752 / 53.23 \times 230.94 \times 2.5 = 6.01 \text{ V.} = 2.6 \%$$

$$e(\text{total})=3.86\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Termobatidora 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida
- Longitud: 26.55 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
5500x1.25=6875 W.

$$I=6875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.36

$e(\text{parcial})=26.55 \times 6875 / 51.28 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.56 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A. Relé térmico, Reg: 10÷16 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Termobatidora 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 26.55 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5500 \times 1.25 = 6875 \text{ W.}$$

$$I = 6875 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.36

$e(\text{parcial})=26.55 \times 6875 / 51.28 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.56 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A. Relé térmico, Reg: 10÷16 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Decanter 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 23.52 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 33000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$33000 \times 1.25 = 41250 \text{ W.}$$

$$I = 41250 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 74.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 25 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 100 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.7

$e(\text{parcial})=23.52 \times 41250 / 48.85 \times 400 \times 25 \times 1 = 1.99 \text{ V.} = 0.5 \%$

$e(\text{total})=1.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 80 A. Relé térmico, Reg: 63÷80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 80 A.

Cálculo de la Línea: Decanter 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 23.52 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 33000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$33000 \times 1.25 = 41250 \text{ W.}$$

$$I = 41250 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 74.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.7

$e(\text{parcial})=23.52 \times 41250 / 48.85 \times 400 \times 25 \times 1 = 1.99 \text{ V.} = 0.5 \%$

$e(\text{total})=1.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 80 A. Relé térmico, Reg: 63÷80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 80 A.

Cálculo de la Línea: Centrifugadora 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 13 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 3700 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3700 \times 1.25 = 4625 \text{ W.}$$

$$I = 4625 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 8.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.04

$e(\text{parcial})=13 \times 4625 / 52.62 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.14 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=1.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: $6.3 \div 10 \text{ A.}$

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Centrifugadora 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

- Longitud: 17.4 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 3700 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3700 \times 1.25 = 4625 \text{ W.}$$

$$I = 4625 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 8.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.04

$e(\text{parcial})=17.4 \times 4625 / 52.62 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.53 \text{ V.} = 0.38 \%$

$e(\text{total})=1.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: $6.3 \div 10 \text{ A.}$

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CS3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 18.22 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 17096 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$1750 \times 1.25 + 15346 = 17533.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 17533.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 31.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 43 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.24

$e(\text{parcial})=18.22 \times 17533.5 / 50.77 \times 400 \times 10 = 1.57 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Tornillo sin fin 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 18.5 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 550 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I = 687.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.14

$e(\text{parcial})=18.5 \times 687.5 / 56.85 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.22 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=1.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1 \div 1.6 \text{ A.}$

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Tornillo sin fin 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 21.29 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 550 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I=687.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 25.14

$$e(\text{parcial}) = 21.29 \times 687.5 / 56.85 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.26 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1 \div 1.6$ A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Bomba 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Canal Suspendida
- Longitud: 14.65 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.99

$$e(\text{parcial}) = 14.65 \times 1875 / 53.58 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.51 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.38\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: $2.5 \div 4$ A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Bomba 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Canal Suspendida
- Longitud: 19 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.99

$$e(\text{parcial})=19 \times 1875 / 53.58 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.66 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total})=1.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CS4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra

- Longitud: 31.08 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 18952 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$5000 \times 1.25 + 13952 = 20202 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=20202/1,732 \times 400 \times 0.8 = 36.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 43 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.56

$$e(\text{parcial})=31.08 \times 20202 / 49.86 \times 400 \times 10 = 3.15 \text{ V.} = 0.79 \%$$

$$e(\text{total})=2.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: CS5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra

- Longitud: 43.28 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 93951.36 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$30000 \times 1.25 + 45161.09 = 82661.09 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$I=82661.09/1,732 \times 400 \times 0.8=149.14 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 180 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.6

$e(\text{parcial})=43.28 \times 82661.09/50.02 \times 400 \times 95=1.88 \text{ V.}=0.47 \%$

$e(\text{total})=1.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

2.1. CUADRO SECUNDARIO 1.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Luz Landing	324 W
TC Landing	3680 W
Luz Baños H.	265 W
Luz Baños M.	265 W
Luz Juntas	324 W
TC Juntas	7360 W
Luz Polivalente	216 W
TC Polivalente	7360 W
Luces Gerencia	324 W
TC Gerencia	9200 W
Luz Baño Gerencia	80 W
TOTAL....	29398 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1798

- Potencia Instalada Fuerza (W): 27600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 8224

- Potencia Fase S (W): 13204

- Potencia Fase T (W): 7970

Cálculo de la Línea: Luz Landing

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 23.41 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	7.73	7.84	7.84
P.des.nu.(W)	0	0	0
P.inc.nu.(W)	108	108	108

- Potencia a instalar: 324 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
324 W.

$$I=324/230.94 \times 1=1.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.32

$$e(\text{parcial})=2 \times 15.57 \times 324 / 53.71 \times 230.94 \times 1.5 = 0.54 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Landing

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.38 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	8.38
Pot.nudo(W)	3680

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$e(\text{parcial})=2 \times 8.38 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 2.17 \text{ V.} = 0.94 \%$

$e(\text{total})=2.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Baños H.

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 25.2 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	19.19	6.01
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	145	120

- Potencia a instalar: 265 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

265 W.

$I=265/230.94 \times 1=1.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 21.91 \times 265 / 53.73 \times 230.94 \times 1.5 = 0.62 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Luz Baños M.

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 22.16 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	16.15	6.01
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	120	145

- Potencia a instalar: 265 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
265 W.

$$I=265/230.94 \times 1=1.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$$e(\text{parcial})=2 \times 19.44 \times 265 / 53.73 \times 230.94 \times 1.5 = 0.55 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Luz Juntas

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20.77 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	7.7	5.22	7.85
P.des.nu.(W)	0	0	0
P.inc.nu.(W)	108	108	108

- Potencia a instalar: 324 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
324 W.

$$I=324/230.94 \times 1=1.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.32

$$e(\text{parcial})=2 \times 13.8 \times 324 / 53.71 \times 230.94 \times 1.5=0.48 \text{ V.}=0.21 \%$$

$$e(\text{total})=1.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Juntas

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 21.61 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	21.61
Pot.nudo(W)	7360

- Potencia a instalar: 7360 W.

- Potencia de cálculo: 7360 W.

$$I=7360/230.94 \times 0.8=39.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.05

$$e(\text{parcial})=2 \times 21.61 \times 7360 / 48 \times 230.94 \times 6=4.78 \text{ V.}=2.07 \%$$

$$e(\text{total})=3.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Polivalente

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 17.26 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	5.78	5.74	5.74
P.des.nu.(W)	0	0	0
P.inc.nu.(W)	72	72	72

- Potencia a instalar: 216 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
216 W.

$$I=216/230.94 \times 1=0.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.14

$$e(\text{parcial})=2 \times 11.52 \times 216 / 53.75 \times 230.94 \times 1.5 = 0.27 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total})=1.53\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Polivalente

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18.63 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	18.63
Pot.nudo(W)	7360

- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo: 7360 W.

$$I=7360/230.94 \times 0.8=39.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.05

$e(\text{parcial})=2 \times 18.63 \times 7360 / 48 \times 230.94 \times 6 = 4.12 \text{ V.} = 1.79 \%$

$e(\text{total})=3.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luces Gerencia

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 24.22 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	12.2	5.51	6.51
P.des.nu.(W)	0	0	0
P.inc.nu.(W)	108	108	108

- Potencia a instalar: 324 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

324 W.

$I=324/230.94 \times 1=1.4 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.32

$e(\text{parcial})=2 \times 18.04 \times 324 / 53.71 \times 230.94 \times 1.5 = 0.63 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Gerencia

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26.35 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	26.35
Pot.nudo(W)	9200
- Potencia a instalar: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I=9200/230.94 \times 0.8=49.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.81

e(parcial)= $2 \times 26.35 \times 9200 / 48.99 \times 230.94 \times 10 = 4.29 \text{ V.} = 1.86 \%$

e(total)=3.27% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Baño Gerencia

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 13.77 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	13.77
P.des.nu.(W)	0
P.inc.nu.(W)	80
- Potencia a instalar: 80 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
80 W.

$$I=80/230.94 \times 1=0.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=2 \times 13.77 \times 80 / 53.77 \times 230.94 \times 1.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=1.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

CALCULO DE EMBARRADO CS1

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 125
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 5
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4) : 0.521, 0.651, 0.104, 0.026$
- I. admisible del embarrado (A): 350

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 10.06^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.104 \cdot 1) = 1013.592 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 53.04 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 350 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 10.06 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 125 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 28.99 \text{ kA}$$

2.2. CUADRO SECUNDARIO 2.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Luz Vestíbulo	292 W
TC Vestíbulo	3680 W
Luz Oficinas	288 W
TC Oficinas	11040 W
Luz Cocina	144 W
TC Cocina	11040 W
Luz Vestuario H.	370 W
TC Vestuario H.	3680 W
Luz Vestuario M.	370 W
TC Vestuario M.	3680 W
Luz Pasillo Oficina	288 W
TOTAL....	34872 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1752

- Potencia Instalada Fuerza (W): 33120

Cálculo de la Línea: Luz Vestíbulo

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 18.1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	10.5	7.6
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	146	146

- Potencia a instalar: 292 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

292 W.

$I=292/230.94 \times 1=1.26$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.26

$e(\text{parcial})=2 \times 14.3 \times 292 / 53.72 \times 230.94 \times 1.5=0.45$ V.=0.19 %

$e(\text{total})=1.7\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Vestíbulo

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5.29 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	5.29
Pot.nudo(W)	3680

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 5.29 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 1.37 \text{ V.} = 0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Oficinas

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 14.9 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	7.55	7.35
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	144	144

- Potencia a instalar: 288 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
288 W.

$$I=288/230.94 \times 1=1.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$$e(\text{parcial})=2 \times 11.23 \times 288 / 53.73 \times 230.94 \times 1.5 = 0.35 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Oficinas

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20.65 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	20.65
Pot.nudo(W)	11040

- Potencia a instalar: 11040 W.

- Potencia de cálculo: 11040 W.

$$I=11040/230.94 \times 0.8=59.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.61

$$e(\text{parcial})=2 \times 20.65 \times 11040 / 47.14 \times 230.94 \times 10 = 4.19 \text{ V.} = 1.81 \%$$

$$e(\text{total})=3.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Cocina

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 15.75 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	8.4	7.35
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	72	72

- Potencia a instalar: 144 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
144 W.

$$I=144/230.94 \times 1=0.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 12.07 \times 144 / 53.76 \times 230.94 \times 1.5=0.19 \text{ V.}=0.08 \%$$

$$e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Cocina

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 17.14 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	17.14
Pot.nudo(W)	11040

- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: 11040 W.

$$I=11040/230.94 \times 0.8=59.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.61

$e(\text{parcial})=2 \times 17.14 \times 11040 / 47.14 \times 230.94 \times 10 = 3.48 \text{ V.} = 1.51 \%$

$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Vestuario H.

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 20.4 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	7.9	6.14	6.36
P.des.nu.(W)	0	0	0
P.inc.nu.(W)	105	120	145

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

370 W.

$I=370/230.94 \times 1=1.6 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$e(\text{parcial})=2 \times 14.79 \times 370 / 53.69 \times 230.94 \times 1.5 = 0.59 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total})=1.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Vestuario H.

- Tensión de servicio: 230.94 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 15.84 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | |
|-------------|-------|
| Tramo | 1 |
| Longitud(m) | 15.84 |
| Pot.nudo(W) | 3680 |

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3
 $e(\text{parcial})=2 \times 15.84 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5=4.1 \text{ V.}=1.78 \%$
 $e(\text{total})=3.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Vestuario M.

- Tensión de servicio: 230.94 V.
 - Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
 - Longitud: 25.63 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | | | |
|--------------|-------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 |
| Longitud(m) | 13.84 | 5.83 | 5.96 |
| P.des.nu.(W) | 0 | 0 | 0 |
| P.inc.nu.(W) | 145 | 120 | 105 |

- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
370 W.

$$I=370/230.94 \times 1=1.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$e(\text{parcial})=2 \times 19.08 \times 370 / 53.69 \times 230.94 \times 1.5 = 0.76 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total})=1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Vestuario M.

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 16.42 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	9.07	7.35
Pot.nudo(W)	1840	1840

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$e(\text{parcial})=2 \times 12.74 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 3.3 \text{ V.} = 1.43 \%$

$e(\text{total})=2.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Pasillo Oficina

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 17.02 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	8.62	8.4
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	144	144

- Potencia a instalar: 288 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
288 W.

$$I=288/230.94 \times 1=1.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$$e(\text{parcial})=2 \times 12.82 \times 288 / 53.73 \times 230.94 \times 1.5 = 0.4 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

CALCULO DE EMBARRADO CS2

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 8.53^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 913.434 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 188.75 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.53 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 23.19 \text{ kA}$$

2.3. CUADRO SECUNDARIO 3.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Luz Laboratorio	108 W
TC Laboratorio	3680 W
Luz Aclaradores	288 W
TC Aclaradores	3680 W
Luz Depósitos	910 W
TC Depósitos	3680 W
Filtro	1750 W
TC Trifásica 1	3000 W
TOTAL....	17096 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1306

- Potencia Instalada Fuerza (W): 15790

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 8378

- Potencia Fase S (W): 3968

- Potencia Fase T (W): 0

Cálculo de la Línea: Luz Laboratorio

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 9.62 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	9.62
P.des.nu.(W)	0
P.inc.nu.(W)	108

- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
108 W.

$$I=108/230.94 \times 1=0.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 9.62 \times 108 / 53.77 \times 230.94 \times 1.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=1.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Laboratorio

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10.15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	10.15
Pot.nudo(W)	3680

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$e(\text{parcial})=2 \times 10.15 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 2.63 \text{ V.} = 1.14 \%$

$e(\text{total})=2.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Aclaradores

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo

- Longitud: 18.46 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	8.98	9.48
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	144	144

- Potencia a instalar: 288 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

288 W.

$I=288/230.94 \times 1=1.25 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$e(\text{parcial})=2 \times 13.72 \times 288 / 53.73 \times 230.94 \times 1.5 = 0.42 \text{ V.} = 0.18 \%$

$e(\text{total})=1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Aclaradores

- Tensión de servicio: 230.94 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 6.7 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | |
|-------------|------|
| Tramo | 1 |
| Longitud(m) | 6.7 |
| Pot.nudo(W) | 3680 |

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 6.7 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5=1.73 \text{ V.}=0.75 \%$$

$$e(\text{total})=2.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Depósitos

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 28.13 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	15.55	12.58
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	364	546

- Potencia a instalar: 910 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
910 W.

$$I=910/230.94 \times 1=3.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.47

$e(\text{parcial})=2 \times 23.1 \times 910 / 53.49 \times 230.94 \times 1.5 = 2.27 \text{ V.} = 0.98 \%$

$e(\text{total})=2.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Depósitos

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 13.79 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	6.73	7.06
Pot.nudo(W)	1840	1840

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$e(\text{parcial})=2 \times 10.26 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 2.66 \text{ V.} = 1.15 \%$

$e(\text{total})=2.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Filtro

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 9.84 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1750 \times 1.25 = 2187.5 \text{ W.}$

$$I=2187.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.61

$$e(\text{parcial}) = 9.84 \times 2187.5 / 53.46 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.4 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Trifásica 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra

- Longitud: 19.33 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	19.33
Pot.nudo(W)	3000

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8 = 5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 19.33 \times 3000 / 53.28 \times 400 \times 2.5 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase B.

CALCULO DE EMBARRADO CS3

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- I. admisible del embarrado (A): 220

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.56^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 1073.033 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 31.64 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 220 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.56 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 13.92 \text{ kA}$$

2.4. CUADRO SECUNDARIO 4.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Luz Pasillo Fábrica	728 W
Luz Almacén	546 W
TC Almacén	3680 W
Luz Alpechines	546 W
TC Alpechines	3680 W
Luz Caldera	1092 W
TC Caldera	3680 W
Caldera	5000 W
TOTAL....	18952 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2912

- Potencia Instalada Fuerza (W): 16040

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 4226

- Potencia Fase S (W): 9726

- Potencia Fase T (W): 0

Cálculo de la Línea: Luz Pasillo Fábrica

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 12.67 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	12.67
P.des.nu.(W)	0
P.inc.nu.(W)	728

- Potencia a instalar: 728 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
728 W.

$I=728/230.94 \times 1=3.15$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.94

$e(\text{parcial})=2 \times 12.67 \times 728 / 53.59 \times 230.94 \times 1.5=0.99$ V.=0.43 %

$e(\text{total})=2.47\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Luz Almacén

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8.37 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	8.37
P.des.nu.(W)	0
P.inc.nu.(W)	546

- Potencia a instalar: 546 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
546 W.

$$I=546/230.94 \times 1=2.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 8.37 \times 546 / 53.67 \times 230.94 \times 1.5 = 0.49 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total})=2.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Almacén

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12.26 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	12.26
Pot.nudo(W)	3680

- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3
 $e(\text{parcial})=2 \times 12.26 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5=3.17 \text{ V.}=1.37 \%$
 $e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Alpechines

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 13 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	13
P.des.nu.(W)	0
P.inc.nu.(W)	546

- Potencia a instalar: 546 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
546 W.

$$I=546/230.94 \times 1=2.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53
 $e(\text{parcial})=2 \times 13 \times 546 / 53.67 \times 230.94 \times 1.5=0.76 \text{ V.}=0.33 \%$
 $e(\text{total})=2.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Alpechines

- Tensión de servicio: 230.94 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 12.26 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | |
|-------------|-------|
| Tramo | 1 |
| Longitud(m) | 12.26 |
| Pot.nudo(W) | 3680 |
- Potencia a instalar: 3680 W.
 - Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 12.26 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5=3.17 \text{ V.}=1.37 \%$$

$$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Luz Caldera

- Tensión de servicio: 230.94 V.
 - Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
 - Longitud: 25.66 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-------|-------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 15.01 | 10.65 |
| P.des.nu.(W) | 0 | 0 |
| P.inc.nu.(W) | 546 | 546 |
- Potencia a instalar: 1092 W.
 - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1092 W.

$$I=1092/230.94 \times 1=4.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.11

$e(\text{parcial})=2 \times 20.34 \times 1092 / 53.36 \times 230.94 \times 1.5 = 2.4 \text{ V.} = 1.04 \%$

$e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TC Caldera

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 9.9 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	7	2.9
Pot.nudo(W)	1840	1840

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230.94 \times 0.8=19.92 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.3

$e(\text{parcial})=2 \times 8.45 \times 3680 / 49.24 \times 230.94 \times 2.5 = 2.19 \text{ V.} = 0.95 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Caldera

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 10.16 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$

$I=6250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + T \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 36.34

$e(\text{parcial}) = 10.16 \times 6250 / 54.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.17 \text{ V} = 0.29 \%$

$e(\text{total}) = 2.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 16 A.

CALCULO DE EMBARRADO CS4

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- $W_x, l_x, W_y, l_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4)$: 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.76^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1104.583 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 36.45 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.76 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{\text{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 9.28 \text{ kA}$$

2.5. CUADRO SECUNDARIO 5.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Luz Patio	1092 W
Cinta 1	4000 W
Cinta 2	4000 W
Cinta 3	4000 W
Cinta 4	4000 W
Lavadora	9759.36 W
Pesadora	1100 W
Tornillo sin fin 3	1500 W
Molino 1	30000 W
Molino 2	30000 W
TC Trifásica 2	4500 W
TOTAL....	93951.36 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1092

- Potencia Instalada Fuerza (W): 92859.36

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 1092

- Potencia Fase S (W): 0

- Potencia Fase T (W): 0

Cálculo de la Línea: Luz Patio

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 39.39 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	18.45	20.94
P.des.nu.(W)	0	0
P.inc.nu.(W)	546	546

- Potencia a instalar: 1092 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1092 W.

$I=1092/230.94 \times 1=4.73$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.11

$e(\text{parcial})=2 \times 28.92 \times 1092 / 53.36 \times 230.94 \times 1.5 = 3.42 \text{ V.} = 1.48 \%$

$e(\text{total})=3.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Cinta 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 14.55 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.57

$e(\text{parcial})=14.55 \times 5000 / 55.27 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.32 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total})=2.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: $6.3 \div 10 \text{ A.}$

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Cinta 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 16.85 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.57

$$e(\text{parcial})=16.85 \times 5000 / 55.27 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.52 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total})=2.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 6.3÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Cinta 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 15.37 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.57

$$e(\text{parcial})=15.37 \times 5000 / 55.27 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.39 \text{ V.} = 0.35 \%$$

$$e(\text{total})=2.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 6.3÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Cinta 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 19.17 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.57

$$e(\text{parcial}) = 19.17 \times 5000 / (55.27 \times 400 \times 2.5) = 1.73 \text{ V} = 0.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 6.3÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Lavadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 16.38 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 9759.36 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $9759.36 \times 1.25 = 12199.2 \text{ W}$.

$$I = 12199.2 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 22.01 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.92

$$e(\text{parcial}) = 16.38 \times 12199.2 / (51.72 \times 400 \times 4) = 2.41 \text{ V} = 0.6 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A. Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: Pesadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 19.15 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1100 \times 1.25 = 1375 \text{ W.}$

$$I = 1375 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 2.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.57

$$e(\text{parcial}) = 19.15 \times 1375 / (56.76 \times 400 \times 2.5) = 0.46 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 2.5 A. Relé térmico, Reg: 1.6÷2.5 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Tornillo sin fin 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 17.53 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 17 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.19

$$e(\text{parcial}) = 17.53 \times 1875 / (53.54 \times 400 \times 2.5) = 0.61 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Molino 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5.86 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $30000 \times 1.25 = 37500 \text{ W.}$

$$I = 37500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 67.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 2(3x10+TTx10)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.46

$$e(\text{parcial}) = 5.86 \times 37500 / (49.88 \times 400 \times 2 \times 10 \times 1) = 0.55 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 80 A. Relé térmico, Reg: 63÷80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 80 A.

Cálculo de la Línea: Molino 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10.29 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $30000 \times 1.25 = 37500 \text{ W.}$

$$I = 37500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 67.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 2(3x10+TTx10)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.46

$$e(\text{parcial}) = 10.29 \times 37500 / (49.88 \times 400 \times 2 \times 10 \times 1) = 0.97 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 80 A. Relé térmico, Reg: 63÷80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Interruptor Tripolar In: 80 A.

Cálculo de la Línea: TC Trifásica 2

- Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 2 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
 - Datos por tramo
- | | |
|-------------|------|
| Tramo | 1 |
| Longitud(m) | 2 |
| Pot.nudo(W) | 4500 |

- Potencia a instalar: 4500 W.
- Potencia de cálculo: 4500 W.

$$I=4500/1,732 \times 400 \times 0.8=8.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.72

$$e(\text{parcial})=2 \times 4500 / 52.68 \times 400 \times 2.5=0.17 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase B.

CALCULO DE EMBARRADO CS5

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.19^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1059.278 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 149.14 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.19 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 23.19 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO DESCARGA DIRECTA TRAFOS

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 250
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 5
- W_x, l_x, W_y, l_y (cm³, cm⁴): 2.08, 5.2, 0.208, 0.052
- I. admisible del embarrado (A): 630

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 12.47^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.208 \cdot 1) = 778.202 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 577.37 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 630 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 12.47 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 250 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 57.98 \text{ kA}$$

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.6. RESUMEN DE RESULTADOS.

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CT	320000	50	2(3x185/95)Al	577.37	630	1.25	1.25	150x60
CS1	29398	10.84	4x25+TTx16Cu	53.04	77	0.16	1.41	50
CS2	34872	11.32	2x120+TTx70Cu	188.75	216	0.25	1.5	
Luz Eléctrico	36	2.6	2x1.5+TTx1.5Cu	0.16	17.5	0	1.26	
Luz Exterior	1800	120.79	2x1.5+TTx1.5Cu	7.79	17.5	1.31	2.57	16
Luz Elaboración	1752	82.08	2x2.5+TTx2.5Cu	7.59	32	2.6	3.86	75x60
Termobatidora 1	6875	26.55	3x2.5+TTx2.5Cu	12.4	24	0.89	2.14	110x60
Termobatidora 2	6875	26.55	3x2.5+TTx2.5Cu	12.4	24	0.89	2.14	110x60
Decanter 1	41250	23.52	3x25+TTx16Cu	74.43	100	0.5	1.75	110x60
Decanter 2	41250	23.52	3x25+TTx16Cu	74.43	100	0.5	1.75	110x60
Centrifugadora 1	4625	13	3x2.5+TTx2.5Cu	8.34	24	0.29	1.54	110x60
Centrifugadora 2	4625	17.4	3x2.5+TTx2.5Cu	8.34	24	0.38	1.64	110x60
CS3	17533.5	18.22	4x10+TTx10Cu	31.64	43	0.39	1.65	32
Tornillo sin fin 1	687.5	18.5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.24	27	0.06	1.31	32
Tornillo sin fin 2	687.5	21.29	3x2.5+TTx2.5Cu	1.24	27	0.06	1.32	32
Bomba 1	1875	14.65	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	24	0.13	1.38	110x60
Bomba 2	1875	19	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	24	0.17	1.42	110x60
CS4	20202	31.08	4x10+TTx10Cu	36.45	43	0.79	2.04	32
CS5	82661.09	43.28	4x95+TTx50Cu	149.14	180	0.47	1.73	75

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
CT	50	2(3x185/95)Al	12.466	15		6779.97	630;10 In		
CS1	10.84	4x25+TTx16Cu	12.466	15 15	10.06	4116.05	63;C 63;C		
CS2	11.32	2x120+TTx70Cu	9.71	10 10	8.531	5852.09	250;10 In 250;10 In		T
Luz Eléctrico	2.6	2x1.5+TTx1.5Cu	9.71	10	3.125	1558.07	10;C		R
Luz Exterior	120.79	2x1.5+TTx1.5Cu	9.71	10	0.087	41.3	10;C		R
Luz Elaboración	82.08	2x2.5+TTx2.5Cu	9.71	10	0.211	100.59	10;C		R
Termobatidora 1	26.55	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.264	527.27	16;10 In		
Termobatidora 2	26.55	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.264	527.27	16;10 In		
Decanter 1	23.52	3x25+TTx16Cu	12.466	15	7.819	4086.28	80;10 In		
Decanter 2	23.52	3x25+TTx16Cu	12.466	15	7.819	4086.28	80;10 In		
Centrifugadora 1	13	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	2.445	1038.94	10;10 In		
Centrifugadora 2	17.4	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.878	790.23	10;10 In		
CS3	18.22	4x10+TTx10Cu	12.466	15 6	5.559	1754.6	32;C 32;C		
Tornillo sin fin 1	18.5	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.774	745.56	1.6;10 In		
Tornillo sin fin 2	21.29	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.557	652.04	1.6;10 In		
Bomba 1	14.65	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	2.197	929.33	4;10 In		
Bomba 2	19	3x2.5+TTx2.5Cu	12.466	15	1.731	726.88	4;10 In		
CS4	31.08	4x10+TTx10Cu	12.466	15 4.5	3.755	1135.07	40;C 40;C		
CS5	43.28	4x95+TTx50Cu	12.466	15 10	9.187	3873.62	160;10 In 160;10 In		

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Subcuadro CS1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Luz Landing	324	23.41	2x1.5+TTx1.5Cu	1.4	17.5	0.23	1.65	
TC Landing	3680	8.38	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	0.94	2.35	20
Luz Baños H.	265	25.2	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	17.5	0.27	1.68	
Luz Baños M.	265	22.16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	17.5	0.24	1.65	
Luz Juntas	324	20.77	2x1.5+TTx1.5Cu	1.4	17.5	0.21	1.62	
TC Juntas	7360	21.61	2x6+TTx6Cu	39.84	49	2.07	3.48	25
Luz Polivalente	216	17.26	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	17.5	0.12	1.53	
TC Polivalente	7360	18.63	2x6+TTx6Cu	39.84	49	1.79	3.2	25
Luces Gerencia	324	24.22	2x1.5+TTx1.5Cu	1.4	17.5	0.27	1.68	
TC Gerencia	9200	26.35	2x10+TTx10Cu	49.8	68	1.86	3.27	25
Luz Baño Gerencia	80	13.77	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	17.5	0.05	1.46	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
Luz Landing	23.41	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.426	204.37	10;C		R
TC Landing	8.38	2x2.5+TTx2.5Cu	6.548	10	1.644	813.32	20;C		S
Luz Baños H.	25.2	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.398	190.48	10;C		T
Luz Baños M.	22.16	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.449	215.34	10;C		T
Luz Juntas	20.77	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.477	229.01	10;C		R
TC Juntas	21.61	2x6+TTx6Cu	6.548	10	1.551	766.41	40;C		T
Luz Polivalente	17.26	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.567	272.8	10;C		R
TC Polivalente	18.63	2x6+TTx6Cu	6.548	10	1.74	864.59	40;C		R
Luces Gerencia	24.22	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.413	197.84	10;C		S
TC Gerencia	26.35	2x10+TTx10Cu	6.548	10	1.961	982.92	50;C		S
Luz Baño Gerencia	13.77	2x1.5+TTx1.5Cu	6.548	10	0.698	336.61	10;C		T

Subcuadro CS2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Luz Vestíbulo	292	18.1	2x1.5+TTx1.5Cu	1.26	17.5	0.19	1.7	
TC Vestíbulo	3680	5.29	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	0.59	2.1	20
Luz Oficinas	288	14.9	2x1.5+TTx1.5Cu	1.25	17.5	0.15	1.65	
TC Oficinas	11040	20.65	2x10+TTx10Cu	59.76	68	1.81	3.32	25
Luz Cocina	144	15.75	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	17.5	0.08	1.58	
TC Cocina	11040	17.14	2x10+TTx10Cu	59.76	68	1.51	3.01	25
Luz Vestuario H.	370	20.4	2x1.5+TTx1.5Cu	1.6	17.5	0.25	1.76	
TC Vestuario H.	3680	15.84	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.78	3.28	20
Luz Vestuario M.	370	25.63	2x1.5+TTx1.5Cu	1.6	17.5	0.33	1.83	
TC Vestuario M.	3680	16.42	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.43	2.93	20
Luz Pasillo Oficina	288	17.02	2x1.5+TTx1.5Cu	1.25	17.5	0.17	1.68	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
Luz Vestíbulo	18.1	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.557	266.56	10;C		T
TC Vestíbulo	5.29	2x2.5+TTx2.5Cu	8.531	10	2.577	1283.04	20;C		T
Luz Oficinas	14.9	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.67	321.18	10;C		T
TC Oficinas	20.65	2x10+TTx10Cu	8.531	10	2.607	1305.73	63;C		T
Luz Cocina	15.75	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.636	304.6	10;C		T
TC Cocina	17.14	2x10+TTx10Cu	8.531	10	2.985	1511.15	63;C		T
Luz Vestuario H.	20.4	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.497	237.52	10;C		T
TC Vestuario H.	15.84	2x2.5+TTx2.5Cu	8.531	10	1.018	490.62	20;C		T
Luz Vestuario M.	25.63	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.399	190.36	10;C		T
TC Vestuario M.	16.42	2x2.5+TTx2.5Cu	8.531	10	0.985	474.48	20;C		T
Luz Pasillo Oficina	17.02	2x1.5+TTx1.5Cu	8.531	10	0.591	282.79	10;C		T

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Subcuadro CS3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Luz Laboratorio	108	9.62	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	17.5	0.05	1.7	
TC Laboratorio	3680	10.15	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.14	2.79	20
Luz Aclaradores	288	18.46	2x1.5+TTx1.5Cu	1.25	17.5	0.18	1.83	
TC Aclaradores	3680	6.7	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	0.75	2.4	20
Luz Depósitos	910	28.13	2x1.5+TTx1.5Cu	3.94	23	0.98	2.63	75x60
TC Depósitos	3680	13.79	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.15	2.8	20
Filtro	2187.5	9.84	3x2.5+TTx2.5Cu	3.95	22	0.1	1.75	20
TC Trifásica 1	3000	19.33	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.27	1.92	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Luz Laboratorio	9.62	2x1.5+TTx1.5Cu	2.986	4.5	0.808	402.94	10;C		R
TC Laboratorio	10.15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.986	4.5	1.106	562.23	20;C		R
Luz Aclaradores	18.46	2x1.5+TTx1.5Cu	2.986	4.5	0.482	235.62	10;C		S
TC Aclaradores	6.7	2x2.5+TTx2.5Cu	2.986	4.5	1.41	731.75	20;C		S
Luz Depósitos	28.13	2x1.5+TTx1.5Cu	2.986	4.5	0.334	162	10;C		R
TC Depósitos	13.79	2x2.5+TTx2.5Cu	2.986	4.5	0.9	451.73	20;C		R
Filtro	9.84	3x2.5+TTx2.5Cu	5.559	6	2.228	999.1	4;10 In		
TC Trifásica 1	19.33	4x2.5+TTx2.5Cu	5.559	6	1.396	347.68	16;C		

Subcuadro CS4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Luz Pasillo Fábrica	728	12.67	2x1.5+TTx1.5Cu	3.15	23	0.43	2.47	75x60
Luz Almacén	546	8.37	2x1.5+TTx1.5Cu	2.36	23	0.21	2.25	75x60
TC Almacén	3680	12.26	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.37	3.42	20
Luz Alpechines	546	13	2x1.5+TTx1.5Cu	2.36	23	0.33	2.37	75x60
TC Alpechines	3680	12.26	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	1.37	3.42	20
Luz Caldera	1092	25.66	2x1.5+TTx1.5Cu	4.73	23	1.04	3.08	75x60
TC Caldera	3680	9.9	2x2.5+TTx2.5Cu	19.92	28	0.95	2.99	20
Caldera	6250	10.16	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	27	0.29	2.33	32

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Luz Pasillo Fábrica	12.67	2x1.5+TTx1.5Cu	1.943	4.5	0.585	293.85	10;C		S
Luz Almacén	8.37	2x1.5+TTx1.5Cu	1.943	4.5	0.768	392.77	10;C		S
TC Almacén	12.26	2x2.5+TTx2.5Cu	1.943	4.5	0.829	426.59	20;C		S
Luz Alpechines	13	2x1.5+TTx1.5Cu	1.943	4.5	0.575	288.27	10;C		R
TC Alpechines	12.26	2x2.5+TTx2.5Cu	1.943	4.5	0.829	426.59	20;C		R
Luz Caldera	25.66	2x1.5+TTx1.5Cu	1.943	4.5	0.34	166.85	10;C		S
TC Caldera	9.9	2x2.5+TTx2.5Cu	1.943	4.5	0.932	484.95	20;C		S
Caldera	10.16	3x2.5+TTx2.5Cu	3.755	4.5	1.823	830.94	12;10 In		

Subcuadro CS5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Luz Patio	1092	39.39	2x1.5+TTx1.5Cu	4.73	23	1.48	3.2	75x60
Cinta 1	5000	14.55	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.33	2.05	32
Cinta 2	5000	16.85	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.38	2.11	32
Cinta 3	5000	15.37	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.35	2.07	32
Cinta 4	5000	19.17	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.43	2.16	32
Lavadora	12199.2	16.38	3x4+TTx4Cu	22.01	29	0.6	2.33	40
Pesadora	1375	19.15	3x2.5+TTx2.5Cu	2.48	22	0.12	1.84	32
Tornillo sin fin 3	1875	17.53	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	17	0.15	1.88	20
Molino 1	37500	5.86	2(3x10+TTx10)Cu	67.66	80	0.14	1.86	50
Molino 2	37500	10.29	2(3x10+TTx10)Cu	67.66	80	0.24	1.97	50
TC Trifásica 2	4500	2	4x2.5+TTx2.5Cu	8.12	24	0.04	1.77	20

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Luz Patio	39.39	2x1.5+TTx1.5Cu	5.936	6	0.259	123.67	10;C		R
Cinta 1	14.55	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	2.054	1053.52	10;10 In		
Cinta 2	16.85	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	1.814	927.8	10;10 In		
Cinta 3	15.37	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	1.962	1004.99	10;10 In		
Cinta 4	19.17	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	1.622	828	10;10 In		
Lavadora	16.38	3x4+TTx4Cu	9.187	10	2.722	1409.98	25;10 In		
Pesadora	19.15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	1.623	828.77	2.5;10 In		
Tornillo sin fin 3	17.53	3x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	1.753	896.15	4;10 In		
Molino 1	5.86	2(3x10+TTx10)Cu	9.187	10	8.131	5008.03	80;10 In		
Molino 2	10.29	2(3x10+TTx10)Cu	9.187	10	7.417	4415.15	80;10 In		
TC Trifásica 2	2	4x2.5+TTx2.5Cu	9.187	10	6.668	2070.71	16;C		

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

3. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

3.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
 U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.
 I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	11.55

siendo la intensidad total primaria de 11.55 Amperios.

3.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
 W_{fe} = Pérdidas en el hierro.
 W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.
 U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.
 I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	Is (A)
400	5.03	570.09

3.3. CORTOCIRCUITOS.

3.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

3.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
 U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.
 U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.
 I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$ MVA.
 $U = 20$ kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 14.43$ kA.

3.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- I_{ccs} : Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

3.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

3.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

3.4.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

3.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
400	25

* BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
400	4

3.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

El centro compacto EHA1ID ha sido sometido al ensayo correspondiente al número 99013126 de LCOE, para certificar la correcta ventilación del centro, así como del cálculo del caudal de aire y las rejillas usadas en el mismo.

3.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del edificio prefabricado. Estará diseñada para recoger en su interior el aceite de un transformador de hasta 630kVA sin que éste se derrame por la base.

3.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

3.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $s = 500 \text{ W.m}$.

3.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 0.05s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro corresponden a:

$R_n = 0 \text{ W}$ y $X_n = 25.4 \text{ W}$. con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es $I_d=454.61 \text{ A}$, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 500 A .

3.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 60-30/5/44 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.071 \text{ W}/(\text{W}^*\text{m}).$$

$$K_p = 0.0153 \text{ V}/(\text{W}^*\text{m}^*\text{A}).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 4.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 18 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/64 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0399 \text{ W}/(\text{W}^*\text{m}).$$

$$K_p = 0.00588 \text{ V}/(\text{W}^*\text{m}^*\text{A}).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 4.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 30 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

3.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), intensidad y tensión de defecto correspondientes (Id, Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$R_t = K_r \cdot s.$$

- Intensidad de defecto, Id:

$$I_d = \frac{U_{\text{max}} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde $U_{\text{max}}=20$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d \cdot R_t.$$

Siendo:

$$s = 500 \text{ W.m.}$$

$$K_r = 0.071 \text{ W.}/(\text{W. m}).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 35.5 \text{ W.}$$

$$I_d = 264.53 \text{ A.}$$

$$U_d = 9390.8 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 10000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * s = 0.0399 * 500 = 20 \text{ W.}$$

que vemos que es inferior a 37 W.

3.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * s * I_d = 0.0153 * 500 * 264.53 = 2023.7 \text{ V.}$$

3.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p \text{ acceso}} = U_d = R_t * I_d = 35.5 * 264.53 = 9390.8 \text{ V.}$$

3.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.05 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 735 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

U_{ca} = Tensiones de contacto aplicada = 735 V

R_{a1} = Resistencia del calzado = 2.000 W.m

s = Resistividad del terreno = 500 W.m

s_h = Resistividad del hormigón = 3.000 W.m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 58800 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 113925 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 2023.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 58800 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 9390.8 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 113925 \text{ V.}$$

3.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{\text{mín}}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$s = 500 \text{ W.m.}$$

$$I_d = 264.53 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\text{mín}} = 21.05 \text{ m.}$$

3.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

ANEJO 5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	I
1. INTRODUCCIÓN	1
2. CRITERIOS DE DISEÑO.	1
2.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.	1
2.2. DISEÑO DE LA RED DE ACS (AGUA CALIENTE SANITARIA)	2
2.2.1. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS TEÓRICOS.....	2
2.2.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA.	5
2.2.3. CÁLCULO DE LAS PRESIONES.....	6
2.3. DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRÍA.....	7
2.3.1. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS TEÓRICOS.....	7
2.3.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA.	9
2.3.3. CÁLCULO DE LAS PRESIONES.....	10

Índice de Tablas

Tabla 1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato en función de la red. HS 4 Suministro de Aguas.....	1
Tabla 2. Secciones comerciales de polietileno PE-100.....	4

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a detallar el proceso de cálculo y los resultados obtenidos del diseño de las redes de agua fría y ACS (Agua Caliente Sanitaria).

Ambas redes son necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones, tanto para abastecer a los operarios como a las máquinas de las instalaciones.

Los cálculos de las redes de saneamiento se incluyen en un segundo anejo aparte.

2. CRITERIOS DE DISEÑO.

La red de agua fría se alimenta de la red municipal de agua mediante una acometida de 25 mca. Desde este punto la red se bifurca en varios ramales, uno de los cuales acaba en la caldera de biomasa donde pasa a formar parte de la red de ACS. El resto de los ramales dan servicio tanto a las máquinas de la sala de elaboración como a los distintos sanitarios de la zona de oficinas.

La red de ACS comienza en la caldera y da servicio a las termobatidoras de la línea de elaboración y a los distintos elementos sanitarios de la zona de oficinas.

2.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.

Cada receptor tiene sus necesidades de agua definidas por el CTE en la siguiente tabla. En cada red se asigna un distinto caudal en función de si pertenece a la red de agua fría o a la de ACS.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm³/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm³/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato en función de la red. HS 4 Suministro de Aguas.

En todos los puntos de consumo la presión debe tener un mínimo de 10 mca y ningún punto puede superar los 50 mca.

Tanto para la red de agua fría como para la de ACS se ha utilizado polietileno PE-100 con diámetros estándar según norma UNE-EN 12201.

2.2. DISEÑO DE LA RED DE ACS (AGUA CALIENTE SANITARIA)

Como se ha indicado anteriormente la red de ACS se alimenta desde la caldera de biomasa y da servicio a los siguientes receptores:

Receptor	Número	Caudal unitario (l/s)	Consumo Total
Termobatidora	2	0.4	0.8
Ducha	6	0.1	0.6
Fregadero	1	0.1	0.1
Lavabo público	8	0.1	0.8
Lavabo privado	1	0.065	0.065

Por tanto, la red de ACS requiere un total de 2.085 l/s a la red de agua fría para su correcto funcionamiento.

2.2.1. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS TEÓRICOS.

Conocidos los caudales de la red el siguiente paso es el cálculo de los diámetros teóricos de las tuberías. Para esto se han determinado ciertas variables: se ha asumido una simultaneidad total de la red, lo que permite una demanda máxima simultánea de todos los dispositivos; además se ha estimado la velocidad en 1.5 m/s para el cálculo.

La fórmula para determinar el diámetro interior es la siguiente:

$$diámetro\ teórico = \sqrt{\frac{4 * Q_{línea}}{\pi * velocidad}}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras aplicar esta fórmula a la red de ACS.

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta	Caudal línea	Diámetro Interior Teórico (mm)
1	1	2	Termobatidora	1,69	40,6
2	2	3	Termobatidora	1,69	40,6
3	3	4		1,29	35,5
4	4	5	Ducha	0,30	17,1
5	5	6	Ducha	0,20	14,0
6	6	7	Ducha	0,10	9,9
7	4	8		0,99	31,1
8	8	9	Fregadero	0,10	9,9
9	8	10		0,88	29,4
10	10	11	x2 Lavabo	0,58	23,9
11	11	12	x2 Lavabo	0,45	21,1
12	10	13	Ducha	0,30	17,1
13	13	14	Ducha	0,20	14,0
14	14	15	Ducha	0,10	9,9
15	12	16	x2 Lavabo	0,32	17,8
16	16	17	x2 Lavabo	0,19	13,8
17	17	18	Lavabo	0,06	8,0

Una vez obtenidos los valores de los diámetros interiores teóricos se calculan los diámetros nominales para el material escogido. Se escogen los diámetros nominales comerciales inmediatamente superiores al teórico obtenido, para unas condiciones de trabajo de 0.6 MPa o 6 bar.

Luis Cases Villamuelas
 ANEJO 5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS

Presión Nominal, PN, en bar												
SDR	6		7,4		9		11		13,6		17	
5	2,5		3,2		4		5		6,3		8	
PE-40	-		10		8		6		5		4	
PE-80	25		20		16		12,5		10		8	
PE-100	-		25		20		16		12,5		10	
DN(mm)	e(mm)	Di(mm)	e(mm)	Di(mm)	e(mm)	Di(mm)	e(mm)	Di(mm)	e(mm)	Di(mm)	e(mm)	Di(mm)
16	3,4	9,2	2,7	10,6	2,3	11,4	-	-	-	-	-	-
20	3,9	12,2	3,4	13,2	2,7	14,6	2,3	15,4	-	-	-	-
25	4,8	15,4	4	17	3,4	18,2	2,7	19,6	2,3	20,4	-	-
32	6,1	19,8	5	22	4,1	23,8	3,4	25,2	2,8	26,4	2,3	27,4
40	7,5	25	6,2	27,6	5,1	29,8	4,2	31,6	3,5	33	2,8	34,4
50	9,3	31,4	7,7	34,6	6,3	37,4	5,2	39,6	4,2	41,6	3,4	43,2
63	11,7	39,6	9,6	43,8	8	47	6,5	50	5,3	52,4	4,3	54,4
75	13,9	47,2	11,5	52	9,4	56,2	7,6	59,8	6,3	62,4	5,1	64,8
90	16,7	56,6	13,7	62,6	11,3	67,4	9,2	71,6	7,5	75	6,1	77,8
110	20,3	69,4	16,8	76,4	13,7	82,6	11,1	87,8	9,1	91,8	7,4	95,2
125	23	79	19	87	15,6	93,8	12,7	99,6	10,3	104,4	8,3	108,4
140	25,8	88,4	21,3	97,4	17,4	105,2	14,1	111,8	11,5	117	9,3	121,4
160	29,4	101,2	24,2	111,6	19,8	120,4	16,2	127,6	13,1	133,8	10,6	138,8
180	33	114	27,2	125,6	22,3	135,4	18,2	143,6	14,8	150,4	11,9	156,2
200	36,7	126,6	30,3	139,4	24,8	150,4	20,2	159,6	16,3	167,4	13,2	173,6
225	41,3	142,4	34	157	27,9	169,2	22,7	179,6	18,4	188,2	14,9	195,2
250	45,8	158,4	37,8	174,4	30,8	188,4	25,1	199,8	20,4	209,2	16,4	217,2
280	51,3	177,4	42,3	195,4	34,6	210,8	28,1	223,8	22,8	234,4	18,4	243,2
315	57,7	199,6	47,6	219,8	38,9	237,2	31,6	251,8	25,7	263,6	20,7	273,6
355	65	225	53,5	248	43,8	267,4	35,6	283,8	28,9	297,2	23,4	308,2
400	-	-	60,3	279,4	49,3	301,4	40,1	319,8	32,5	335	26,2	347,6
450	-	-	67,8	314,4	55,5	339	45,1	359,8	36,6	376,8	29,5	391
500	-	-	-	-	61,5	377	50,1	399,8	40,6	418,8	32,8	434,4
560	-	-	-	-	-	-	56	448	45,5	469	36,7	486,6
630	-	-	-	-	-	-	63,1	503,8	51,1	527,8	41,3	547,4
710	-	-	-	-	-	-	-	-	57,6	594,8	46,5	617
800	-	-	-	-	-	-	-	-	64,8	670,4	52,3	695,4
900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,8	782,4
1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,4	869,2
1.200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. Secciones comerciales de polietileno PE-100.

2.2.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA.

Usando los resultados obtenidos en la tabla anterior se calculan las pérdidas de carga de la red.

Para ello se ha utilizado la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

Símbolo	Nombre	Unidad
h_f	Pérdida de carga debida a la fricción	m
f	Factor de fricción de Darcy	
L	Longitud de la tubería	m
D	Diámetro interno de la tubería	m
v	Velocidad media del fluido	m/s
g	Aceleración de la gravedad	m/s ²

Línea	Etiqueta	Caudal de línea (l/s)	Diámetro interior teórico (mm)	Diámetro nominal (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)
1	Termobatidora	1,69	40,6	50	11.97	0,98	0,33
2	Termobatidora	1,69	40,6	50	4.23	0,98	0,12
3		1,29	35,5	50	36.9	0,75	0,62
4	Ducha	0,30	17,1	25	0.83	0,85	0,05
5	Ducha	0,20	14,0	20	1.6	0,99	0,17
6	Ducha	0,10	9,9	20	1.6	0,50	0,05
7		0,99	31,1	40	1.94	1,01	0,08
8	Fregadero	0,10	9,9	20	7.3	0,50	0,23
9		0,88	29,4	40	3.63	0,91	0,12
10	x2 Lavabo	0,58	23,9	32	0.54	0,95	0,03
11	x2 Lavabo	0,45	21,1	25	0.57	1,29	0,07
12	Ducha	0,30	17,1	25	5.83	0,85	0,33
13	Ducha	0,20	14,0	20	1.64	0,99	0,18
14	Ducha	0,10	9,9	20	1.64	0,50	0,05
15	x2 Lavabo	0,32	17,8	25	4.38	0,92	0,29
16	x2 Lavabo	0,19	13,8	20	0.57	0,97	0,06
17	Lavabo	0,06	8,0	20	4.97	0,32	0,07

2.2.3. CÁLCULO DE LAS PRESIONES.

El cálculo de las presiones se realiza para conocer la presión total resultante. Se realiza mediante la aplicación del teorema de Bernoulli.

$$\left(\frac{P_1}{\gamma}\right) + Z_1 = \left(\frac{P_2}{\gamma}\right) + Z_2 + \Delta_{H_{1-2}}$$

Donde:

Símbolo	Nombre
P_1	Presión en el punto inicial
P_2	Presión en el punto final
Z_1	Cota en el punto inicial
Z_2	Cota en el punto final
$\Delta_{H_{1-2}}$	Pérdidas de carga entre el punto inicial y final

Línea	Etiqueta	Diámetro nominal (mm)	Presión requerida (m)	Presión resultante (m)
1	Termobatidora	50	10	24,7
2	Termobatidora	50	10	24,6
3		50	10	23,9
4	Ducha	25	10	23,9
5	Ducha	20	10	23,7
6	Ducha	20	10	23,7
7		40	10	23,9
8	Fregadero	20	10	23,6
9		40	10	23,7
10	x2 Lavabo	32	10	23,7
11	x2 Lavabo	25	10	23,6
12	Ducha	25	10	23,4
13	Ducha	20	10	23,2
14	Ducha	20	10	23,2
15	x2 Lavabo	25	10	20,3
16	x2 Lavabo	20	10	20,3
17	Lavabo	20	10	20,2

Como puede observarse todos los puntos de la red tienen presión por encima de la requerida para su funcionamiento. Los datos obtenidos de consumo se utilizarán para el dimensionado de la red de agua fría.

2.3. DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRÍA.

La red de agua fría comienza en la acometida de la red municipal. Esta red da suministro tanto a la línea de elaboración como a la zona de oficinas. A continuación, se muestra una relación de los receptores propuestos para esta red, junto a sus consumos unitarios y totales:

Receptor	Número	Caudal unitario (l/s)	Consumo total (l/s)
Lavadora	1	0.4	0.4
Caldera	1	2.085	2.085
Centrifugadora	2	0.4	0.8
Ducha	6	0.2	1.2
Fregadero	1	0.2	0.2
Lavabo	9	0.1	0.9
Inodoro	10	0.1	1
Urinario	2	0.15	0.3

El total de caudal necesario para la red de agua fría asciende a 6.885 l/s para un funcionamiento simultáneo de todos los dispositivos.

2.3.1. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS TEÓRICOS.

Conocidos los caudales de la red el siguiente paso es el cálculo de los diámetros teóricos de las tuberías. Para esto se han determinado ciertas variables: se ha asumido una simultaneidad total de la red, lo que permite una demanda máxima simultánea de todos los dispositivos; además se ha estimado la velocidad en 1.5 m/s para el cálculo.

La fórmula para determinar el diámetro interior es la siguiente:

$$diámetro\ teórico = \sqrt{\frac{4 * Q_{línea}}{\pi * velocidad}}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras aplicar esta fórmula a la red de agua fría.

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Etiqueta	Caudal línea	Diámetro interior Teórico (mm)
1	1	2	1		7,14	83,6
2	2	3	1		2,49	49,3
3	3	4	1	Lavadora	2,49	49,3
4	4	5	1	Caldera	2,09	45,2
5	2	6	1		4,65	67,5
6	6	7	1	Centrifugadora	0,80	28,0
7	7	8	1	Centrifugadora	0,40	19,8
8	6	9	1		3,85	61,4
9	9	10	1	Ducha	0,60	24,2
10	10	11	1	Ducha	0,40	19,8
11	11	12	1	Ducha	0,20	14,0
12	9	13	1		3,25	56,4
13	13	14	1	Fregadero	0,20	14,0
14	13	15	1		3,05	54,7
15	15	16	1	x2 Lavabo	2,45	49,0
16	16	17	1	x2 Lavabo	2,25	46,9
17	17	18	1		2,05	44,8
18	18	19	1	Urinario+Inodoro	0,65	25,2
19	19	20	1	x2 Retrete	0,40	19,8
20	20	21	1	x2 Retrete	0,20	14,0
21	15	22	1	Ducha	0,60	24,2
22	22	23	1	Ducha	0,40	19,8
23	23	24	1	Ducha	0,20	14,0
24	18	25	1	x2 Lavabo	1,40	37,0
25	25	26	1	x2 Lavabo	1,20	34,3
26	26	27	1	Urinario+Inodoro	1,00	31,3
27	27	28	1		0,75	27,1
28	28	29	1	Lavabo	0,30	17,1
29	29	30	1	Inodoro	0,10	9,9
30	28	31	1	Urinario+Inodoro	0,45	21,0
31	31	32	1	x2 Inodoro	0,20	14,0

Una vez obtenidos los valores de los diámetros interiores teóricos se calculan los diámetros nominales para el material escogido. Se escogen los diámetros nominales comerciales inmediatamente superiores al teórico obtenido, para unas condiciones de trabajo de 0.6 MPa o 6 bar. Se utiliza de nuevo la Tabla 2.

2.3.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA.

Usando los resultados obtenidos en la tabla anterior se calculan las pérdidas de carga de la red.

Para ello se ha utilizado la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

Símbolo	Nombre	Unidad
h_f	Pérdida de carga debida a la fricción	m
f	Factor de fricción de Darcy	
L	Longitud de la tubería	m
D	Diámetro interno de la tubería	m
v	Velocidad media del fluido	m/s
g	Aceleración de la gravedad	m/s ²

Línea	Etiqueta	Caudal línea (l/s)	Diámetro interior Teórico (mm)	Diámetro nominal (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)
1		7,14	83,6	110	5	0,88	0,04
2		2,49	49,3	63	6,76	1,03	0,16
3	Lavadora	2,49	49,3	63	13,44	1,03	0,33
4	Caldera	2,09	45,2	50	13,23	1,21	0,53
5		4,65	67,5	90	13,58	0,86	0,15
6	Centrifugadora	0,80	28,0	32	4,58	1,30	0,39
7	Centrifugadora	0,40	19,8	25	4,43	1,13	0,42
8		3,85	61,4	75	19,7	1,13	0,45
9	Ducha	0,60	24,2	32	0,83	0,97	0,04
10	Ducha	0,40	19,8	25	1,6	1,13	0,15
11	Ducha	0,20	14,0	20	1,6	0,99	0,17
12		3,25	56,4	75	1,94	0,95	0,03
13	Fregadero	0,20	14,0	20	7,3	0,99	0,78
14		3,05	54,7	63	3,63	1,27	0,13
15	x2 Lavabo	2,45	49,0	63	0,54	1,02	0,01
16	x2 Lavabo	2,25	46,9	63	0,57	0,93	0,01
17		2,05	44,8	50	0,76	1,19	0,03
18	Urinario +Inodoro	0,65	25,2	32	0,3	1,06	0,02
19	x2 Inodoro	0,40	19,8	25	1,1	1,13	0,10
20	x2 Inodoro	0,20	14,0	20	1,1	0,99	0,12
21	Ducha	0,60	24,2	32	5,83	0,97	0,30
22	Ducha	0,40	19,8	25	1,64	1,13	0,16
23	Ducha	0,20	14,0	20	1,64	0,99	0,18
24	x2 Lavabo	1,40	37,0	50	3,58	0,81	0,07

25	x2 Lavabo	1,20	34,3	40	0,57	1,23	0,03
26	Urinario +Inodoro	1,00	31,3	40	1,12	1,03	0,05
27		0,75	27,1	32	0,75	1,22	0,06
28	Lavabo	0,30	17,1	25	3	0,85	0,17
29	Inodoro	0,10	9,9	20	1,1	0,50	0,03
30	Urinario +Inodoro	0,45	21,0	25	0,36	1,27	0,04
31	x2 Inodoro	0,20	14,0	20	1	0,99	0,11

2.3.3. CÁLCULO DE LAS PRESIONES.

El cálculo de las presiones se realiza para conocer la presión total resultante. Se realiza mediante la aplicación del teorema de Bernoulli.

$$\left(\frac{P_1}{\gamma}\right) + Z_1 = \left(\frac{P_2}{\gamma}\right) + Z_2 + \Delta_{H_{1-2}}$$

Donde:

Símbolo	Nombre
P ₁	Presión en el punto inicial
P ₂	Presión en el punto final
Z ₁	Cota en el punto inicial
Z ₂	Cota en el punto final
Δ _{H₁₋₂}	Pérdidas de carga entre el punto inicial y final

Línea	Etiqueta	Diámetro nominal (mm)	Presión requerida (m)	Presión resultante (m)
1		110	10	25,0
2		63	10	24,8
3	Lavadora	63	10	24,5
4	Caldera	50	10	23,9
5		90	10	24,8
6	Centrifugadora	32	10	24,4
7	Centrifugadora	25	10	24,0
8		75	10	24,4
9	Ducha	32	10	24,3
10	Ducha	25	10	24,2
11	Ducha	20	10	24,0
12		75	10	24,3
13	Fregadero	20	10	23,5
14		63	10	24,2
15	x2 Lavabo	63	10	24,2
16	x2 Lavabo	63	10	24,2
17		50	10	24,1
18	Urinario+Inodoro	32	10	24,1

Luis Cases Villamuelas
ANEJO 5. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y ACS

19	x2 Inodoro	25	10	24,0
20	x2 Inodoro	20	10	23,9
21	Ducha	32	10	23,9
22	Ducha	25	10	23,7
23	Ducha	20	10	23,6
24	x2 Lavabo	50	10	21,1
25	x2 Lavabo	40	10	21,0
26	Urinario+Inodoro	40	10	21,0
27		32	10	20,9
28	Lavabo	25	10	20,8
29	Inodoro	20	10	20,7
30	Urinario+Inodoro	25	10	20,9
31	x2 Inodoro	20	10	20,8

Como puede observarse todos los puntos de la red tienen presión por encima de la requerida para su funcionamiento, y, por tanto, se da por dimensionada la red de abastecimiento de agua fría.

ANEJO 6. SANEAMIENTO

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	II
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REDES DE SANEAMIENTO.....	1
3. RED DE AGUAS PLUVIALES.	1
3.1. SUMIDEROS.....	1
3.2. CANALONES.....	2
3.3. BAJANTES.	3
3.4. COLECTORES.....	4
3.5. ARQUETAS.....	5
4. RED DE AGUAS RESIDUALES.....	5
4.1. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	5
4.2. RAMALES COLECTORES.....	6
5. RED DE AGUAS INDUSTRIALES.	8
6. COLECTOR MIXTO.....	10

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas de la península ibérica. CTE	2
Ilustración 2. Detalle de la zona donde se sitúa la nave. Elaboración propia.	2

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de sumideros según superficie de la cubierta. HS 5 Evacuación de Aguas.	1
Tabla 2. Intensidad pluviométrica en función de la isoyeta y zona del mapa. CTE.	2
Tabla 3. Diámetro nominal de los canalones en función del área de la cubierta. HS 5 Evacuación de Aguas.	3
Tabla 4. Diámetro nominal de las bajantes en función de la superficie en proyección horizontal servida. HS 5 Evacuación de Aguas.	3
Tabla 5. Diámetro nominal de los colectores en función de la superficie en proyección horizontal servida. HS 5 Evacuación de Aguas.	4
Tabla 6. Dimensiones de las arquetas en función de diámetro del colector de salida. HS 5 Evacuación de Aguas.	5
Tabla 7. Unidades de desagüe y diámetro de los distintos aparatos sanitarios. HS 5 Evacuación de Aguas.	6
Tabla 8. Diámetros de los ramales colectores en función de las UD y la pendiente. HS 5 Evacuación de Aguas.	7
Tabla 9. Diámetros de las bajantes en función de la UD máxima y la UD máxima en cada ramal. HS 5 Evacuación de Aguas.	7
Tabla 10. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente. HS 5 Evacuación de Aguas.	9

1. INTRODUCCIÓN

Una vez calculadas las necesidades de las redes de abastecimiento de la nave, es necesario el diseño y cálculo de las redes de saneamiento que le darán servicio. En este anejo se va a describir el proceso de cálculo y diseño de dichas redes.

2. REDES DE SANEAMIENTO.

Para este proyecto se han diseñado tres tipos de redes diferentes, que convergerán finalmente en un colector mixto para su derivación a la red de saneamiento municipal:

- Red de aguas pluviales. Evacúa el agua procedente de la lluvia sobre las cubiertas de la nave.
- Red de aguas residuales. Recibe las aguas procedentes de todos los receptores sanitarios de la nave, principalmente los baños y vestuarios de la zona de oficinas.
- Red de aguas industriales. Esta red recibe las aguas de las rejillas dispuestas por la nave para la limpieza y mantenimiento de los aparatos y maquinaria de la instalación.

3. RED DE AGUAS PLUVIALES.

3.1. SUMIDEROS.

El primer paso en el cálculo es la determinación del número de sumideros necesarios, este depende de la superficie de la cubierta.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Tabla 1. Número de sumideros según superficie de la cubierta. HS 5 Evacuación de Aguas.

La superficie total de la cubierta son 1147.8 m². Según el CTE serían necesarios un mínimo de 8 sumideros, pero debido a la cubierta irregular de la nave se han planteado un total 11 con la siguiente cobertura:

Número	Superficie (m ²)
7	126.5
1	142
1	66.3
2	27

3.2. CANALONES.

Para el dimensionado de los canalones es necesario calcular el agua de lluvia que tendrán que evacuar hasta los sumideros. Esto se realiza mediante el mapa de isohietas de la península ibérica.



Ilustración 1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas de la península ibérica. CTE



Ilustración 2. Detalle de la zona donde se sitúa la nave. Elaboración propia.

Una vez localizada la nave del proyecto en el mapa se obtiene de la siguiente tabla la intensidad pluviométrica i .

	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 2. Intensidad pluviométrica en función de la isoyeta y zona del mapa. CTE.

La intensidad pluviométrica en este proyecto es de 90 mm/h al estar en la Zona A. El resto de las tablas que da el reglamento para el cálculo de los diámetros de las tuberías se dan en función de un valor de 100 mm/h, para poder utilizarlas se ha de aplicar un factor de corrección f sobre las superficies.

$$f = \frac{i}{100} = \frac{90}{100} = 0.9$$

Con el factor calculado se procede a determinar el diámetro nominal de los canalones de la nave.

Se ha escogido una pendiente del 1% para los canalones de la nave.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 3. Diámetro nominal de los canalones en función del área de la cubierta. HS 5 Evacuación de Aguas.

Número	Superficie	Superficie mayorada	DN
7	126,5	113,85	150
1	142,0	127,80	200
1	66,3	59,67	125
2	27,0	24,30	100

3.3. BAJANTES.

Las bajantes son las encargadas de recibir el agua de los canalones y bajarla a los colectores. Para determinar su diámetro de nuevo se utiliza la superficie mayorada previamente calculada siguiendo las directrices marcadas en la siguiente tabla.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 4. Diámetro nominal de las bajantes en función de la superficie en proyección horizontal servida. HS 5 Evacuación de Aguas.

Número	Superficie	Superficie mayorada	DN
7	126,5	113,85	75
1	142,0	127,80	75
1	66,3	59,67	50
2	27,0	24,30	50

3.4. COLECTORES.

Los colectores reciben el agua de las bajantes y van concurriendo unos con otros hasta desembocar finalmente en el colector mixto.

De igual forma que en los pasos anteriores se hace servir una tabla del CTE para el dimensionado de los colectores en función de la superficie de servicio. En este caso, puesto que los colectores van concurriendo, se suman las superficies para la determinación de los diámetros por tramo. Para los colectores se ha escogido una pendiente de 2%.

Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 5. Diámetro nominal de los colectores en función de la superficie en proyección horizontal servida. HS 5 Evacuación de Aguas.

Tramo	Longitud (m)	Superficie (m ²)	Superficie Acumulada (m ²)	DN (mm)
1	10	127,8	127,8	90
2	10	113,85	241,65	90
3	10	113,85	355,5	110
4	10	113,85	469,35	160
5	11,51	113,85	583,2	160
6	15,75	24,3	24,3	90
7	14,75	24,3	48,6	90
8	10	113,85	162,45	90
9	10	113,85	276,3	110
10	10	113,85	390,15	125
11	14,24	113,85	504	160

Se puede observar que existen dos colectores finales, el tramo 5 y el tramo 11. Esto se debe a que ambos desembocan en el colector mixto en el mismo punto por direcciones opuestas.

3.5. ARQUETAS.

Finalmente se termina el cálculo de la red de evacuación de aguas diseñando las arquetas necesarias en cada unión entre colectores. El tamaño de cada arqueta depende del diámetro del colector de salida y viene dado por la siguiente tabla.

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 6. Dimensiones de las arquetas en función de diámetro del colector de salida. HS 5 Evacuación de Aguas.

Tramo Entrada	Tramo Salida	DN Salida	Dimensiones Arqueta
1	2	90	40x40
2	3	110	50x50
3	4	160	60x60
4	5	160	60x60
5	Colector mixto	-	-
6	7	90	40x40
7	8	90	40x40
8	9	110	50x50
9	10	125	50x50
10	11	160	60x60
11	Colector mixto	-	-

4. RED DE AGUAS RESIDUALES.

Para el cálculo de la red de aguas residuales se hace servir igualmente el CTE para las directrices a seguir y tablas a utilizar. En este caso el método consiste en adjudicar a cada dispositivo unas unidades de desagüe (UD) en función de su uso público o privado. Una UD es equivalente a 0.03 dm³/s aproximadamente.

4.1. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

En la próxima tabla se puede observar la asignación de UD's según el tipo de dispositivo y su utilización, así como el diámetro mínimo del sifón y la derivación individual. A continuación, se presenta una lista completa de los elementos que forman la red.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Tabla 7. Unidades de desagüe y diámetro de los distintos aparatos sanitarios. HS 5 Evacuación de Aguas.

Elemento	UDs	Diámetro mínimo
Lavabo público	2	40
Lavabo privado	1	32
Inodoro público	5	100
Inodoro privado	4	100
Urinario	2	40
Ducha pública	3	50
Fregadero público	6	50

4.2. RAMALES COLECTORES.

Al igual que en la red de evacuación de aguas pluviales los colectores llevan las aguas residuales de las derivaciones, concurriendo entre sí, hasta desembocar su contenido en el colector mixto junto al resto de redes de evacuación. Los diámetros se han asignado según dictamina la siguiente tabla, se van sumando las UD's de las líneas que concurren y se asigna un diámetro en función de la pendiente y nunca se pondrá una sección menor que otra "aguas arriba". Para este proyecto todos los colectores tienen una pendiente del 2%.

En primer lugar, se van a calcular los diámetros de los ramales colectores del primer piso, luego se va a calcular la bajante, y finalmente el resto de la red hasta el colector mixto.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente		
	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 8. Diámetros de los ramales colectores en función de las UD y la pendiente. HS 5 Evacuación de Aguas.

Tramo	Longitud	UD	UD Acumulado	D (mm)	Etiqueta
1	1,1	4	4	100	Inodoro
2	0,27	1	1	32	Lavabo
3	3,05		5	100	
4	1,09	10	10	100	x2 Inodoro
5	0,36	7	17	100	Urinario+Inodoro
6	0,75		22	100	
7	1,12	7	29	100	Urinario+Inodoro
8	0,27	2	2	40	Lavabo
9	0,27	2	2	40	Lavabo
10	0,57		33	100	
11	0,27	2	2	32	Lavabo
12	0,27	2	2	32	Lavabo
13	0,58		37	100	

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 9. Diámetros de las bajantes en función de la UD máxima y la UD máxima en cada ramal. HS 5 Evacuación de Aguas.

A la bajante le corresponden 37 UD's y su ramal predecesor también cuenta con 37 UD's. El diámetro que le corresponde es de 90 mm, pero al ser el ramal anterior de 100 mm, se asigna ese.

Tramo	Longitud	UD	UD Acumulado	D (mm)	Etiqueta
14	3		37	100	Bajante

Tramo	Longitud	UD	UD Acumulado	D (mm)	Etiqueta
15	0,27	2	2	40	Lavabo
16	0,27	2	2	40	Lavabo
17	0,57		4	40	
18	0,27	2	2	40	Lavabo
19	0,27	2	2	40	Lavabo
20	0,8		8	50	
21	0,3		45	100	
22	0,27	7	52	100	Urinario+Inodoro
23	1,65	3	3	50	Ducha
24	1,65	3	3	50	Ducha
25	4,23	3	9	50	Ducha
26	1,65	3	3	50	Ducha
27	1,65	3	3	50	Ducha
28	1,14	3	9	50	Ducha
29	9,9	6	6	50	Fregadero
30	3,63		15	63	
31	0,83		76	100	
32	1,1	10	86	100	x2 Inodoro
33	1,25	10	96	100	x2 Inodoro

5. RED DE AGUAS INDUSTRIALES.

La red de aguas industriales es una serie de rejillas colocadas en las zonas de elaboración y almacenamiento para la limpieza y mantenimiento de las máquinas. La propia maquinaria utilizada no vierte directamente a la red. Durante el proceso los decanters vierten la parte sólida (alperujo) a un tornillo sin fin que la lleva a un pozo ciego desde donde se bombea a la tolva de alperujos para su eventual retirada. La parte líquida (alpechín) se elimina en las centrifugadoras verticales, desde donde se envía al cuarto de alpechines donde se almacena hasta su retirada.

Para el cálculo de la red se ha transformado la superficie en UD's siguiendo la misma fórmula utilizada en el colector mixto.

$$Superficie = f * 0.36 * UD ; UD = \frac{Superficie}{f * 0.36}$$

Sala	Superficie (m ²)	UD
Depósitos	69,7	194
	69,7	194
	69,7	194
Elaboración	80	222
	80	222
	80	222
	80	222
Aclaradores	39,6	110
Alpechines	13,5	38
Patio	128	356
	128	356

A continuación, se ha calculado el resto de la red como colector horizontal siguiendo las directrices del CTE.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 10. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente. HS 5 Evacuación de Aguas.

Tramo	Longitud	UD	UD acumulada	DN	Etiqueta
1	7,83	194	222	110	Rejilla Depositos
2	7,83	194	416	125	Rejilla Depositos
3	7,45	194	610	160	Rejilla Depositos
4	9,11	110	110	90	Rejilla Aclaradores
5	1,53		720	160	
6	8,32	38	38	75	Rejilla Alpechines
7	10	222	260	110	Rejilla Elaboración
8	8	222	1202	200	Rejilla Elaboración
9	4,5	222	1424	200	Rejilla Elaboración
10	8	356	356	125	Rejilla Patio
11	17,47	356	712	160	Rejilla Patio
12	4,5	222	222	110	Rejilla Elaboración
13	10		934	160	
14	32,3		2358	250	

6. COLECTOR MIXTO.

Para determinar el diámetro del colector mixto se ha utilizado la misma fórmula presentada en el punto anterior. Una vez obtenido el valor de superficie total correspondiente a las 3 redes de evacuación, se determina el diámetro del colector mixto usando la tabla para colectores de aguas pluviales.

$$\text{Superficie} = f * 0.36 * UD$$

Red	UD	Superficie
Aguas Residuales	96	31,10
Aguas Pluviales		1087,20
Aguas Industriales	2358	763,99

	Longitud (m)	Superficie (m ²)	DN
Colector mixto	5	1882,30	250

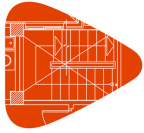
ANEJO 7. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....	3
2. AGENTES INTERVINIENTES.....	3
2.1. Identificación.....	3
2.1.1. Productor de residuos (promotor).....	3
2.1.2. Poseedor de residuos (constructor).....	4
2.1.3. Gestor de residuos.....	4
2.2. Obligaciones.....	4
2.2.1. Productor de residuos (promotor).....	4
2.2.2. Poseedor de residuos (constructor).....	5
2.2.3. Gestor de residuos.....	6
3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	6
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.....	8
5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	9
6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.....	12
7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA.....	13
8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA.....	14
9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	15
10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	16
11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA.....	17
12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	18
13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	18



Proyecto:
Situación:
Promotor:

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos".
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2. AGENTES INTERVINIENTES

2.1. Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto , situado en .

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	
Proyectista	
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 1.403.893,26€.

2.1.1. Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

2.1.2. Poseedor de residuos (constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.1.3. Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

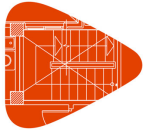
2. Obligaciones

2.1. Productor de residuos (promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la "Orden MAM/304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos".
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

2.2.2. Poseedor de residuos (constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

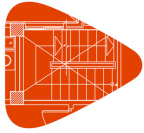
Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.2.3. Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

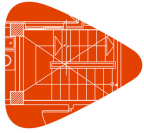
1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

Texto consolidado. Última modificación: 7 de abril de 2015

Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015.

B.O.E.: 12 de diciembre de 2015

Normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

B.O.E.: 21 de octubre de 2017

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

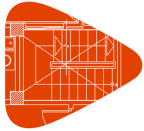
B.O.E.: 8 de julio de 2020

Plan de gestión de residuos urbanos de Castilla La Mancha 2009-2019

Decreto 179/2009, de 24 de noviembre, de la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de Castilla La Mancha.

D.O.C.M.: 27 de noviembre de 2009

B.O.E.: 30 de octubre de 2009



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Plan de Castilla La Mancha de gestión de residuos de construcción y demolición
Decreto 189/2005, de 13 de diciembre, de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla La Mancha.

D.O.C.M.: 16 de diciembre de 2005

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

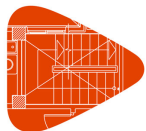
Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros



Proyecto:
Situación:
Promotor:

5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	0,001	0,001
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	0,566	0,515
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,002	0,003
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	1,191	0,567
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,008	0,005
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,353	0,471
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,284	0,473
6 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,004	0,007
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	0,005	0,003
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	0,744	0,465
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	16,051	10,701
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	8,789	7,031
RCD potencialmente peligrosos				



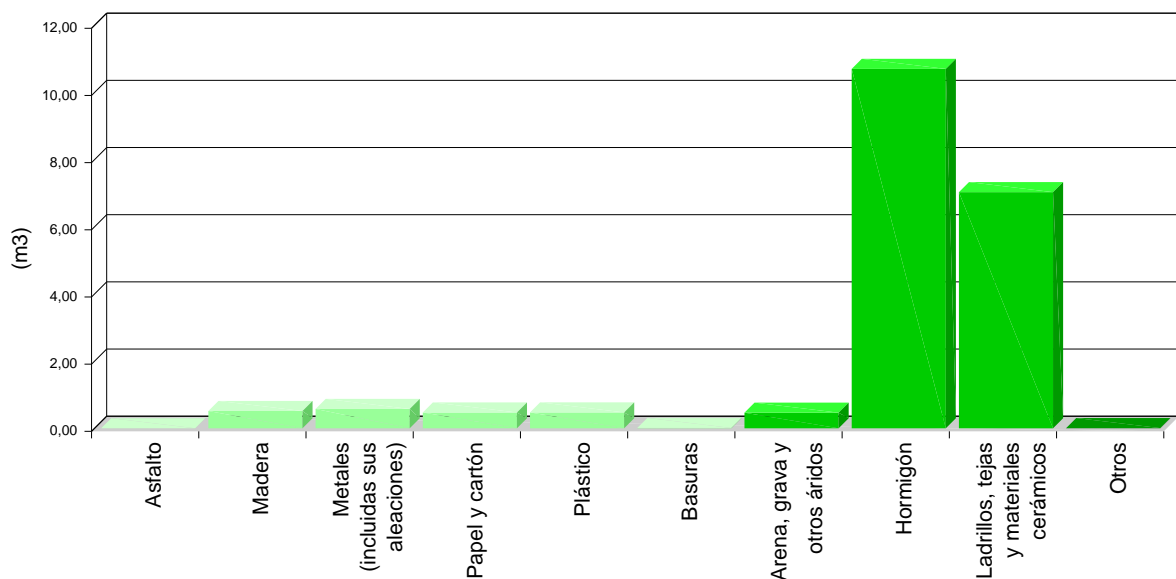
Proyecto:
Situación:
Promotor:

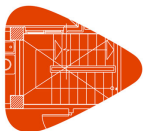
Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
1 Otros				
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	0,005	0,006

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	0,001	0,001
2 Madera	0,566	0,515
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	1,201	0,576
Papel y cartón	0,353	0,471
Plástico	0,284	0,473
Vidrio	0,000	0,000
Yeso	0,000	0,000
Basuras	0,009	0,010
RCD de naturaleza pétreo		
Arena, grava y otros áridos	0,744	0,465
Hormigón	16,051	10,701
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	8,789	7,031
4 Piedra	0,000	0,000
RCD potencialmente peligrosos		
Otros	0,005	0,006

Volumen de RCD de Nivel II

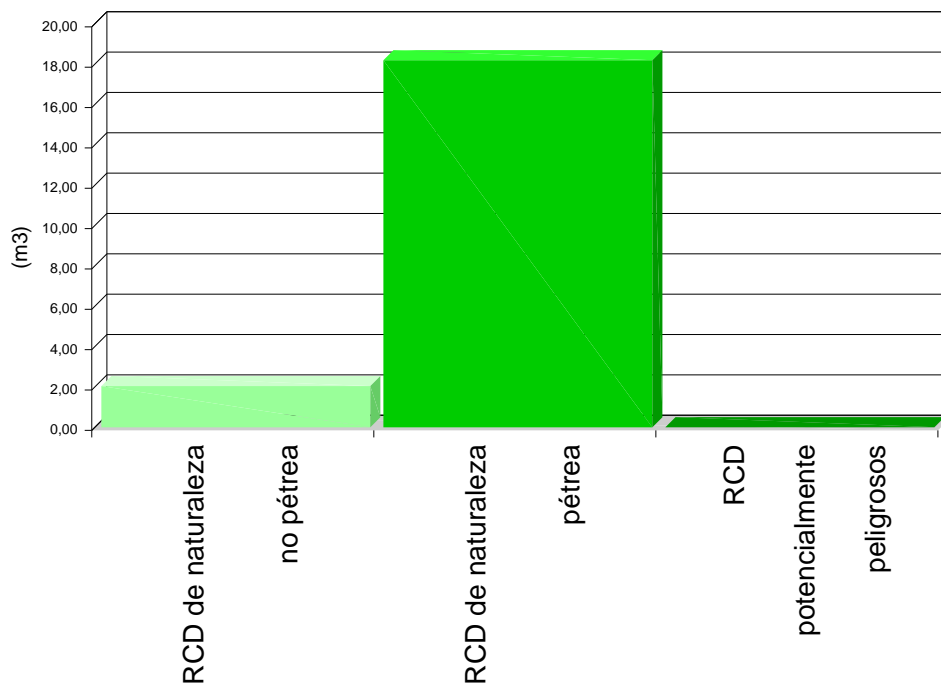




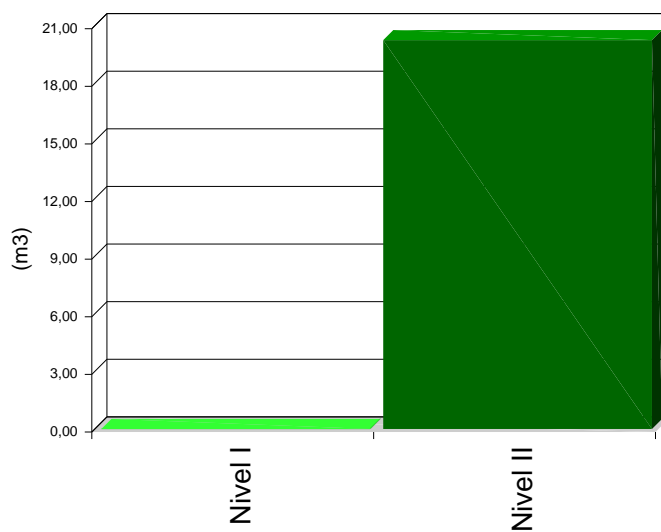
Proyecto:
Situación:
Promotor:

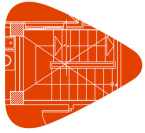
[Producido por una versión educativa de CYPE](#)

Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel I y Nivel II





Proyecto:
Situación:
Promotor:

6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.

Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.

El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.

Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.

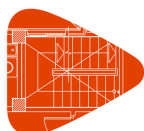
Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.

El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.

- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

Producción por una versión educativa de CYPE



Proyecto:
Situación:
Promotor:

7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

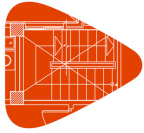
La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,001	0,001
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,566	0,515
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,002	0,003
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	1,191	0,567
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,008	0,005
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,353	0,471
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,284	0,473



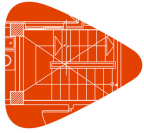
Proyecto:
Situación:
Promotor:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m ³)
6 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,004	0,007
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,005	0,003
RCD de naturaleza pétreo					
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,744	0,465
2 Hormigón					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	16,051	10,701
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	8,789	7,031
RCD potencialmente peligrosos					
1 Otros					
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,005	0,006
Notas: RCD: Residuos de construcción y demolición RSU: Residuos sólidos urbanos RNPs: Residuos no peligrosos RPs: Residuos peligrosos					

8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	16,051	80,00	NO OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	8,789	40,00	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	1,201	2,00	NO OBLIGATORIA
Madera	0,566	1,00	NO OBLIGATORIA
Vidrio	0,000	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	0,284	0,50	NO OBLIGATORIA
Papel y cartón	0,353	0,50	NO OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

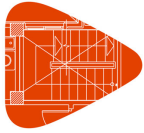
9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

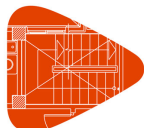
Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.

10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Subcapítulo	TOTAL (€)
TOTAL	0,00



Proyecto:
Situación:
Promotor:

11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

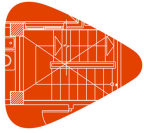
Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³
- Importe mínimo de la fianza: 150.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):			1.403.893,26€		
A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA					
Tipología	Peso (t)	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	0,000	0,000	4,00		
Total Nivel I				0,000 ⁽¹⁾	0,00
A.2. RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza pétreo	25,584	18,197	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	2,414	2,045	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,005	0,006	10,00		
Total Nivel II				2.807,79 ⁽²⁾	0,20
Total				2.807,79	0,20
Notas: ⁽¹⁾ Entre 150,00€ y 60.000,00€. ⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.					
B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN					
Concepto			Importe (€)	% s/PEM	
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.			2.105,84	0,15	
TOTAL:			4.913,63€	0,35	



Proyecto:
Situación:
Promotor:

12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, se adjuntan al presente estudio.

En los planos, se especifica la ubicación de:

- Las bajantes de escombros.
- Los acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD.
- Los contenedores para residuos urbanos.
- Las zonas para lavado de canaletas o cubetas de hormigón.
- La planta móvil de reciclaje "in situ", en su caso.
- Los materiales reciclados, como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar.
- El almacenamiento de los residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos, si los hubiere.

Estos PLANOS podrán ser objeto de adaptación al proceso de ejecución, organización y control de la obra, así como a las características particulares de la misma, siempre previa comunicación y aceptación por parte del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

EL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ANEJO 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Luis Cases Villamuelas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ÍNDICE

1. MEMORIA

- 1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido
 - 1.1.1. Justificación
 - 1.1.2. Objeto
 - 1.1.3. Contenido del EBSS
- 1.2. Datos generales
 - 1.2.1. Agentes
 - 1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución
 - 1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno
 - 1.2.4. Características generales de la obra
- 1.3. Medios de auxilio
 - 1.3.1. Medios de auxilio en obra
 - 1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos
- 1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores
 - 1.4.1. Vestuarios
 - 1.4.2. Aseos
 - 1.4.3. Comedor
- 1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar
 - 1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra
 - 1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra
 - 1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.
 - 1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas
- 1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables
 - 1.6.1. Caídas al mismo nivel
 - 1.6.2. Caídas a distinto nivel.
 - 1.6.3. Polvo y partículas
 - 1.6.4. Ruido
 - 1.6.5. Esfuerzos
 - 1.6.6. Incendios
 - 1.6.7. Intoxicación por emanaciones
- 1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse
 - 1.7.1. Caída de objetos
 - 1.7.2. Dermatitis
 - 1.7.3. Electrocuciiones
 - 1.7.4. Quemaduras
 - 1.7.5. Golpes y cortes en extremidades
- 1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento
 - 1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas
 - 1.8.2. Trabajos en instalaciones
 - 1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices
- 1.9. Trabajos que implican riesgos especiales
- 1.10. Medidas en caso de emergencia
- 1.11. Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19
- 1.12. Presencia de los recursos preventivos del contratista

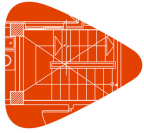
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.

3. PLIEGO

- 3.1. Pliego de cláusulas administrativas

- 3.1.1. Disposiciones generales
- 3.1.2. Disposiciones facultativas
- 3.1.3. Formación en Seguridad
- 3.1.4. Reconocimientos médicos
- 3.1.5. Salud e higiene en el trabajo
- 3.1.6. Documentación de obra
- 3.1.7. Disposiciones Económicas
- 3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares
 - 3.2.1. Medios de protección colectiva
 - 3.2.2. Medios de protección individual
 - 3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort

1. MEMORIA



Proyecto
Situación
Promotor

1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

1.1.1. Justificación

La obra proyectada requiere la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, ya que se cumplen las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

1.1.2. Objeto

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.3. Contenido del EBSS

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

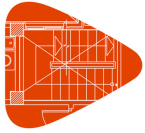
En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Datos generales

1.2.1. Agentes

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor: PRIVADO
- Autor del proyecto:
- Constructor - Jefe de obra:
- Coordinador de seguridad y salud:



Proyecto
Situación
Promotor

1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: ALMAZARA
- Plantas sobre rasante: 2
- Plantas bajo rasante: 0
- Presupuesto de ejecución material: 675.628,12€
- Plazo de ejecución: 6 meses
- Núm. máx. operarios: 23

1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: Toledo (Toledo)
- Accesos a la obra: 3
- Topografía del terreno:
- Edificaciones colindantes: 3
- Servidumbres y condicionantes: 0
- Condiciones climáticas y ambientales:

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

1.2.4. Características generales de la obra

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

1.2.4.1. Cimentación

Zapatillas aisladas

1.2.4.2. Estructura horizontal

Pórtico a dos aguas metálico

1.2.4.3. Fachadas

Placa prefabricada de hormigón

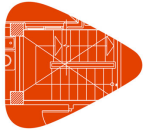
1.2.4.4. Cubierta

Panel tipo sándwich

1.3. Medios de auxilio

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.



1.3.1. Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DI STANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (urgencias)	Centro médico de Mora C. Yegros 29	20,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo C. Yegros 29 se estima en 60 minutos, en condiciones normales de tráfico.

1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

1.4.1. Vestuarios

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

1.4.2. Aseos

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro



1.4.3. Comedor

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.



Proyecto
Situación
Promotor

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional

Riesgos más frecuentes

- Electrocuaciones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

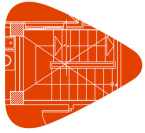
Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

Producido por una versión educativa de CYPE



1.5.1.2. Vallado de obra

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

1.5.2.1. Cimentación

Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.2. Estructura

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.



- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.3. Cerramientos y revestimientos exteriores

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

1.5.2.4. Cubiertas

Riesgos más frecuentes

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.2.5. Particiones

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes



- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

1.5.2.6. Instalaciones en general

Riesgos más frecuentes

- Electrocuaciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia.

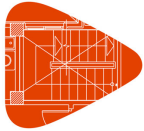
En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.3.1. Puntales

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.



1.5.3.2. Torre de hormigonado

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada".
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

1.5.3.3. Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.3.4. Andamio de borriquetas

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

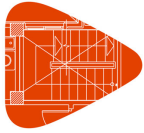
1.5.3.5. Plataforma motorizada

- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.
- Se balizará la zona situada bajo el andamio de cremallera para evitar el acceso a la zona de riesgo.
- Se cumplirán las indicaciones del fabricante en cuanto a la carga máxima.
- No se permitirán construcciones auxiliares realizadas in situ para alcanzar zonas alejadas.

1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.



- b) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.4.1. Pala cargadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

1.5.4.2. Retroexcavadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

1.5.4.3. Camión de caja basculante

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga.

1.5.4.4. Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

1.5.4.5. Hormigonera

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados



1.5.4.6. Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará $2,5 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2

1.5.4.7. Martillo picador

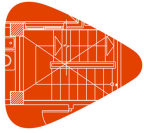
- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

1.5.4.8. Maquinillo

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material.
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

1.5.4.9. Sierra circular

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.



- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

1.5.4.10. Sierra circular de mesa

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

1.5.4.11. Cortadora de material cerámico

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o desquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- La protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo

1.5.4.12. Equipo de soldadura

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

1.5.4.13. Herramientas manuales diversas

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.



- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

1.6.1. Caídas al mismo nivel

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

1.6.2. Caídas a distinto nivel.

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

1.6.3. Polvo y partículas

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

1.6.4. Ruido

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

1.6.5. Esfuerzos

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

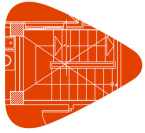
1.6.6. Incendios

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

1.6.7. Intoxicación por emanaciones

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

Producción por un sistema educativo de CYPE



1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

1.7.1. Caída de objetos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

1.7.2. Dermatitis

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

1.7.3. Electrocuaciones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

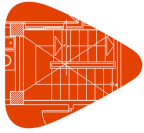
1.7.4. Quemaduras

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.



1.7.5. Golpes y cortes en extremidades

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y botas de seguridad.

1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.8.2. Trabajos en instalaciones

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

1.9. Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

1.10. Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la



situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11. Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19

- 1) Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación, el director del centro de trabajo, deberá:
 - a. Adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso.
 - b. Poner a disposición de los trabajadores agua y jabón, o geles hidroalcohólicos o desinfectantes con actividad virucida, autorizados por las autoridades sanitarias para la limpieza de manos.
 - c. Adaptar las condiciones de trabajo, incluida la ordenación de los puestos de trabajo y la organización de los turnos, así como el uso de los lugares comunes de forma que se garantice el mantenimiento de una distancia de seguridad interpersonal mínima entre los trabajadores, de acuerdo con la regulación vigente. Cuando ello no sea posible, deberá proporcionarse a los trabajadores equipos de protección adecuados al nivel de riesgo.
 - d. Adoptar medidas para evitar la coincidencia masiva de personas, tanto trabajadores como clientes o usuarios, en los centros de trabajo durante las franjas horarias de mayor afluencia previsible.
 - e. Adoptar medidas para la reincorporación progresiva de forma presencial a los puestos de trabajo y la potenciación del uso del teletrabajo cuando por la naturaleza de la actividad laboral sea posible.
- 2) Las personas que presenten síntomas compatibles con COVID-19 o estén en aislamiento domiciliario debido a un diagnóstico por COVID-19 o que se encuentren en periodo de cuarentena domiciliaria por haber tenido contacto estrecho con alguna persona con COVID-19 no deberán acudir a su centro de trabajo.
- 3) Si un trabajador empezara a tener síntomas compatibles con la enfermedad, se contactará de inmediato con el teléfono habilitado para ello por las autoridades sanitarias, y, en su caso, con los correspondientes servicios de prevención de riesgos laborales. De manera inmediata, el trabajador se colocará una mascarilla y será aislado del resto del personal, siguiendo las recomendaciones que se le indiquen, hasta que su situación médica sea valorada por un profesional sanitario.

1.12. Presencia de los recursos preventivos del contratista

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

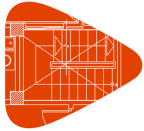
A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

Reducido por una versión educativa de CYPE

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

2.1. Y. Seguridad y salud

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003

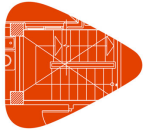
Desarrollada por:

Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

Producido por una versión educativa de CYPE

Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.

B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Manipulación de cargas

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

Utilización de equipos de trabajo

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007

Reducido por una versión reducida de CYPE



Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

2.1.1. YC. Sistemas de protección colectiva

2.1.1.1. YCU. Protección contra incendios

Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

B.O.E.: 11 de octubre de 2021

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

2.1.2. YI. Equipos de protección individual

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Ministerio de la Presidencia.



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

2.1.3. YM. Medicina preventiva y primeros auxilios

2.1.3.1. YMM. Material médico

Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

2.1.4. YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

DB-HS Salubridad

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Modificado por:

Orden por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 23 de junio de 2017

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, del Ministerio de Fomento.



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

B.O.E.: 27 de diciembre de 2019

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo

Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 31 de diciembre de 2014

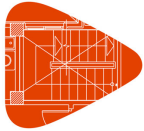
Modificado por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática

B.O.E.: 20 de junio de 2020

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

B.O.E.: 20 de junio de 2020

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo

Modificados los artículos 2 y 6 por la Orden ECE/983/2019.

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del segundo dividendo digital

Real Decreto 391/2019, de 21 de junio, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 25 de junio de 2019

Modificado por:

Orden por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento

Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 3 de octubre de 2019

2.1.5. YS. Señalización provisional de obras

2.1.5.1. YSB. Balizamiento

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

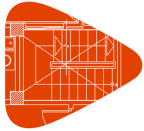
B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

2.1.5.2. YSH. Señalización horizontal

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.3. YSV. Señalización vertical

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.4. YSN. Señalización manual

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.5. YSS. Señalización de seguridad y salud

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los



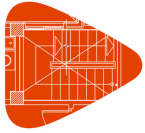
Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 4 de julio de 2015

Producido por una versión educativa de CYPE

3. PLIEGO



3.1. Pliego de cláusulas administrativas

3.1.1. Disposiciones generales

3.1.1.1. Objeto del Pliego de condiciones

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "ALMAZARA", situada en Toledo (Toledo), según el proyecto redactado por . Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

3.1.2. Disposiciones facultativas

3.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

3.1.2.2. El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud -o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

3.1.2.3. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

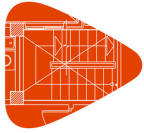
3.1.2.4. El contratista y subcontratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de



salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.5. La dirección facultativa

Se entiende como dirección facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto

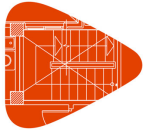
Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

3.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la dirección facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.



- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

3.1.2.8. Trabajadores Autónomos

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

3.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

3.1.2.11. Recursos preventivos

Con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud, el empresario designará para la obra los recursos preventivos correspondientes, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la dirección facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

3.1.3. Formación en Seguridad

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.



3.1.4. Reconocimientos médicos

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

3.1.5. Salud e higiene en el trabajo

3.1.5.1. Primeros auxilios

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

3.1.5.2. Actuación en caso de accidente

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

3.1.6. Documentación de obra

3.1.6.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos posteriores.

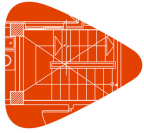
3.1.6.2. Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en



materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

3.1.6.3. Acta de aprobación del plan

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

3.1.6.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

3.1.6.5. Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Se facilitará por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

3.1.6.6. Libro de órdenes

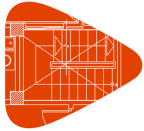
En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

3.1.6.7. Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.



3.1.7. Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
 - Precio básico
 - Precio unitario
 - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
 - Precios contradictorios
 - Reclamación de aumento de precios
 - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
- De la revisión de los precios contratados
- Acopio de materiales
- Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares

3.2.1. Medios de protección colectiva

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

3.2.2. Medios de protección individual

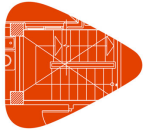
Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.



3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

3.2.3.1. Vestuarios

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

3.2.3.2. Aseos y duchas

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m² y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

3.2.3.3. Retretes

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

3.2.3.4. Comedor y cocina

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m² por cada operario que utilice dicha instalación.

Producido por una versión actualizada de V.E.