

# INDICE

Capitulo1: Estructura.....	3
1.1. Enunciado y justificación de los elementos estructurales, materiales y distribución.....	3
1.2. Cálculo de la losa interior.....	5
1.2.1. Acciones adoptadas en el cálculo.....	5
1.2.2. Modelos considerados.....	8
1.2.3. Comprobación de los resultados.....	55
1.2.4. Montaje y detalles constructivos.....	63
1.3. Cálculo de la losa de la cubierta.....	73
1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo.....	73
1.3.2. Modelos considerados.....	77
1.3.3. Comprobación de los resultados.....	94
1.3.4. Montaje y detalles constructivos.....	97
1.4. Correas y vigas.....	100
1.4.1. Proceso de cálculo.....	100
1.4.2. Montaje y detalles constructivos.....	113
1.5. Solución adoptada.....	113
1.5.1. Losa interior.....	113
1.5.2. Losa de la cubierta.....	121
1.6. Derribos.....	123
1.6.1. Cálculos justificativos de la cantidad de material a derribar.....	124
1.6.2. Camiones para el transporte de los residuos de derribo.....	128
Capítulo 2: Instalaciones.....	129
2.1. Electricidad.....	129
2.1.1. Objeto.....	129
2.1.2. Tablas iluminancia media.....	130
2.1.3. Fórmulas utilizadas.....	152
2.1.4. Relación de líneas y cargas.....	153
2.1.5. Cálculo de las líneas y C.D.T.....	176

2.1.6. Métodos de ahorro energético .....	199
2.2. Contra incendios.....	202
2.2.1. Carga de fuego ponderada.....	202
2.2.2. Justificación de la compatibilidad de usos.....	205
2.2.3. Cálculo de la ocupación según normativa.....	207
2.2.4. Medidas contra incendios.....	212
2.3. Fontanería.....	214
2.3.1. Datos de la instalación.....	214
2.3.2. Métodos de cálculo.....	215
2.3.3. Listado de cálculos.....	218
2.4. Saneamiento.....	284
2.4.1. Datos de grupos y plantas.....	284
2.4.2. Datos de obra.....	284
2.4.3. Biblioteca.....	284
2.5. Ventilación.....	317
2.5.1. Datos del edificio.....	317
2.5.2. Método de cálculo.....	318
2.5.3. Dimensiones seleccionadas.....	320
2.5.4. Calculo de red de conductos.....	321

# **CAPÍTULO 1: ESTRUCTURA**

## **1.1. Enunciado y justificación de elementos estructurales, materiales y distribución.**

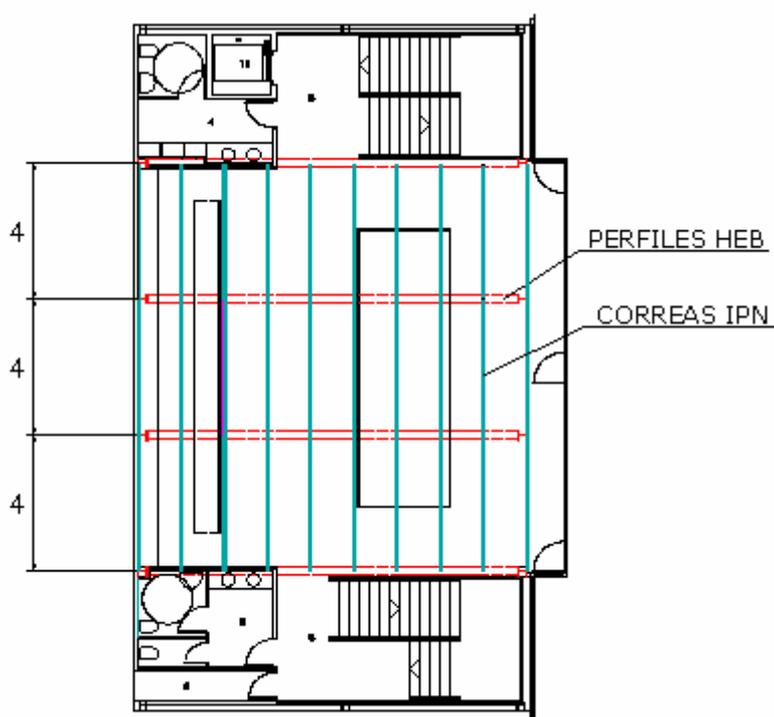
Con el presente proyecto se plantea la rehabilitación del teatro municipal Josep Maria de Sagarra de Santa Coloma de Gramenet (Barcelona).

El teatro actual consta de una única sala destinada a espectáculos (sala principal), en la planta baja del edificio. En la primera planta se sitúa el bar-cafetería. Aproximadamente en el centro de este primer piso existe un hueco de 8 metros de largo por 2,5 metros de ancho, delimitado por una barandilla, alrededor de la cual se distribuyen las mesas y sillas de dicho bar. En la segunda planta se ubica una sala sobre la que se extiende un lucernario de 12 por 2,5 metros.

Uno de los objetivos de este proyecto es la adecuación de la construcción actual para disponer de un teatro con dos salas (una en cada planta) en el que se puedan ofertar dos espectáculos diferentes simultáneamente. Por este motivo se pretende habilitar el recinto de la segunda planta (sala B), derribando el lucernario y cubriendo posteriormente esta zona de la cubierta. La intención es destinar esta nueva sala a espectáculos de pequeño formato. El hecho de habilitar una segunda sala hará que el aforo del teatro aumente, por lo que se plantea una ampliación de la cafetería, construyendo una losa que se montará en el hueco de esta planta para poder aprovechar toda la superficie disponible. Otros de los objetivos propuestos en este proyecto es el de la rehabilitación de las instalaciones

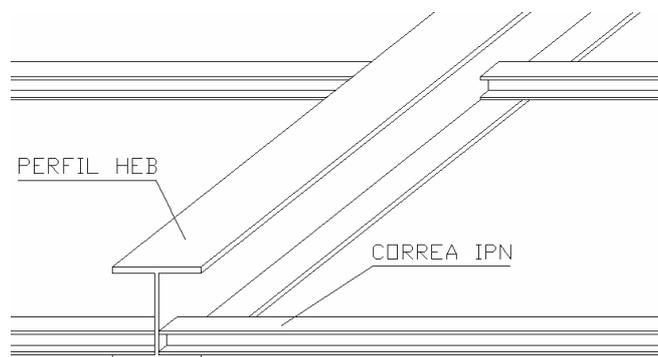
del edificio así como el estudio de los posibles métodos de ahorro energético.

El criterio que se ha decidido utilizar en lo que se refiere a la elección de elementos estructurales, materiales y distribución de estos, se basa fundamentalmente en conseguir una coherencia con la obra existente. La estructura del suelo de la zona ocupada por el bar en la primera planta está formada por 4 vigas metálicas de perfiles HEB-320, distribuidas tal y como se indica en la figura 1. Sobre estas vigas se apoyan 9 correas metálicas de perfiles IPN-80. Su distribución se ilustra en la figura 1. La estructura metálica formada por el conjunto de vigas y correas soporta el suelo existente que va dispuesto encima.

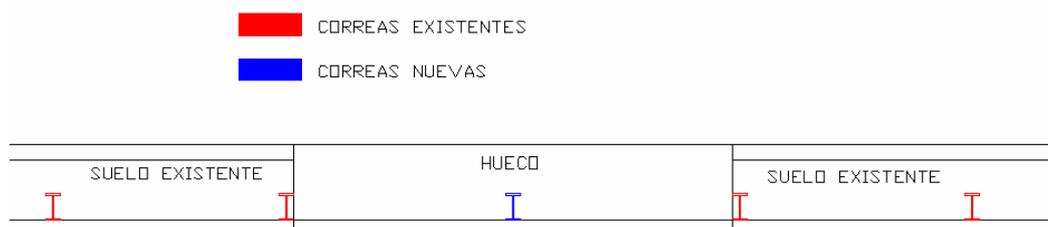


**Figura 1.** Esquema de la estructura metálica.

Teniendo en cuenta el criterio de máxima coherencia con la estructura preexistente, el suelo se construirá con una losa de hormigón armado. Esta losa se apoyará sobre las correas existentes y las que, por coherencia con la distribución de la obra, se deberán colocar en el centro del hueco (véase figura 2). Estas correas se montarán sobre las vigas presentes (figura 3).



**Figura 2.** Montaje de las correas sobre las vigas.



**Figura 3.** Distribución de las correas.

El cubrimiento del lucernario se realizará mediante una losa en la cubierta, siguiendo el mismo modelo que la estructura añadida a la segunda planta (zona del bar) en lo que se refiere a elementos estructurales, materiales y distribución. De este modo las vigas serán perfiles metálicos HEB-320 y las correas IPN-80.

## 1.2. Cálculo de la losa interior

Denominamos losa interior a la que se colocará en el hueco existente en la zona del bar.

### 1.2.1. Acciones adoptadas en el cálculo

#### **Descripción de las acciones sobre la estructura**

Para el cálculo de la estructura se han tenido en cuenta las siguientes acciones:

1. Cargas permanentes

Peso Propio: Se considera el peso correspondiente a la losa de hormigón.

2. Cargas variables

Sobrecarga de uso: Se considera el valor de la sobrecarga de uso en la zona donde se construirá la losa de hormigón armado, el bar del teatro.

**Coefficientes de mayoración de las cargas**

Según la tabla 95.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), los coeficientes de seguridad para las acciones aplicables para el cálculo, considerando un nivel de control de ejecución intenso son:

TABLA 95.5

Valores de los coeficientes de mayoración de acciones  $\gamma_r$  en función del nivel de control de ejecución

Tipo de acción	Nivel de control de ejecución		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,60$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,60$	$\gamma_{G^*} = 1,80$
Variable	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 1,80$

**Figura 4.** Tabla 95.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Peso propio:

Acción permanente, Nivel de control de ejecución Intenso.

$$\gamma_G = 1.35$$

Sobrecarga de uso:

Acción variable, Nivel de control de ejecución Intenso.

$$\gamma_Q = 1.50$$

## Justificación de las acciones adoptadas en el cálculo

### Acciones permanentes

Peso propio:

$$P_p = P_e h \times h \times \gamma_G = 2,5T / m^3 \times 0,25m \times 1,35 = 0,625T / m^2 \times 1,35 = 0,8438T / m^2 \approx 0,85T / m^2$$

Siendo:

$P_p$ : Peso propio del hormigón

$P_e h$ : Peso específico del hormigón

$h$ : Canto de la losa

$\gamma_G$ : Coeficiente de mayoración del peso propio

### Acciones variables

Sobrecarga de uso:

Según la tabla 3.1 del volumen "Acciones en la edificación" del "Código Técnico de la Edificación" (CTE), la categoría de uso de la zona donde se va a construir la losa se considera *Categoría de uso C -Zonas de acceso al público* (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B y D)-. Considerando el bar como una zona anexa al teatro, se determina una *Subcategoría de uso C5 -Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)-* para la misma.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4),(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

**Figura 5.** Tabla 3.1 del volumen "Acciones en la edificación" del "CTE".

$$S_{C_{uso}} = S_C \times \gamma_Q = 0,5T / m^3 \times 1,5 = 0,75T / m^2$$

Siendo:

$S_{C_{uso}}$ : Sobrecarga de uso mayorada  
 $S_C$ : Sobrecarga de uso  
 $\gamma_Q$ : Coeficiente de mayoración de la sobrecarga

### Carga Total

La carga total considerada para realizar el armado de la losa es:

$$q_{TOTAL} = P_P + S_{C_{uso}} = 0,85T / m^2 + 0,75T / m^2 = 1,6T / m^2$$

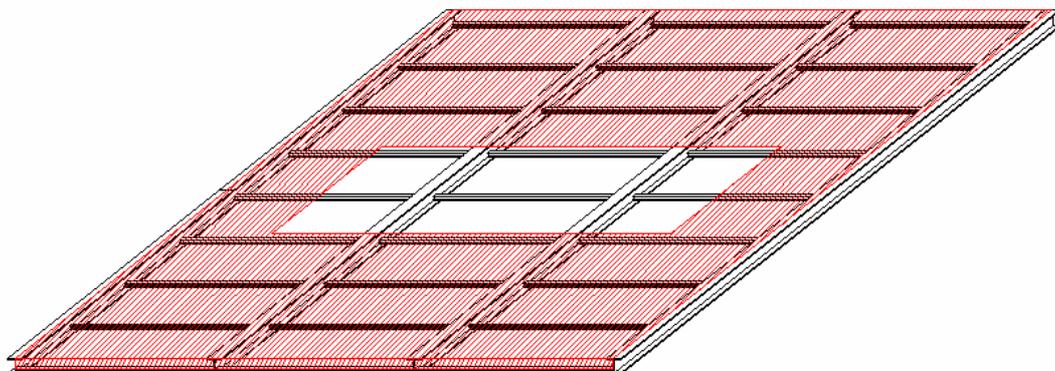
### 1.2.2. Modelos considerados

Para la construcción de la losa que cubrirá el hueco existente se han planteado distintos modelos objeto de estudio de los cuales se escogerá la solución más adecuada.

#### **A. Modelo 1**

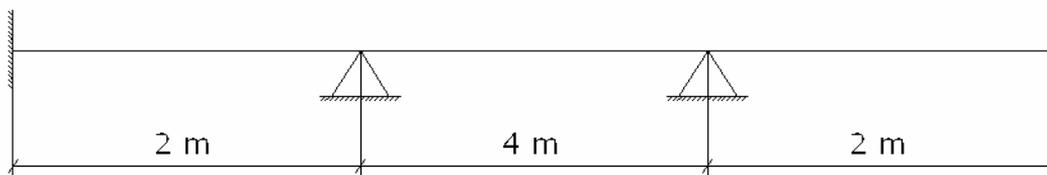
##### **Descripción**

El primer modelo considerado consiste en construir la losa, en el hueco existente, empotrando los extremos de la misma por medio del empalme por solapamiento de su armadura. En este caso, la losa a estudiar tendrá unas dimensiones de 8 metros de largo x 2,5 de ancho y el área descrita será de 20 m<sup>2</sup>.



**Figura 6.** Modelo 1.

El modelo estructural objeto de estudio y sus dimensiones son (figura 7):



**Figura 7.** Modelo estructural 1.

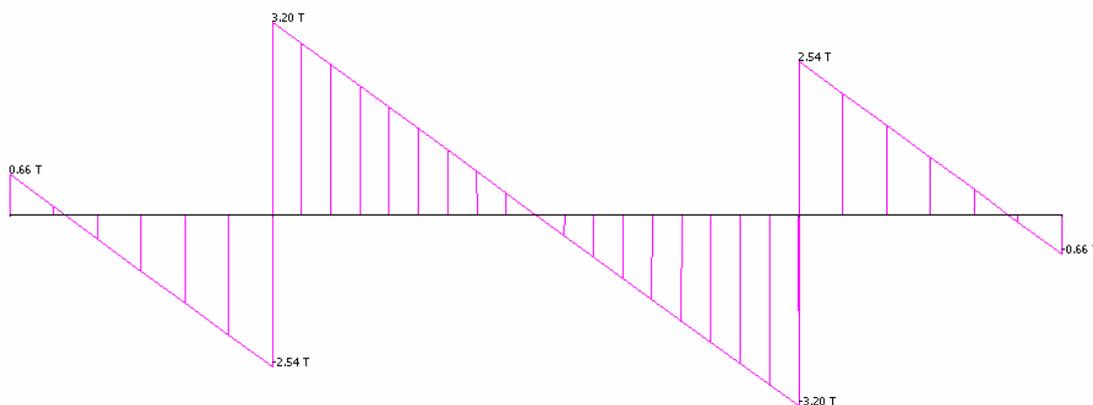
Los cálculos estructurales se realizarán a partir del momento más desfavorable y considerando un ancho de 1 metro. Los resultados obtenidos se adaptarán finalmente para el ancho de losa requerido.

### Cálculo del armado

Los cálculos para realizar el armado de la viga se han efectuado de forma manual aproximada siguiendo la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE). Finalmente, para comprobar la veracidad de los resultados, se ha utilizado el soporte informático "WinEva6".

Para una mayor precisión en los cálculos realizados manualmente se tomarán como datos de inicio los diagramas de Cortante y Momento Flector que facilita el programa informático.

Diagrama de Cortante:



**Figura 8.** Diagrama de Cortante del modelo 1.

Diagrama de Momento Flector:

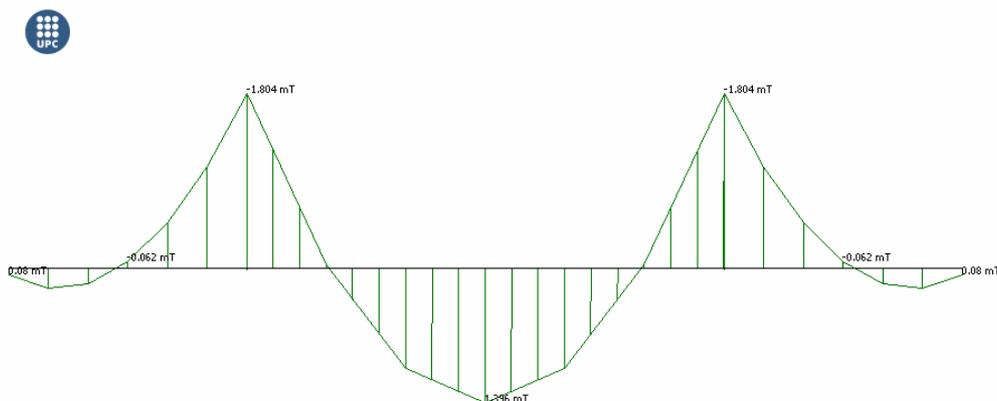


Figura 9. Diagrama de Momento Flector del modelo 1.

Por motivos de coherencia con la obra existente, para que el grosor del suelo definitivo sea constante, el canto de la losa será de 25 cm (0,25 m).

Como ya se ha comentado anteriormente, para realizar los cálculos se considerará un ancho de viga de 1 metro. Posteriormente se adaptará la solución para el ancho de losa requerida.

Según la tabla 8.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la Clase general de exposición a la que está sometida la losa es *No agresiva (tipo I)*.

Tabla. 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos	-sótanos no ventilados -cimentaciones -tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	Ilb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	-construcciones exteriores protegidas de la lluvia -tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIa	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

Figura 10. Tabla 8.2.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Para determinar el valor del recubrimiento (que depende del tipo de hormigón utilizado, HA-25, y de la clase de exposición a la que está expuesta), se ha utilizado la tabla 37.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

TABLA 37.2.4  
Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc
25 ≤ f <sub>ck</sub> < 40	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
f <sub>ck</sub> ≥ 40	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

(\*) El proyectista fijará el recubrimiento al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las armaduras frente a la acción agresiva ambiental.

(\*\*) En el caso de clases de exposición H, F ó E, el espesor del recubrimiento no se verá afectado.

**Figura 11.** Tabla 37.2.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

El recubrimiento se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$r = r_{\min} + A_r$$

Siendo:

r: recubrimiento nominal

r<sub>min</sub>: recubrimiento mínimo

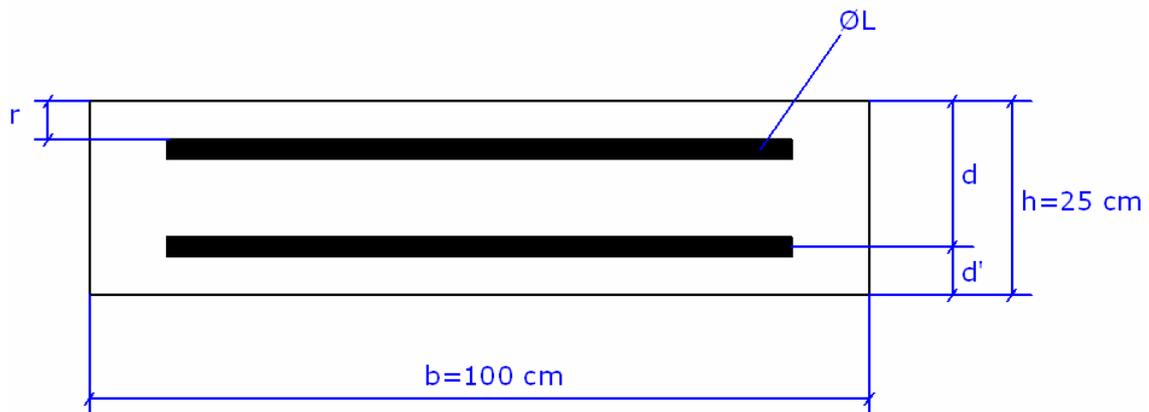
A<sub>r</sub>: margen de recubrimiento

Según la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), el valor del margen del recubrimiento depende del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución. Al encontramos ante una viga de hormigón in situ y un nivel intenso de control de ejecución, el margen correspondiente es de 5 milímetros.

$$r = r_{\min} + A_r = 20\text{mm} + 5\text{mm} = 25\text{mm}$$

Como hipótesis de cálculo se han considerado:

$$\begin{aligned}\varnothing_t &= 0 \text{ mm} \\ \varnothing_L &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$



**Figura 12.** Sección de la losa.

$$d = h - r - \varnothing_t - \frac{1}{2} \times \varnothing_L$$

Siendo:

- h: Canto de la viga
- r: Recubrimiento de la viga
- $\varnothing_t$ : Diámetro de las estribos
- $\varnothing_L$ : Diámetro de las barras longitudinales

$$d = 250 - 25 - 0 - \frac{1}{2} \times 20 = 215 \text{ mm}$$

Los materiales que se utilizarán son hormigón HA-25 y acero B400 S. Los parámetros de dichos materiales son:

#### HA-25

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

$$\gamma_C = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 \text{ N/mm}^2$$

**B400 S**

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 347,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_y = 1,74 \text{ ‰}$$

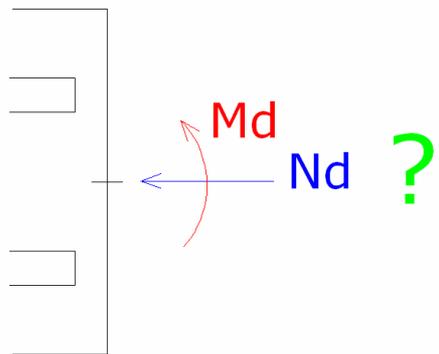
$$X_{lim} = 0,668 \times d = 0,668 \times 215 \text{ mm} = 143,62 \text{ mm}$$

$$\mu_{lim} = 0,333$$

$$\omega_{lim} = 0,4545$$

**CÁLCULO DEL ARMADO DE LA SECCIÓN**

- *Flexión*



**Figura 13.**

Como la viga no está sometida a esfuerzos axiales, nos encontramos ante un caso de *flexión simple*.

$$M_d = 1,81 \text{ T}\cdot\text{m} = 18,1 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\mu_d = \frac{M_d}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{18,1 \cdot 10^6}{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215^2} \approx 2,35 \cdot 10^{-2}$$

$$\mu_d \leq \mu_{lim} ?$$

$$0,0235 \leq 0,333 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$\mu_d = \omega - \frac{\omega^2}{1,7}$$

$$\omega = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times \mu_d} = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times 0,0235} \approx 0,0238$$

Para determinar el número de barras longitudinales que habrá que armar se utilizan las ecuaciones expuestas a continuación.

Armado con barras de  $\emptyset_{20}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,02380 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 245,1862 \text{ mm}^2 \approx 245,19 \text{ mm}^2$$

$$A_{\emptyset_{20}} = \frac{\Pi \times 20^2}{4} \approx 314,16 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\emptyset_{20}} = \frac{A_s}{A_{\emptyset_{20}}} = \frac{245,19}{314,16} \approx 0,78 \Rightarrow 2 \text{ barras}$$

A<sub>s</sub> → núm. barras  $\emptyset_{20}$  = 2 barras

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

A<sub>s</sub>' → núm. barras  $\emptyset_{20}$  = 2 barras constructivas

### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Según la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), las cuantías geométricas mínimas referidas a la sección total de hormigón para un tipo de acero B400 S son 3,3‰ (0,033).

TABLA 42.3.5

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural	Tipo de acero	
	B 400 S	B 500 S
Pilares	4,0	4,0
Losas (*)	2,0	1,8
Vigas (**)	3,3	2,8
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0
	Armadura vertical	1,2

(\*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(\*\*) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(\*\*\*) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

**Figura 14.** Tabla 42.3.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{\text{CantidadAcero}}{\text{CantidadHormigón}} \geq 0,033$$

Siendo:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{\text{núm.barras} \times (\varnothing_L)^2 \times \Pi}{4}$$

$$\text{CantidadHormigón} = b \times h$$

$$\text{CantidadAcero} = \frac{2 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 628,319 \text{mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{628,319 \text{mm}^2}{25000 \text{mm}^2} = 0,0251 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **2 barras** de un diámetro de **20 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{2 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 628,31mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{628,31mm^2}{25000mm^2} = 2,51 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras ø<sub>20</sub> = 2 barras

A continuación se comprobará que las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección a armar.

$$n_L \times \emptyset_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- n<sub>L</sub>: número barras longitudinales
- ∅<sub>L</sub>: diámetro de las barras longitudinales
- S<sub>L</sub>: espacio entre barras longitudinales
- r: recubrimiento
- b: base de la sección

$$2 \times 20 + (3 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$2 \times s_L = 910$$

$$s_L = 455mm = 45,5mm \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 2 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{16}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,0230 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 245,1862 \text{ mm}^2 \approx 245,19 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{16}} = \frac{\Pi \times 16^2}{4} \approx 201,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\varnothing_{16}} = \frac{A_s}{A_{\varnothing_{16}}} = \frac{245,19}{201,06} \approx 1,21 \Rightarrow 2 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$CantidadAcero = \frac{2 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 402,12mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{402,12mm^2}{25000mm^2} = 0,016 \geq 0,033 \text{ ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **3 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 603,186mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{603,186mm^2}{25000mm^2} = 0,024 \geq 0,033 \text{ ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **4 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{4 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 804,248mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{804,248\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 5 barras de un diámetro de 16 milímetros:

$$\text{Cantidad Acero} = \frac{5 \times (16)^2 \times \pi}{4} = 1005,310\text{mm}^2$$

$$\text{Cantidad Hormigón} = 1000 \times 25 = 25000\text{mm}^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{1005,310\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,040 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

$A_s \rightarrow$  núm. barras  $\varnothing_{16} = 5$  barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$5 \times 16 + (5 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$4 \times s_L = 870$$

$$s_L = 217,5\text{mm} = 21,75\text{cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 5 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{12}$ :

- Armadura de tracción

$$A_S = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,0230 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 245,1862 \text{ mm}^2 \approx 245,19 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{12}} = \frac{\Pi \times 12^2}{4} \approx 113,10 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\varnothing_{12}} = \frac{A_S}{A_{\varnothing_{12}}} = \frac{245,78}{113,10} \approx 2,16 \Rightarrow 3 \text{ barras}$$

$$A_S \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{12} = 3 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_S' = 0$$

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{12} = 2 \text{ barras constructivas}$$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 339,29mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{339,29mm^2}{25000mm^2} = 0,0135 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **4 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{4 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 452,39mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{452,39mm^2}{25000mm^2} = 0,018 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **5 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{5 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 565,490mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{565,490\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,023 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **6 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{6 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 678,584\text{mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000\text{mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{678,584\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,027 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **7 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{7 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 791,681\text{mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000\text{mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{791,681\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 8 barras de un diámetro de 12 milímetros:

$$CantidadAcero = \frac{8 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 904,779mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{904,779mm^2}{25000mm^2} = 0,036 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras ø<sub>12</sub> = 8 barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$8 \times 12 + (8 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$7 \times s_L = 854$$

$$s_L = 122mm = 12,2cm \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales (12cm).

- Armadura de compresión

$$A_S' = 0$$

A<sub>S</sub>' → núm. barras ø<sub>12</sub> = 2 barras constructivas

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

A<sub>S</sub>' → núm. barras ø<sub>12</sub> = 8 barras

Para el armado de la losa se utilizarán barras de diámetro 16 milímetros ya que, comúnmente, el espaciado entre barras suele ser de 200 milímetros. La distancia entre barras calculada, se aproximará a 200 milímetros, por ser un valor estándar que facilita el montaje y la compra de materiales (malla electrosoldada).

El armado inferior y superior de la losa lo forman dos sistemas de barras dispuestos perpendicularmente entre sí (armado principal y secundario). Los cálculos realizados anteriormente son aplicables para ambos sistemas, es decir, todas las barras serán de igual diámetro y estarán separadas por la misma distancia.

Los cálculos del armado a flexión se han realizado tomando como momento de diseño el momento de mayor valor absoluto ( $-1,81 \text{ T}\cdot\text{m}$ ) del diagrama de momento flector facilitado por el programa WinEva 6 (figura 9). Como el momento tiene un valor negativo, el área sometida a tracción se coloca en la parte superior de la viga y el área comprimida en la parte inferior.

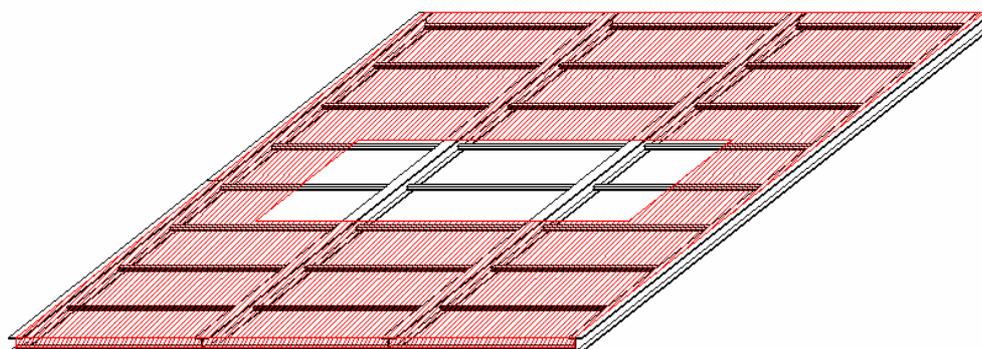
Si se realizase el cálculo del armado longitudinal correspondiente al momento positivo de mayor valor del diagrama ( $+1,396 \text{ T}\cdot\text{m}$ ), el área traccionada se colocaría en la parte inferior y la comprimida en la superior.

Se ha decidido realizar un armado simétrico de la armadura, colocándose el mismo número de barras en el área traccionada que en la comprimida. Por esta razón no será necesario calcular el armado correspondiente al momento de valor  $+1,396 \text{ T}\cdot\text{m}$ , ya que el calculado es el mayor (en valor absoluto) del diagrama de momento flector.

## B. Modelo 2

### Descripción

El segundo modelo considerado plantea la construcción de la losa, dejando sus extremos en voladizo. De esta manera, la losa a estudiar tendrá unas dimensiones de 8 metros de largo x 2,5 de ancho, describiéndose un área de 20 m<sup>2</sup>.



**Figura 15.** Modelo 2.

El modelo estructural objeto de estudio y sus dimensiones son (figura 16):



**Figura 16.** Modelo estructural 2.

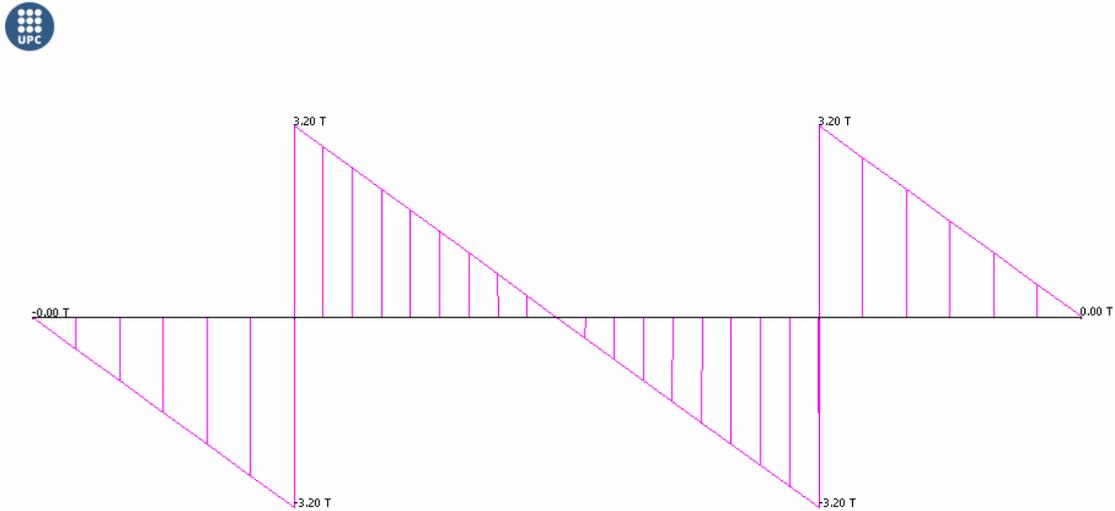
Los cálculos estructurales se realizarán a partir del momento más desfavorable y considerando un ancho de 1 metro. Los resultados obtenidos se adaptarán finalmente para el ancho de losa requerido.

### Cálculo del armado

Los cálculos para realizar el armado de la viga se han efectuado de forma manual aproximada siguiendo la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE). Finalmente, para comprobar la veracidad de los resultados, se ha utilizado el soporte informático "WinEva6".

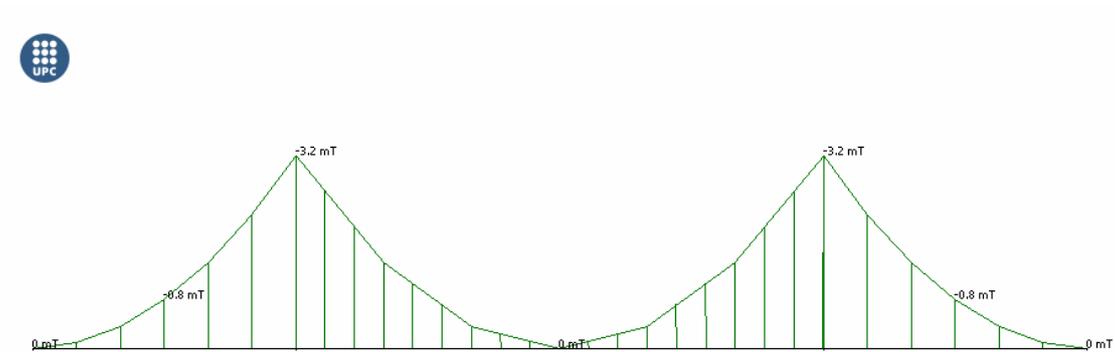
Para una mayor precisión en los cálculos realizados manualmente se tomarán como datos de inicio los diagramas de Cortante y Momento Flector que facilita el programa informático.

Diagrama de Cortante:



**Figura 17.** Diagrama de Cortante del modelo 2.

Diagrama de Momento Flector:



**Figura 18.** Diagrama de Momento Flector del modelo 2.

Por motivos de coherencia con la obra existente, para que el grosor del suelo definitivo sea constante, el canto de la losa será de 25 cm (0,25 m).

Como ya se ha comentado anteriormente, para realizar los cálculos se considerará un ancho de viga de 1 metro. Posteriormente se adaptará la solución para el ancho de losa requerida.

Según la tabla 8.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la Clase general de exposición a la que está sometida la losa es *No agresiva (tipo I)*.

**Tabla. 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras**

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	Humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos.	-sótanos no ventilados -cimentaciones -tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	Ilb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	-construcciones exteriores protegidas de la lluvia -tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIla	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIlb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIlc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

**Figura 19.** Tabla 8.2.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Para determinar el valor del recubrimiento (que depende del tipo de hormigón utilizado, HA-25, y de la clase de exposición a la que está expuesta), se ha utilizado la tabla 37.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

TABLA 37.2.4

Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc
$25 \leq f_{ck} < 40$	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
$f_{ck} \geq 40$	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

(\*) El proyectista fijará el recubrimiento al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las armaduras frente a la acción agresiva ambiental.

(\*\*) En el caso de clases de exposición H, F ó E, el espesor del recubrimiento no se verá afectado.

**Figura 20.** Tabla 37.2.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

El recubrimiento se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$r = r_{\min} + A_r$$

Siendo:

r: recubrimiento nominal

$r_{\min}$ : recubrimiento mínimo

$A_r$ : margen de recubrimiento

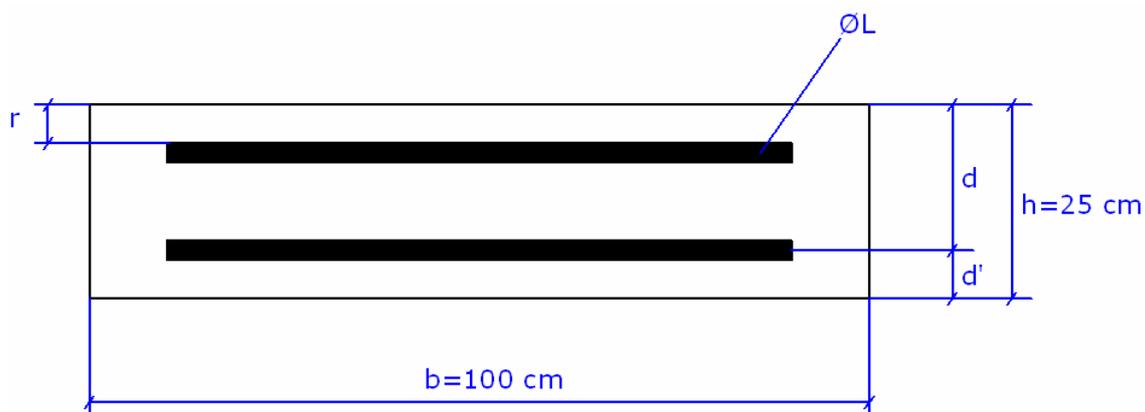
Según la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), el valor del margen del recubrimiento depende del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución. Al encontramos ante una viga de hormigón in situ y un nivel intenso de control de ejecución, el margen correspondiente es de 5 milímetros.

$$r = r_{\min} + A_r = 20\text{mm} + 5\text{mm} = 25\text{mm}$$

Como hipótesis de cálculo se han considerado:

$$\emptyset_t = 0 \text{ mm}$$

$$\emptyset_L = 20 \text{ mm}$$



**Figura 21.** Sección de la viga

$$d = h - r - \varnothing_t - \frac{1}{2} \times \varnothing_L$$

Siendo:

- h: Canto de la viga
- r: Recubrimiento de la viga
- $\varnothing_t$ : Diámetro de los estribos
- $\varnothing_L$ : Diámetro de las barras longitudinales

$$d = 250 - 25 - 0 - \frac{1}{2} \times 20 = 215 \text{ mm}$$

Los materiales que se utilizarán son hormigón HA-25 y acero B400 S. Los parámetros de dichos materiales son:

#### HA-25

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

$$\gamma_C = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 \text{ N/mm}^2$$

#### B400 S

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_S = 1,15$$

$$f_{yd} = 347,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_y = 1,74 \text{ ‰}$$

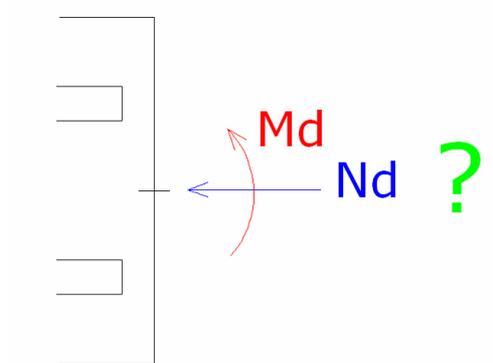
$$X_{lim} = 0,668 \times d = 0,668 \times 215 \text{ mm} = 143,62 \text{ mm}$$

$$\mu_{lim} = 0,333$$

$$\omega_{lim} = 0,4545$$

## CÁLCULO DEL ARMADO DE LA SECCIÓN

- Flexión



**Figura 22.**

Como la viga no está sometida a esfuerzos axiales, nos encontramos ante un caso de *flexión simple*.

$$M_d = 3,2 \text{ T}\cdot\text{m} = 32 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\mu_d = \frac{M_d}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{32 \cdot 10^6}{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215^2} \approx 4,154 \cdot 10^{-2}$$

$$\dot{\mu}_d \leq \mu_{\text{lim}} ?$$

$$0,04154 \leq 0,333 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$\mu_d = \omega - \frac{\omega^2}{1,7}$$

$$\omega = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times \mu_d} = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times 0,04145} \approx 0,04261$$

Para determinar el número de barras longitudinales que habrá que armar se utilizan las ecuaciones expuestas a continuación.

Armado con barras de  $\emptyset_{20}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 438,9668 \text{mm}^2 \approx 438,97 \text{mm}^2$$

$$A_{\emptyset 20} = \frac{\Pi \times 20^2}{4} \approx 314,16 \text{mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\emptyset 20} = \frac{A_s}{A_{\emptyset 20}} = \frac{438,97}{314,16} \approx 1,4 \Rightarrow 2 \text{barras}$$

$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras}$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Según la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), las cuantías geométricas mínimas referidas a la sección total de hormigón para un tipo de acero B400 S son 3,3‰ (0,033).

TABLA 42.3.5

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4,0	4,0
Losas (*)		2,0	1,8
Vigas (**)		3,3	2,8
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(\*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(\*\*) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(\*\*\*) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

**Figura 23.** Tabla 42.3.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{\text{CantidadAcero}}{\text{CantidadHormigón}} \geq 0,033$$

Siendo:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{\text{núm.barras} \times (\varnothing_L)^2 \times \Pi}{4}$$

$$\text{CantidadHormigón} = b \times h$$

Para 2 barras de un diámetro de 20 milímetros:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{2 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 628,319 \text{mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{mm}^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{628,319mm^2}{25000mm^2} = 0,0251 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 3 barras de un diámetro de 20 milímetros:

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 942,480mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{942,480mm^2}{25000mm^2} = 0,0377 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

$A_S \rightarrow$  núm. barras  $\varnothing_{20} = 3$  barras

A continuación se comprobará que las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección a armar.

$$n_L \times \varnothing_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- $n_L$ : número barras longitudinales
- $\varnothing_L$ : diámetro de las barras longitudinales
- $s_L$ : espacio entre barras longitudinales
- $r$ : recubrimiento
- $b$ : base de la sección

$$3 \times 20 + (3 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$2 \times s_L = 890$$

$$s_L = 445mm = 44,5mm \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 3 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{16}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 438,9668 \text{ mm}^2 \approx 438,97 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{16}} = \frac{\Pi \times 16^2}{4} \approx 201,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\varnothing_{16}} = \frac{A_s}{A_{\varnothing_{16}}} = \frac{438,97}{201,06} \approx 2,18 \Rightarrow 3 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 3 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 603,186mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{603,186mm^2}{25000mm^2} = 0,024 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **4 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{4 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 804,248mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{804,248mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **5 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{5 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 1005,310mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{1005,310mm^2}{25000mm^2} = 0,040 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$A_S \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 5 \text{ barras}$$

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$5 \times 16 + (5 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$4 \times s_L = 870$$

$$s_L = 217,5 \text{ mm} = 21,75 \text{ cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_S' = 0$$

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 5 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{12}$ :

- Armadura de tracción

$$A_S = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215 = 438,9668 \text{ mm}^2 \approx 438,97 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{12}} = \frac{\Pi \times 12^2}{4} \approx 113,10 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\phi 12} = \frac{A_s}{A_{\phi 12}} = \frac{438,97}{113,10} \approx 3,88 \Rightarrow 4 \text{ barras}$$

A<sub>s</sub> → núm. barras  $\phi 12$  = 4 barras

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

A<sub>s</sub>' → núm. barras  $\phi 12$  = 2 barras constructivas

### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$\text{CantidadAcero} = \frac{5 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 565,490 \text{ mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{565,490 \text{ mm}^2}{25000 \text{ mm}^2} = 0,023 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **6 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{6 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 678,584 \text{ mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{678,584 \text{ mm}^2}{25000 \text{ mm}^2} = 0,027 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **7 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{7 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 791,681mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{791,681mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **8 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{8 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 904,779mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{904,779mm^2}{25000mm^2} = 0,036 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras  $\phi_{12}$  = 8 barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$8 \times 12 + (8 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$7 \times s_L = 854$$

$$s_L = 122\text{mm} = 12,2\text{cm}$$

ok ✓

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{12} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{12} = 8 \text{ barras}$$

Para el armado de la losa se utilizarán barras de diámetro 16 milímetros ya que, comúnmente, el espaciado entre barras suele ser de 200 milímetros. La distancia entre barras calculada, se aproximará a 200 milímetros, por ser un valor estándar que facilita el montaje y la compra de materiales (malla electrosoldada).

El armado inferior y superior de la losa lo forman dos sistemas de barras dispuestos perpendicularmente entre si (armado principal y secundario). Los cálculos realizados anteriormente son aplicables para ambos sistemas, es decir, todas las barras serán de igual diámetro y estarán separadas por la misma distancia.

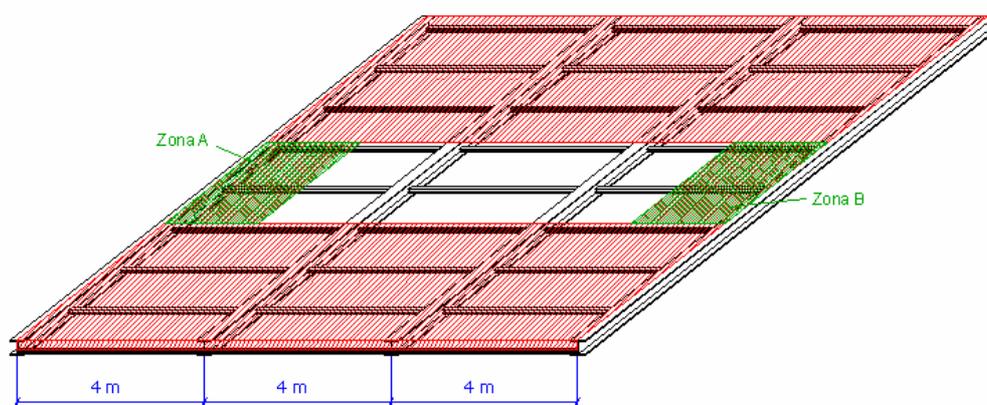
Los cálculos del armado a flexión se han realizado tomando como momento de diseño el momento de mayor valor absoluto (-3,2 T·m) del diagrama de momento flector facilitado por el programa WinEva 6 (figura 18). Como el momento tiene un valor negativo, el área sometida a tracción (que demanda mayor cantidad de acero) se coloca en la parte superior de la viga y el área comprimida en la parte inferior.

Se ha decidido realizar un armado simétrico de la armadura. Por este motivo se colocarán el mismo número de barras en el área traccionada que en la comprimida.

### C. Modelo 3

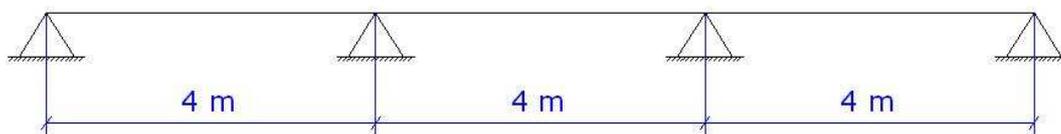
#### Descripción

El tercer modelo considerado consiste en derribar parte del suelo existente (zonas A y B; figura 24), de manera que la losa a estudiar tendrá unas dimensiones de 12 metros de largo x 2,5 de ancho, describiéndose un área de  $30\text{m}^2$ .



**Figura 24.** Modelo 3.

El modelo estructural objeto de estudio y sus dimensiones son (figura 25):



**Figura 25.** Modelo estructural 3.

En este caso se presentarán 3 zonas iguales para estudiar. Los cálculos estructurales se realizarán para una de ellas que será aplicable al resto de casos. Así, el modelo estructural simplificado, que se define como una viga biapoyada de 4 metros de largada es (véase figura 26):



**Figura 26.** Modelo estructural 3 simplificado.

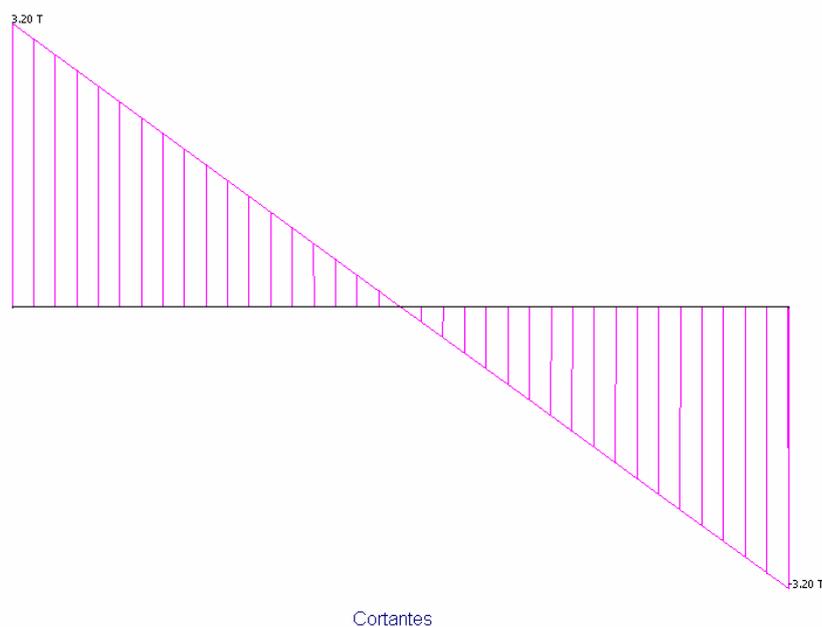
Los cálculos se realizarán considerando un ancho de 1 metro. Los resultados obtenidos se adaptarán finalmente para el ancho de losa requerido.

### Cálculo del armado

Los cálculos para realizar el armado de la viga se han efectuado de forma manual aproximada siguiendo la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE). Finalmente, para comprobar la veracidad de los resultados, se ha utilizado el soporte informático "WinEva6".

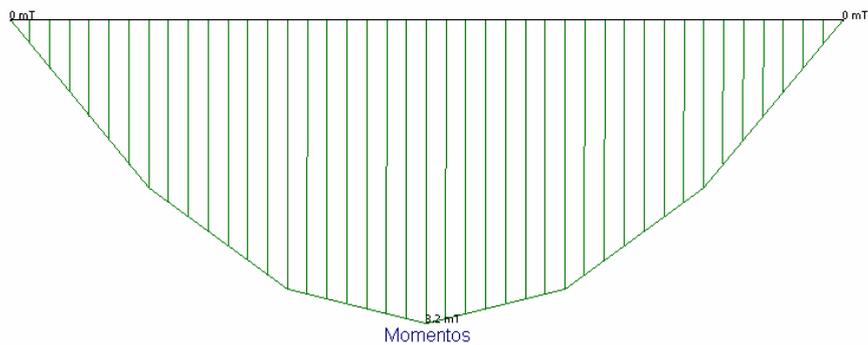
Para una mayor precisión en los cálculos realizados manualmente se tomarán como datos de inicio los diagramas de Cortante y Momento Flector que facilita el programa informático.

### Diagrama de Cortante



**Figura 27.** Diagrama de Cortante del modelo 3.

## Diagrama de Momento Flector:



**Figura 28.** Diagrama de Momento Flector del modelo 3.

Por motivos de coherencia con la obra existente, para que el grosor del suelo definitivo sea constante, el canto de la losa será de 25 cm (0,25 m).

Como ya se ha comentado anteriormente, para realizar los cálculos se considerará un ancho de viga de 1 metro. Posteriormente se adaptará la solución para el ancho de losa requerida.

Según la tabla 8.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la Clase general de exposición a la que está sometida la losa es *No agresiva (tipo I)*.

**Tabla. 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras**

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	Humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos.	- sótanos no ventilados - cimentaciones - tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	Ilb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	- construcciones exteriores protegidas de la lluvia - tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIla	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIlb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIlc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

**Figura 29.** Tabla 8.2.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Para determinar el valor del recubrimiento (que depende del tipo de hormigón utilizado, HA-25, y de la clase de exposición a la que está expuesta), se ha utilizado la tabla 37.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

TABLA 37.2.4

Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc
25 ≤ f <sub>ck</sub> < 40	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
f <sub>ck</sub> ≥ 40	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

(\*) El proyectista fijará el recubrimiento al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las armaduras frente a la acción agresiva ambiental.

(\*\*) En el caso de clases de exposición H, F ó E, el espesor del recubrimiento no se verá afectado.

**Figura 30.** Tabla 37.2.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

El recubrimiento se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$r = r_{\min} + A_r$$

Siendo:

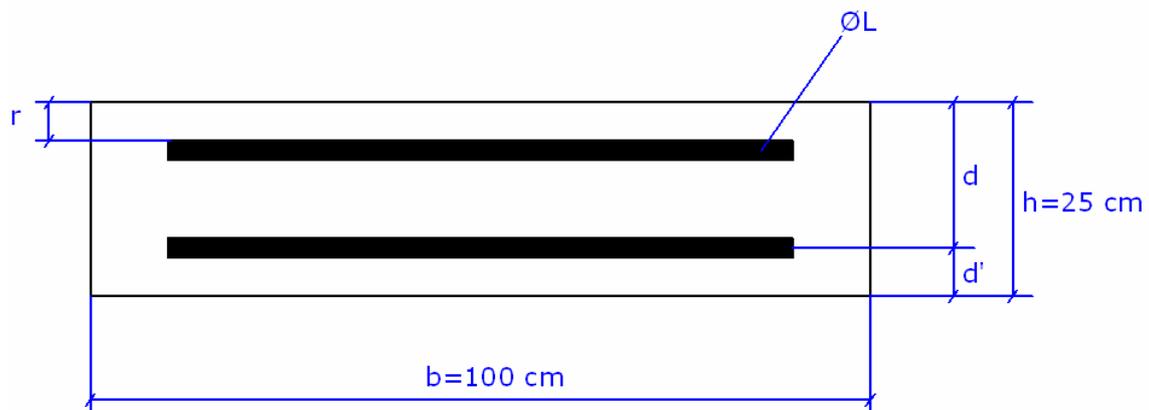
- r: recubrimiento nominal
- $r_{\min}$ : recubrimiento mínimo
- $A_r$ : margen de recubrimiento

Según la “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE), el valor del margen del recubrimiento depende del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución. Al encontramos ante una viga de hormigón in situ y un nivel intenso de control de ejecución, el margen correspondiente es de 5 milímetros.

$$r = r_{\min} + A_r = 20\text{mm} + 5\text{mm} = 25\text{mm}$$

Como hipótesis de cálculo se han considerado:

- $\varnothing_t = 0 \text{ mm}$
- $\varnothing_L = 20 \text{ mm}$



**Figura 31.** Sección de la losa.

$$d = h - r - \varnothing_t - \frac{1}{2} \times \varnothing_L$$

Siendo:

- h: Canto de la viga
- r: Recubrimiento de la viga
- $\varnothing_t$ : Diámetro de las estribos
- $\varnothing_L$ : Diámetro de las barras longitudinales

$$d = 250 - 25 - 0 - \frac{1}{2} \times 20 = 215 \text{ mm}$$

Los materiales que se utilizarán son hormigón HA-25 y acero B400 S. Los parámetros de dichos materiales son:

#### HA-25

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

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1,5 \text{ N/mm}^2$$

#### B400 S

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 347,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_y = 1,74 \text{ ‰}$$

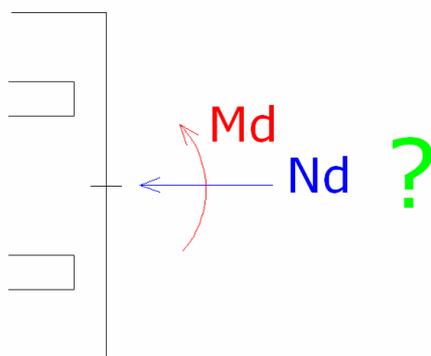
$$X_{lim} = 0,668 \times d = 0,668 \times 215 \text{ mm} = 143,62 \text{ mm}$$

$$\mu_{lim} = 0,333$$

$$\omega_{lim} = 0,4545$$

### CÁLCULO DEL ARMADO DE LA SECCIÓN

- Flexión



**Figura 32.**

Como la viga no está sometida a esfuerzos axiales, nos encontramos ante un caso de *flexión simple*.

$$M_d = 3,2 \text{ T}\cdot\text{m} = 32 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\mu_d = \frac{M_d}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{32 \cdot 10^6}{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215^2} \approx 4,154 \cdot 10^{-2}$$

$$\mu_d \leq \mu_{\text{lim}} ?$$

$$0,04154 \leq 0,333 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$\mu_d = \omega - \frac{\omega^2}{1,7}$$

$$\omega = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times \mu_d} = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times 0,04145} \approx 0,04261$$

Para determinar el número de barras longitudinales que habrá que armar se utilizan las ecuaciones expuestas a continuación.

Armado con barras de  $\emptyset_{20}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 438,9668 \text{ mm}^2 \approx 438,97 \text{ mm}^2$$

$$A_{\emptyset 20} = \frac{\pi \times 20^2}{4} \approx 314,16 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\emptyset 20} = \frac{A_s}{A_{\emptyset 20}} = \frac{438,97}{314,16} \approx 1,4 \Rightarrow 2 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Según la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), las cuantías geométricas mínimas referidas a la sección total de hormigón para un tipo de acero B400 S son 3,3‰ (0,033).

TABLA 42.3.5

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4,0	4,0
Losas (*)		2,0	1,8
Vigas (**)		3,3	2,8
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(\*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(\*\*) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(\*\*\*) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

**Figura 33.** Tabla 42.3.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{\text{Cantidad Acero}}{\text{Cantidad Hormigón}} \geq 0,033$$

Siendo:

$$\text{Cantidad Acero} = \frac{\text{núm.barras} \times (\varnothing_L)^2 \times \Pi}{4}$$

$$\text{Cantidad Hormigón} = b \times h$$

Para 2 barras de un diámetro de 20 milímetros:

$$\text{Cantidad Acero} = \frac{2 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 628,319 \text{ mm}^2$$

$$\text{Cantidad Hormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{628,319\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,0251 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 3 barras de un diámetro de 20 milímetros:

$$\text{Cantidad Acero} = \frac{3 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 942,480\text{mm}^2$$

$$\text{Cantidad Hormigón} = 1000 \times 25 = 25000\text{mm}^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{942,480\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,0377 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras ø<sub>20</sub> = 3 barras

A continuación se comprobará que las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección a armar.

$$n_L \times \varnothing_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- n<sub>L</sub>: número barras longitudinales
- ∅<sub>L</sub>: diámetro de las barras longitudinales
- s<sub>L</sub>: espacio entre barras longitudinales
- ∅<sub>t</sub>: diámetro de los estribos
- r: recubrimiento
- b: base de la sección

$$3 \times 20 + (3 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$2 \times s_L = 890$$

$$s_L = 445\text{mm} = 44,5\text{mm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 3 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{16}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215}{347,83} = 438,9668 \text{mm}^2 \approx 438,97 \text{mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{16}} = \frac{\Pi \times 16^2}{4} \approx 201,06 \text{mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\varnothing_{16}} = \frac{A_s}{A_{\varnothing_{16}}} = \frac{438,97}{201,06} \approx 2,18 \Rightarrow 3 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 3 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 603,186mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{603,186mm^2}{25000mm^2} = 0,024 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **4 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{4 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 804,248mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{804,248mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **5 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{5 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 1005,310mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{1005,310mm^2}{25000mm^2} = 0,040 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$A_S \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 5 \text{ barras}$$

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$5 \times 16 + (5 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$4 \times s_L = 870$$

$$s_L = 217,5 \text{ mm} = 21,75 \text{ cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_S' = 0$$

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_S' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 5 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{12}$ :

- Armadura de tracción

$$A_S = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04261 \times \frac{25}{1,5} \times 1000 \times 215 = 438,9668 \text{ mm}^2 \approx 438,97 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{12}} = \frac{\Pi \times 12^2}{4} \approx 113,10 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\phi 12} = \frac{A_s}{A_{\phi 12}} = \frac{438.97}{113,10} \approx 3,88 \Rightarrow 4 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras}_{\phi 12} = 4 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras}_{\phi 12} = 2 \text{ barras constructivas}$$

#### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

$$\text{CantidadAcero} = \frac{5 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 565,490 \text{ mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{565,490 \text{ mm}^2}{25000 \text{ mm}^2} = 0,023 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **6 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{6 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 678,584 \text{ mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{678,584 \text{ mm}^2}{25000 \text{ mm}^2} = 0,027 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 7 barras de un diámetro de 12 milímetros:

$$CantidadAcero = \frac{7 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 791,681mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{791,681mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para 8 barras de un diámetro de 12 milímetros:

$$CantidadAcero = \frac{8 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 904,779mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{904,779mm^2}{25000mm^2} = 0,036 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras  $\varnothing_{12}$  = 8 barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$8 \times 12 + (8 - 1) \times s_L + 2 \times 25 = 1000$$

$$7 \times s_L = 854$$

$$s_L = 122\text{mm} = 11,2\text{cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_S' = 0$$

$A_S' \rightarrow$  núm. barras  $\varnothing_{12} = 2$  barras constructivas

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$A_S' \rightarrow$  núm. barras  $\varnothing_{12} = 8$  barras

Para el armado de la losa se utilizarán barras de diámetro 16 milímetros ya que, comúnmente, el espaciado entre barras suele ser de 200 milímetros. La distancia entre barras calculada, se aproximará a 200 milímetros, por ser un valor estándar que facilita el montaje y la compra de materiales (malla electrosoldada).

El armado inferior y superior de la losa lo forman dos sistemas de barras dispuestos perpendicularmente entre si (armado principal y secundario). Los cálculos realizados anteriormente son aplicables para ambos sistemas, es decir, todas las barras serán de igual diámetro y estarán separadas por la misma distancia.

Los cálculos del armado a flexión se han realizado tomando como momento de diseño el momento de mayor valor absoluto (+3,2 T·m) del diagrama de momento flector facilitado por el programa WinEva 6 (figura 28). Como el momento tiene un valor positivo, el área sometida a tracción (que demanda mayor cantidad de acero) se coloca en la parte inferior de la viga y el área comprimida en la parte superior.

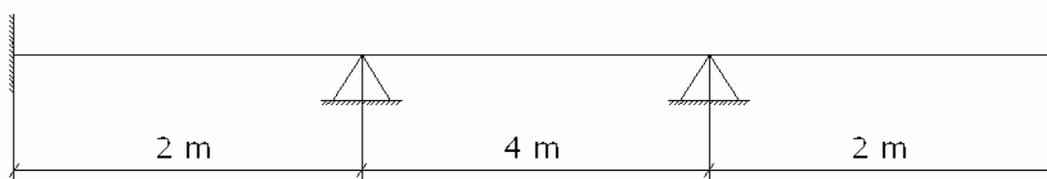
Se ha decidido realizar un armado simétrico de la armadura. Por este motivo se colocarán el mismo número de barras en el área traccionada que en la comprimida.

### 1.2.3. Comprobación de los resultados

A continuación se comprobarán los resultados obtenidos anteriormente por medio del software de cálculo estructural WinEva 6.

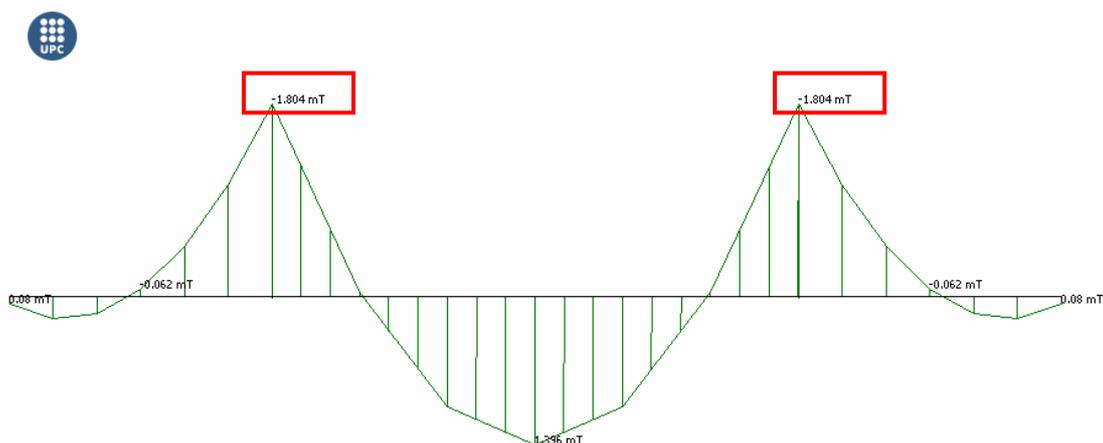
#### A. Modelo 1

El primer modelo considerado consiste en construir la losa en el hueco existente, empotrando los extremos de la misma por medio del empalme por solape de sus armaduras (figura 34).



**Figura 34.** Losa biempotrada.

La comprobación del armado se efectuará teniendo en cuenta el momento más desfavorable de la losa ( $1,804 \text{ T}\cdot\text{m}$ ), tal y como se muestra en el siguiente diagrama (figura 35).



**Figura 35.** Diagrama de Momento Flector del modelo 1.

Los datos introducidos en el soporte informático WinEva para el cálculo del armado pueden ser visualizados en la figura 36.

**EHE-98: Datos generales**

**Hormigón**  
HA-25  
Control estadístico del hormigón

**Acero de las armaduras**  
B 400 S  
Control a nivel normal

**Ejecución del hormigón armado**  
Control de ejecución a nivel intenso  
 Acción permanente  Prefabricado  
 Acción permanente de valor no constante o variable

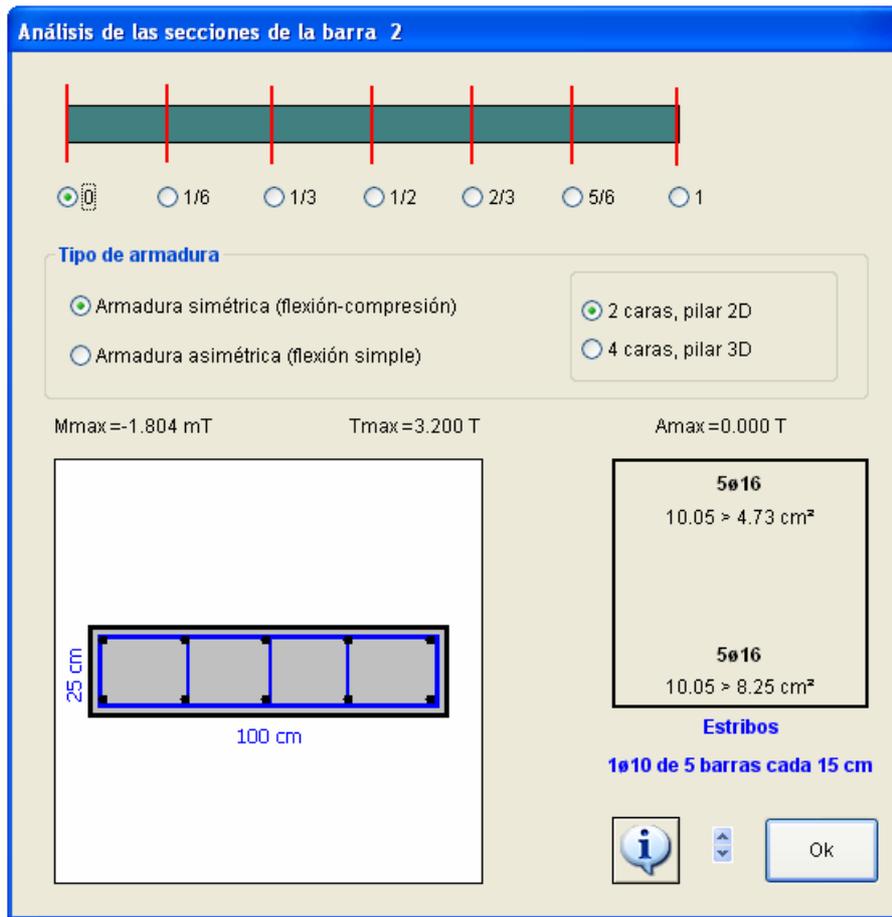
**Coeficientes de seguridad**  
Coeficiente de mayoración de cargas 1.35  
Coeficiente de minoración del hormigón 1.5  
Coeficiente de minoración del acero 1.15

**Recubrimiento armaduras (según exposición)**  
I No agresiva Rmínim 2 cm  
Ayuda  
Recubrimiento nominal Renom = 2 + 0.5 = 2.5 cm  
d' = Renom + Estribo + 1/2ø = 5.1 cm

Cancelar Ok

**Figura 36.** Datos generales introducidos en el programa.

Finalmente se muestran los resultados de armado obtenidos mediante el programa informático.



**Figura 37.** Análisis de la sección de la losa.

Como se puede observar en la figura 37, el armado calculado por la aplicación informática es de **5Ø16**, el cual coincide con el calculado anteriormente de forma manual.

Se ha decidido montar la losa con un armado simétrico; se colocarán el mismo número de barras en el área traccionada que en el área sometida a compresión.

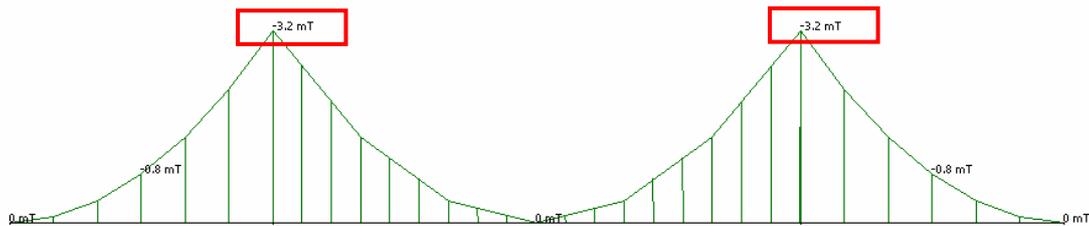
## B. Modelo 2

El segundo modelo considerado consiste en construir la losa, en el hueco existente, dejando los extremos de esta en voladizo.



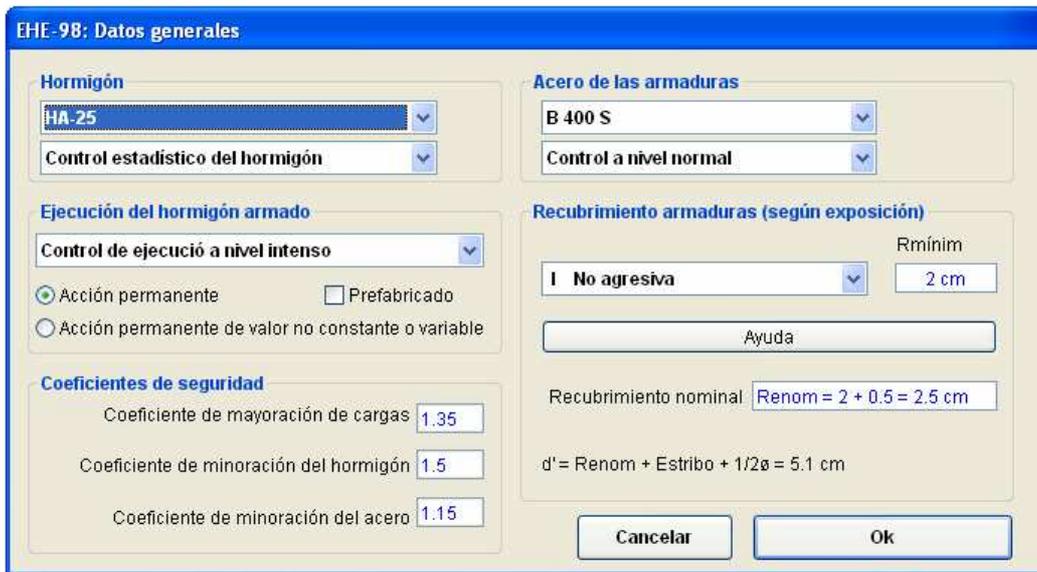
**Figura 38.** Losa en voladizo.

La comprobación del armado se efectuará teniendo en cuenta el momento más desfavorable de la losa ( $3,2 \text{ T}\cdot\text{m}$ ), tal y como se muestra en el siguiente diagrama (figura 39).



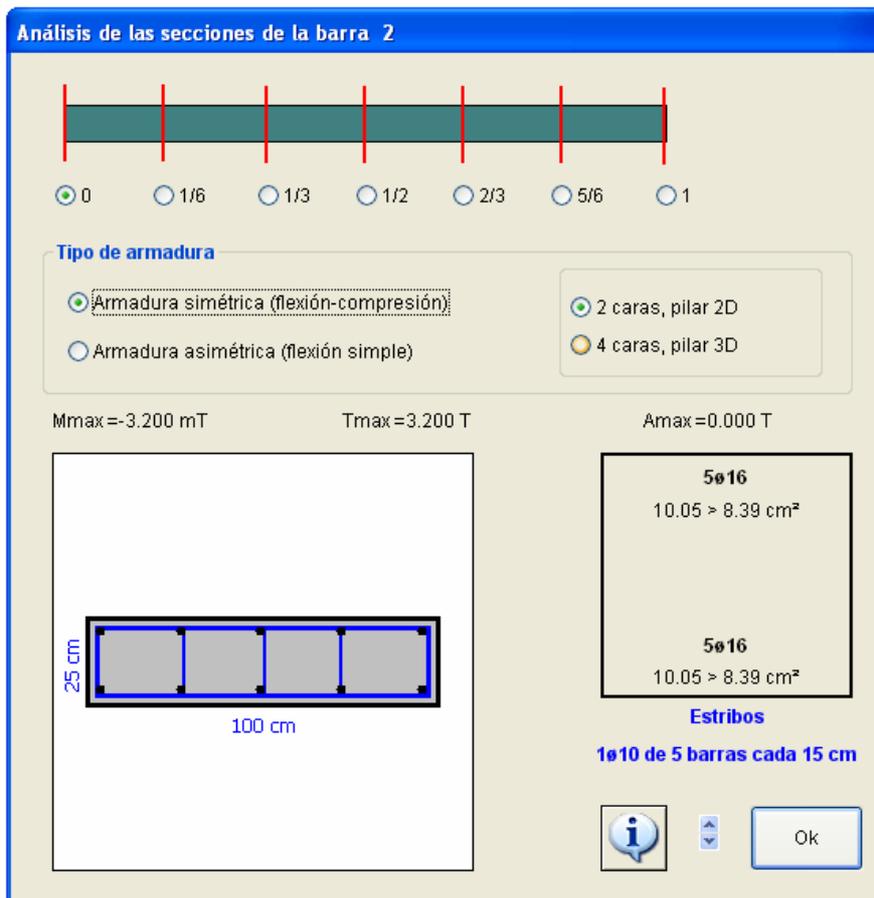
**Figura 39.** Diagrama de Momento Flector del modelo 2.

Los datos introducidos en el soporte informático WinEva para el cálculo del armado pueden ser visualizados en la figura 40.



**Figura 40.** Datos generales introducidos en el programa.

Finalmente se muestran los resultados de armado obtenidos mediante el soporte informático WinEva.



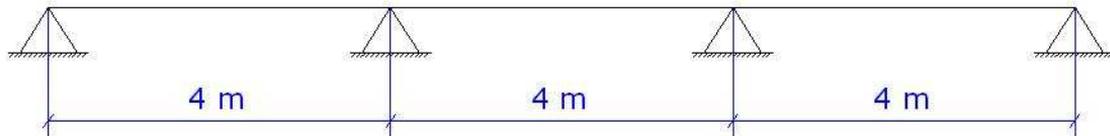
**Figura 41.** Análisis de la sección de la losa.

Como se puede observar en la figura 41, el armado calculado por la aplicación informática es de  $5\text{Ø}16$ , el cual coincide con el calculado anteriormente de forma manual.

Se ha decidido montar la losa con un armado simétrico; se colocarán el mismo número de barras tanto en el área traccionada como en el área a compresión.

### C. Modelo 3

El tercer modelo considerado consiste en una losa de 12 metros apoyada sobre los perfiles HEB.



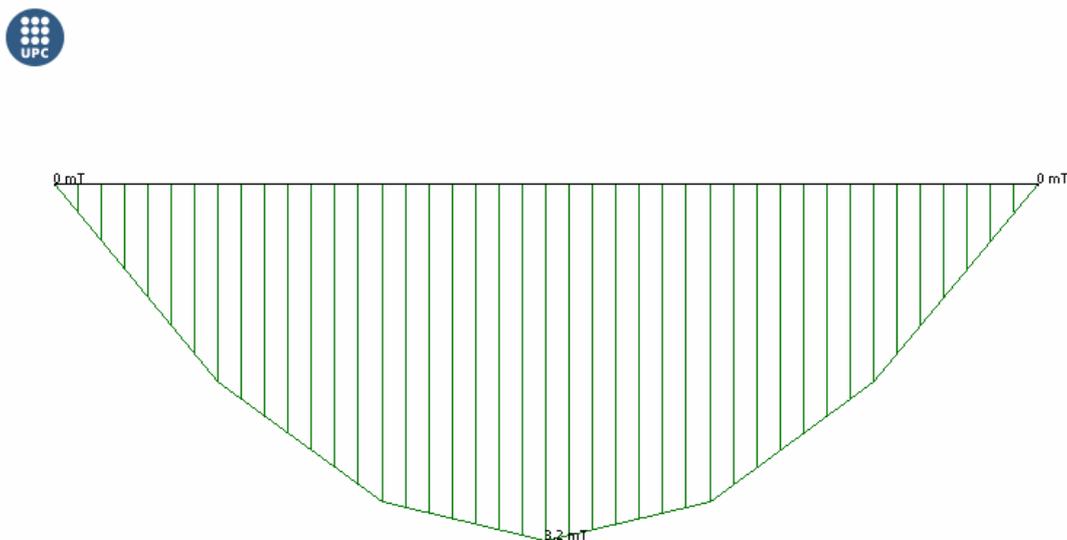
**Figura 42.** Losa apoyada.

En este caso se presentarán 3 zonas iguales para estudiar. Los cálculos estructurales se realizarán para una de ellas que será aplicable al resto de casos. Así, el modelo estructural simplificado, que se define como una losa biapoyada de 4 metros de largada es (véase figura 43):



**Figura 43.** Losa biapoyada.

La comprobación del armado se efectuará teniendo en cuenta el momento más desfavorable de la losa ( $3,2 \text{ T}\cdot\text{m}$ ), tal y como se muestra en el siguiente diagrama (figura 44).



**Figura 44.** Diagrama de Momento Flector del modelo 3.

Los datos introducidos en el soporte informático WinEva para el cálculo del armado pueden ser visualizados en la figura 45.

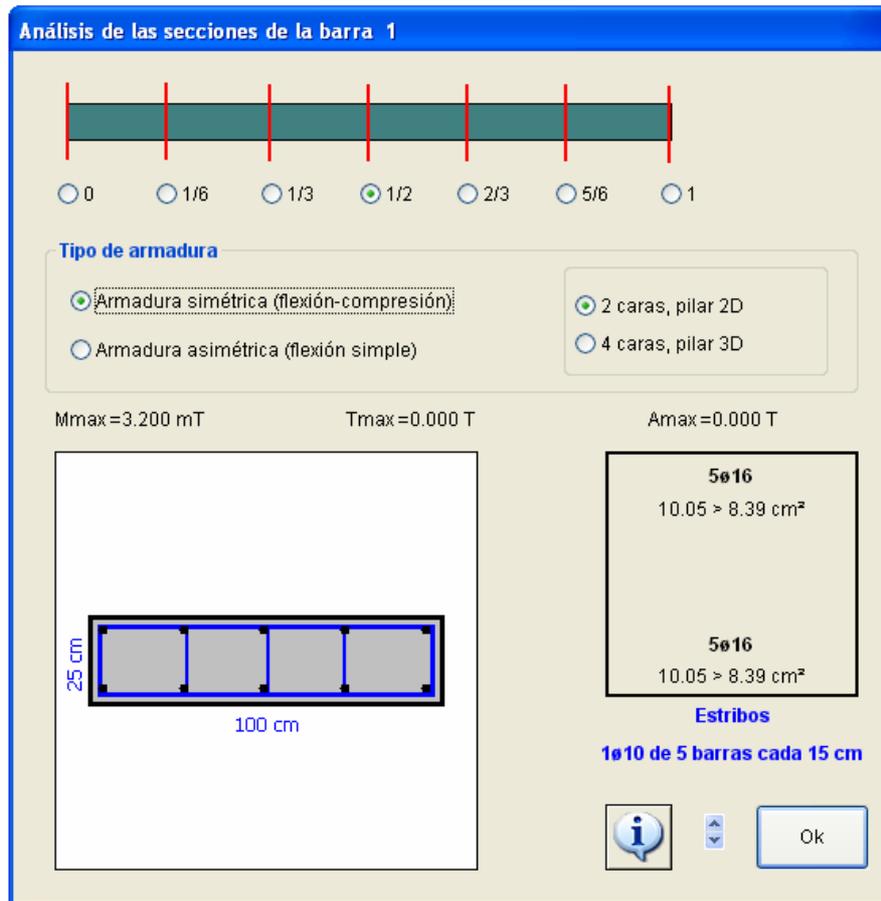
EHE-98: Datos generales

<p><b>Hormigón</b></p> <p>HA-25</p> <p>Control estadístico del hormigón</p>	<p><b>Acero de las armaduras</b></p> <p>B 400 S</p> <p>Control a nivel normal</p>
<p><b>Ejecución del hormigón armado</b></p> <p>Control de ejecución a nivel intenso</p> <p><input checked="" type="radio"/> Acción permanente    <input type="checkbox"/> Prefabricado</p> <p><input type="radio"/> Acción permanente de valor no constante o variable</p>	<p><b>Recubrimiento armaduras (según exposición)</b></p> <p>I No agresiva    Rmínim 2 cm</p> <p>Ayuda</p>
<p><b>Coefficientes de seguridad</b></p> <p>Coefficiente de mayoración de cargas 1.35</p> <p>Coefficiente de minoración del hormigón 1.5</p> <p>Coefficiente de minoración del acero 1.15</p>	<p>Recubrimiento nominal Renom = 2 + 0.5 = 2.5 cm</p> <p><math>d' = \text{Renom} + \text{Estribo} + 1/2\phi = 5.1 \text{ cm}</math></p>

Cancelar    Ok

**Figura 45.** Datos generales introducidos en el programa.

Finalmente se muestran los resultados de armado obtenidos mediante el soporte informático WinEva.



**Figura 46.** Análisis de la sección de la losa.

Como se puede observar en la figura 46, el armado calculado por la aplicación informática es de  $5\text{Ø}16$ , el cual coincide con el calculado anteriormente de forma manual.

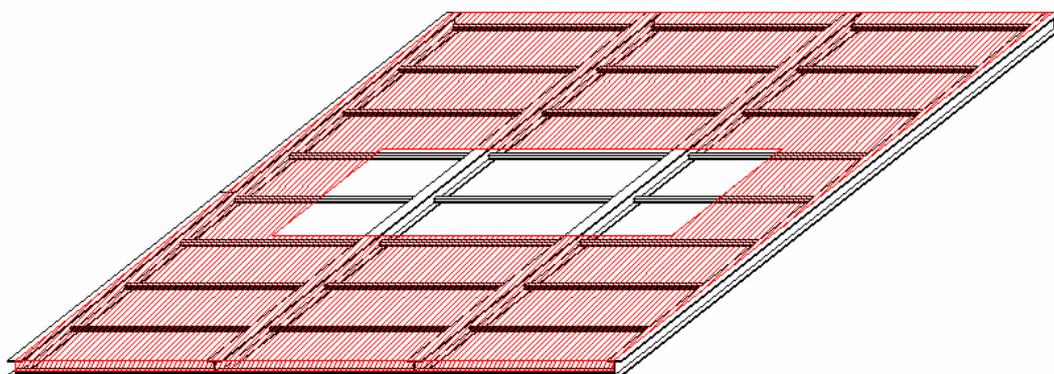
Se ha decidido montar la losa con un armado simétrico; se colocarán el mismo número de barras tanto en el área traccionada como en el área a compresión.

#### 1.2.4. Montaje y detalles constructivos

A continuación se exponen los métodos de montaje de los diferentes modelos de estructura considerados anteriormente.

##### A. Modelo 1

El primer modelo estudiado consiste en construir la losa, en el hueco existente, empotrando los extremos de la misma por medio del empalme por solapo de sus armaduras (figura 47).



**Figura 47.** Detalle del hueco existente en el modelo 1.

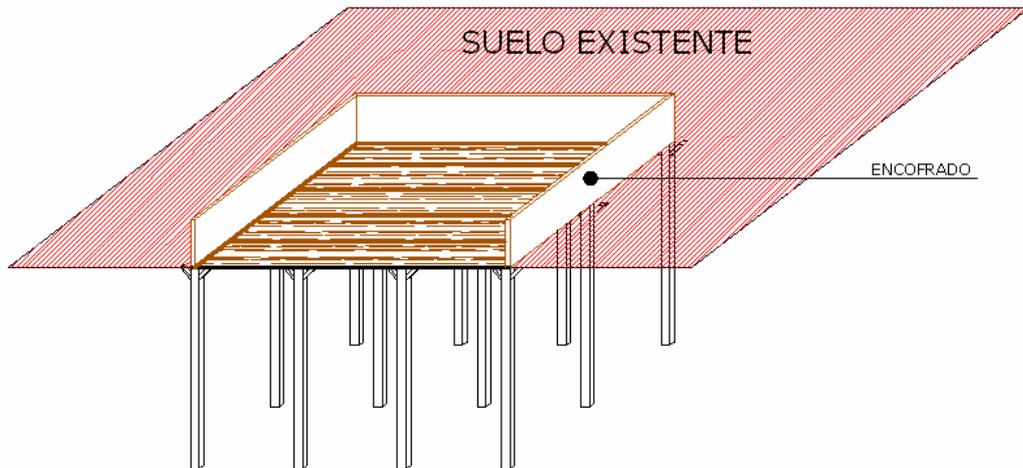
Los pasos que se realizarán para el montaje se detallan a continuación:

1. El primer paso que se realizará será el montaje del encofrado. Para ello se deben colocar unos tabloncillos de madera bajo la zona donde se construirá la losa y apuntalarlos para que los trabajadores puedan pisar y trabajar encima del encofrado sin ningún peligro.
2. Una vez se ha realizado el encofrado, se taladrarán los agujeros donde se introducirán los conectores (barras de unión entre la armadura de la losa y el suelo existente). El diámetro de los agujeros será un poco mayor que el de la armadura de la losa y la profundidad de estos 50 centímetros. Con una pistola de aire a presión se limpiarán los restos de partículas que hayan quedado en el taladro.
3. A continuación se procederá a introducir los conectores en los agujeros realizados. Para fijarlos se utilizará resina epoxi, ya que es un buen adhesivo para unir materiales difíciles de unir entre ellos.

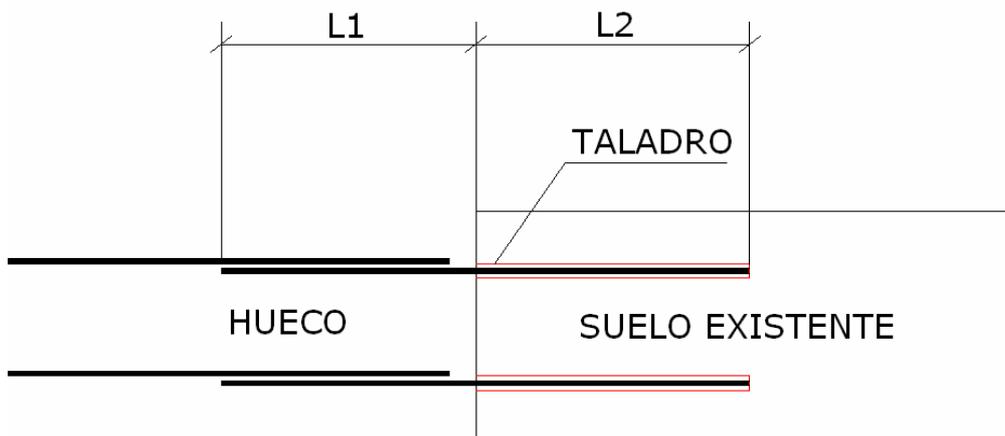
(como son el acero y el hormigón), su resistencia mecánica es elevada y permite la transmisión de cargas entre el acero y el hormigón.

4. Seguidamente se colocará el armado de la losa. El armado superior lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria, dispuestas perpendicularmente entre sí, siendo la armadura secundaria la que se coloca bajo la principal. En vez de comprar las barras de la armadura por separado y realizar el montaje de esta *in situ* (que sería una posible opción), se comprará una malla electrosoldada por resultar la solución más rápida y económica. La malla electrosoldada es un producto formado por el sistema de barras de la armadura principal y el sistema de barras de la armadura secundaria que se cruzan entre sí perpendicularmente, y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica. Esta malla se apoyará sobre los perfiles metálicos de las vigas. El armado inferior también lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria. También se disponen perpendicularmente entre sí, y son las barras de la armadura secundaria las que se colocan sobre la armadura principal. En este caso, se comprarán las barras de forma individual y se montarán siguiendo la disposición calculada. Sobre la armadura principal se colocará la armadura secundaria (en dirección perpendicular). Los puntos de contacto entre barras se unirán mediante soldadura.
5. Las barras del armado se unirán mediante empalme por solapo a los conectores, solapando una longitud igual a 20 veces el diámetro del armado (320 milímetros en este caso). La unión de las barras se podría realizar mediante una soldadura o con un atado de alambre. Los atados de alambre son comunes en muchos casos por ser una solución rápida y económica. La soldadura resulta imposible de realizar en situaciones en las que, por las dimensiones de la obra, es difícil que la maquinaria llegue a los puntos donde se debe realizar la soldadura. Teniendo en cuenta que en nuestro caso la zona de trabajo no será muy grande, las uniones se realizarán soldando las barras de la armadura con los conectores.
6. Finalmente se hormigonará la zona delimitada por el encofrado, creándose así una continuidad entre la losa montada y el suelo existente.

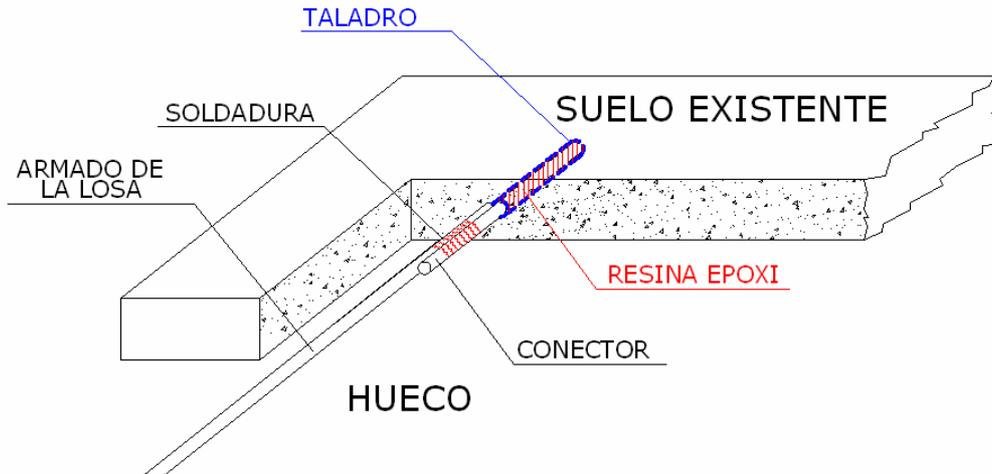
A continuación se adjuntan los detalles constructivos del montaje:



**Figura 48.** Detalle del encofrado.



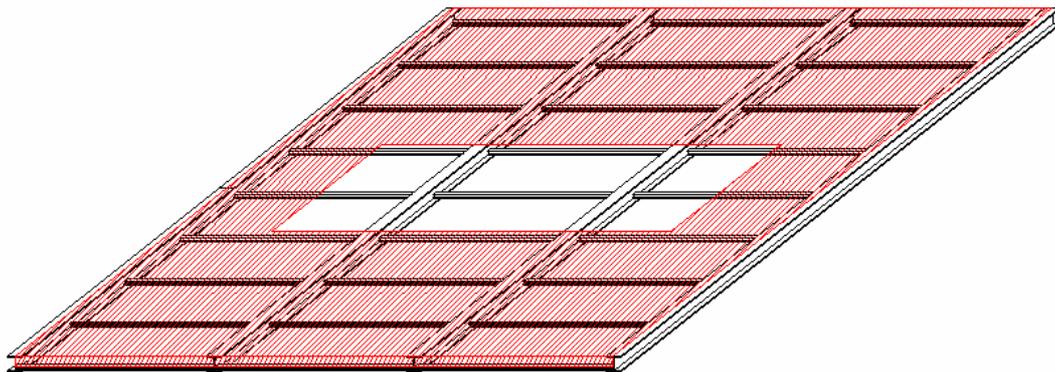
**Figura 49.** Detalle del empalme por solapo.



**Figura 50.** Detalle del empalme por solapo.

## B. Modelo 2

El segundo modelo considerado consiste en construir la losa, en el hueco existente, dejando los extremos de esta en voladizo (figura 51).

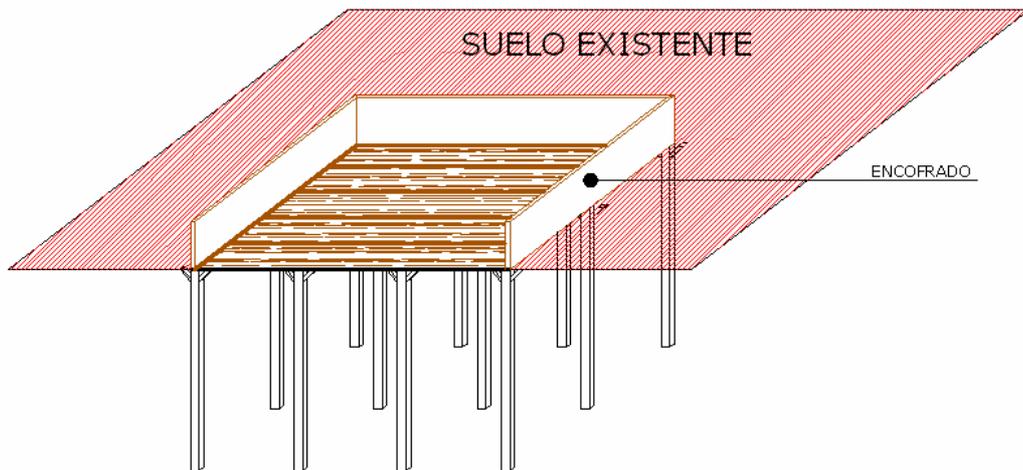


**Figura 51.** Detalle del hueco existente en el modelo 2.

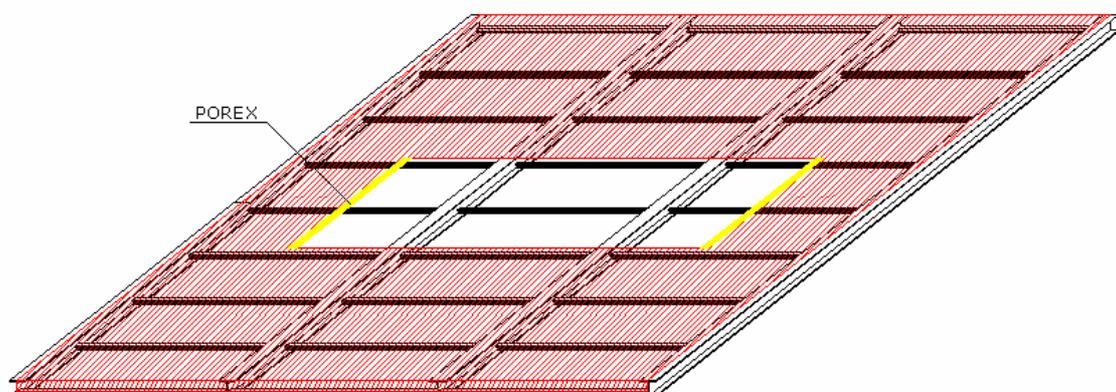
Los pasos que se realizarán para el montaje se detallan a continuación:

1. El primer paso que se realizará será el montaje del encofrado. Para ello se deben colocar unos tablonces de madera bajo la zona donde se construirá la losa y apuntalarlos para que los trabajadores puedan pisar y trabajar encima del encofrado sin ningún peligro.
2. Para crear una junta de dilatación que haga que la losa trabaje en voladizo y sea estructuralmente independiente del suelo de la planta, se colocará una pieza de porex a lado y lado del suelo existente (véase figura 53). Esta lamina de porex, de 1 centímetro de grosor, se fijará al suelo de la planta con una punta.
3. El siguiente paso a realizar será la colocación de la armadura de la losa. El armado superior lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria, dispuestas perpendicularmente entre sí, siendo la armadura secundaria la que se coloca bajo la principal. En vez de comprar las barras de la armadura por separado y realizar el montaje de esta *in situ* (que sería una posible opción), se comprará una malla electrosoldada por resultar la solución más rápida y económica. La malla electrosoldada es un producto formado por el sistema de barras de la armadura principal y el sistema de barras de la armadura secundaria que se cruzan entre sí perpendicularmente, y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica. Esta malla se apoyará sobre los perfiles metálicos de las vigas. El armado inferior también lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria. También se disponen perpendicularmente entre sí, y son las barras de la armadura secundaria las que se colocan sobre la armadura principal. En este caso, se comprarán las barras de forma individual y se montarán siguiendo la disposición calculada. Sobre la armadura principal se colocará la armadura secundaria (en dirección perpendicular). Los puntos de contacto entre barras se unirán mediante soldadura.
4. Por último se procederá al hormigonado del hueco. Una vez fraguado el hormigón, se retirará la pieza de porex para rellenar la junta con neopreno. No es imprescindible retirar la lámina de porex. En muchos casos se opta por dejarla en la junta y continuar con los acabados de la obra.

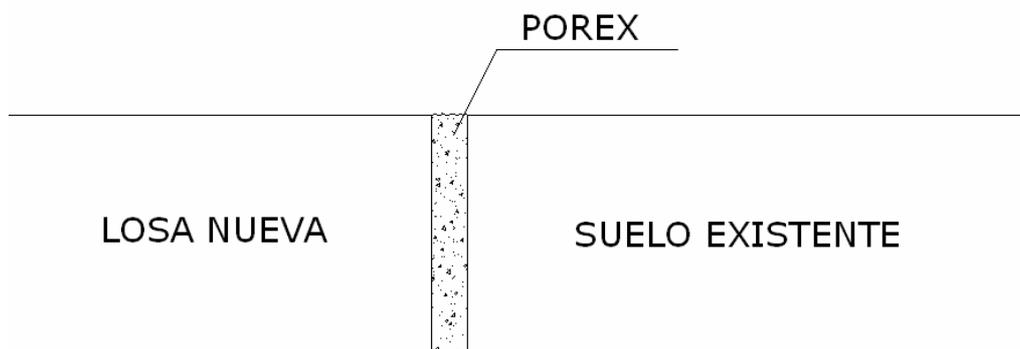
En las figuras que se exponen a continuación se muestran los detalles constructivos del montaje:



**Figura 52.** Detalle del encofrado.



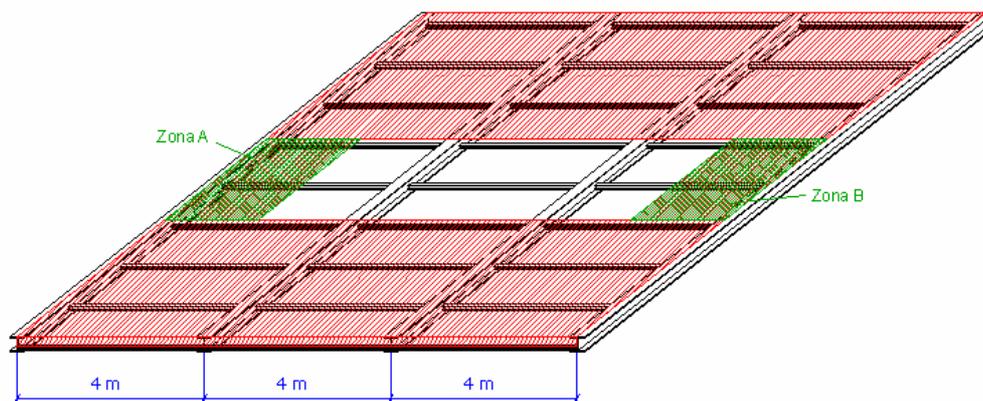
**Figura 53.** Ubicación de las láminas de porex.



**Figura 54.** Detalle del montaje de la losa del modelo 2.

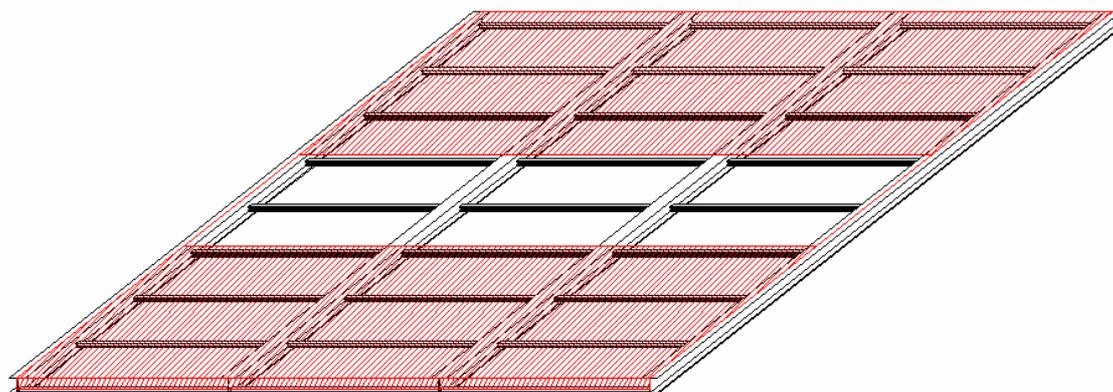
### C. Modelo 3

El tercer modelo considerado consiste en derribar parte del suelo existente (zonas A y B; figura 55) para posteriormente armar la losa de viga a viga.



**Figura 55.** Detalle de las zonas a derribar.

A continuación se muestra el detalle de las dimensiones del espacio a tapar una vez derribadas las zonas A y B (figura 56).



**Figura 56.** Detalle de la zona a cubrir del modelo 3.

La losa se montará sobre la estructura metálica existente, a la que habrá que añadirle una correa más que pasará justo por el centro de la losa. Esta correa se colocará con el fin de seguir la coherencia del edificio.

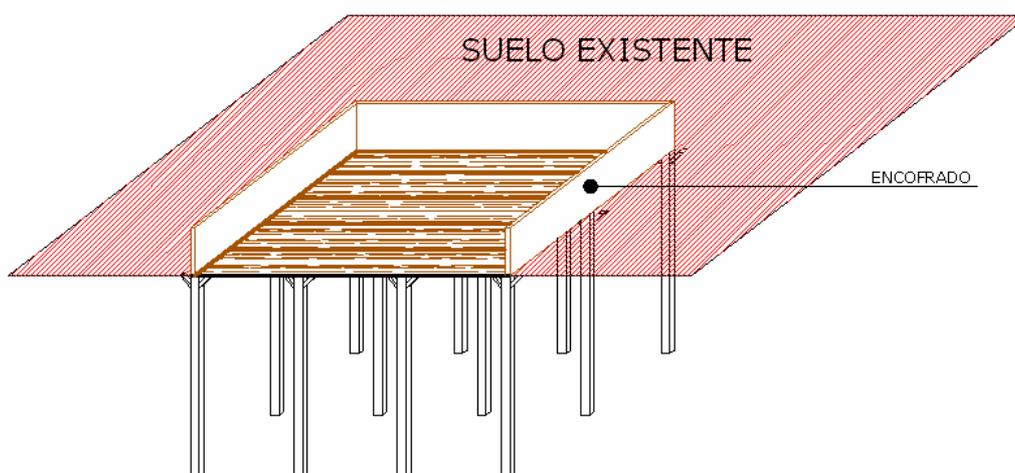
Los pasos que se realizarán para el montaje se detallan a continuación:

1. El primer paso que se realizará será el montaje del encofrado. Para ello se deben colocar unos tabloncillos de madera bajo la zona donde se construirá la losa y apuntalarlos para que los trabajadores puedan pisar y trabajar encima del encofrado sin ningún peligro.
2. Seguidamente se colocará el armado de la losa. El armado superior lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria, dispuestas perpendicularmente entre sí, siendo la armadura secundaria la que se coloca bajo la principal. En vez de comprar las barras de la armadura por separado y realizar el montaje de esta *in situ* (que sería una posible opción), se comprará una malla electrosoldada por resultar la solución más rápida y económica. La malla electrosoldada es un producto formado por el sistema de barras de la armadura principal y el sistema de barras de la armadura secundaria que se cruzan entre sí perpendicularmente, y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica. Esta malla se apoyará sobre los perfiles metálicos de las vigas. El armado inferior también lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria. También se disponen perpendicularmente

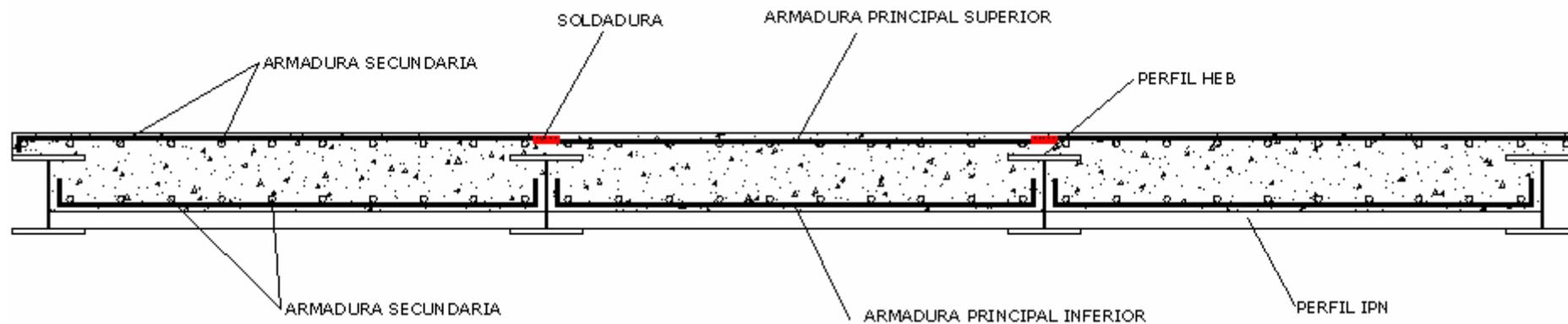
entre sí, y son las barras de la armadura secundaria las que se colocan sobre la armadura principal. La construcción del armado inferior de la losa se realizará en 3 zonas iguales de 4 x 2,5 metros. En este caso, se comprarán las barras de forma individual y se montarán siguiendo la disposición calculada. Sobre la armadura principal se colocará la armadura secundaria (en dirección perpendicular). Los puntos de contacto entre barras se unirán mediante soldadura.

3. Como paso final, se realizará el hormigonado de la zona delimitada por el encofrado, creándose así una continuidad entre la losa montada y el suelo existente.

A continuación se adjuntan los detalles constructivos del montaje:



**Figura 57.** Detalle del encofrado.



**Figura 58.** Detalle constructivo de la losa del modelo 3.

## 1.3. Cálculo de la losa de la cubierta

Denominamos losa de la cubierta a la que se colocará en la zona que ocupa el lucernario actualmente.

La cubierta tiene una pendiente con una inclinación del 2% para dirigir las aguas pluviales a sus correspondientes desagües. Para realizar el análisis estructural de la losa se desprejará dicha pendiente porque es muy pequeña y no afecta al cálculo.

Para el modelo estructural simplificado que se planteará para el cálculo de la losa, se considerará una cubierta completamente plana.

### 1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo

#### **Descripción de las acciones sobre la estructura**

Para el cálculo de la estructura se han tenido en cuenta las siguientes acciones:

#### 3. Cargas permanentes

Peso Propio: Se considera el peso correspondiente a la losa de hormigón.

#### 4. Cargas variables

Sobrecarga de uso: Se considera el valor de la sobrecarga de uso en la zona de la cubierta donde se construirá la losa de hormigón armado, ahora ocupada por el lucernario.

Sobrecarga de nieve: Se considera el valor correspondiente a la carga debida al peso de la nieve acumulada sobre la estructura.

Sobrecarga de viento: Se considera el valor correspondiente a la carga debida a la presión del viento sobre la estructura.

#### **Coefficientes de mayoración de las cargas**

Según la tabla 95.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), los coeficientes de seguridad para las acciones aplicables para el cálculo, considerando un nivel de control de ejecución intenso son:

TABLA 95.5

Valores de los coeficientes de mayoración de acciones  $\gamma_f$  en función del nivel de control de ejecución

Tipo de acción	Nivel de control de ejecución		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,60$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,60$	$\gamma_{G^*} = 1,80$
Variable	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 1,80$

**Figura 59.** Tabla 95.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Peso propio:

Acción permanente, Nivel de control de ejecución Intenso

$$\gamma_G = 1.35$$

Sobrecarga de uso:

Acción variable, Nivel de control de ejecución Intenso

$$\gamma_Q = 1.50$$

**Justificación de las acciones adoptadas en el cálculo**Acciones permanentes

Peso propio:

$$P_p = P_e h \times h \times \gamma_G = 2,5T / m^3 \times 0,25m \times 1,35 = 0,625T / m^2 \times 1,35 = 0,8438T / m^2 \approx 0,85T / m^2$$

Siendo:

 $P_p$ : Peso propio del hormigón $P_e h$ : Peso específico del hormigón $h$ : Canto de la losa $\gamma_G$ : Coeficiente de mayoración del peso propio

### Acciones variables

Sobrecarga de uso:

Según la tabla 3.1 del volumen "Acciones en la edificación" del "Código Técnico de la Edificación" (CTE), la categoría de uso de la zona donde se va a construir la losa se considera *Categoría de uso F -Cubiertas transitables accesibles solo privadamente-*.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

**Figura 60.** Tabla 3.1 del volumen "Acciones en la edificación" del "CTE".

$$S_{C_{uso}} = S_C \times \gamma_Q = 0,5T / m^3 \times 1,5 = 0,75T / m^2$$

Siendo:

$S_{C_{uso}}$ : Sobrecarga de uso mayorada

$S_C$ : Sobrecarga de uso

$\gamma_Q$ : Coeficiente de mayoración de la sobrecarga

Sobrecarga de nieve:

Según el capítulo 3.5.1 del volumen "Acciones en la edificación" del "Código Técnico de la Edificación" (CTE), en cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 metros, es suficiente considerar una carga de nieve de 1,0 kN/m<sup>2</sup>.

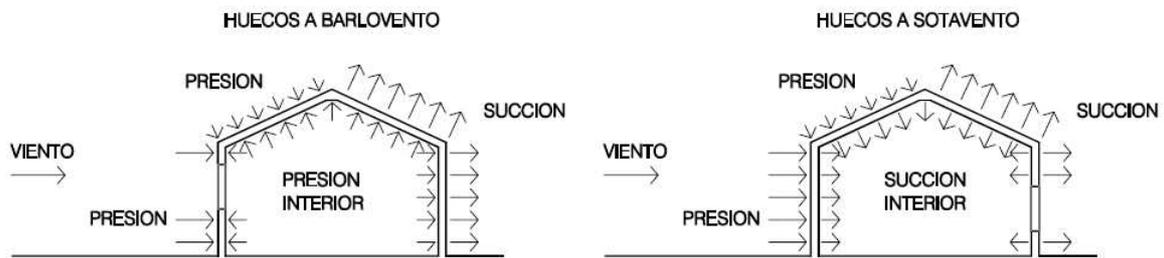
$$S_{C_{nieve}} = q_n \times \gamma_Q = 0,1T / m^3 \times 1,5 = 0,15T / m^2$$

Siendo:

- $S_{C \text{ nieve}}$ : Sobrecarga de nieve mayorada
- $q_n$ : Sobrecarga de la nieve acumulada
- $\gamma_Q$ : Coeficiente de mayoración de la sobrecarga

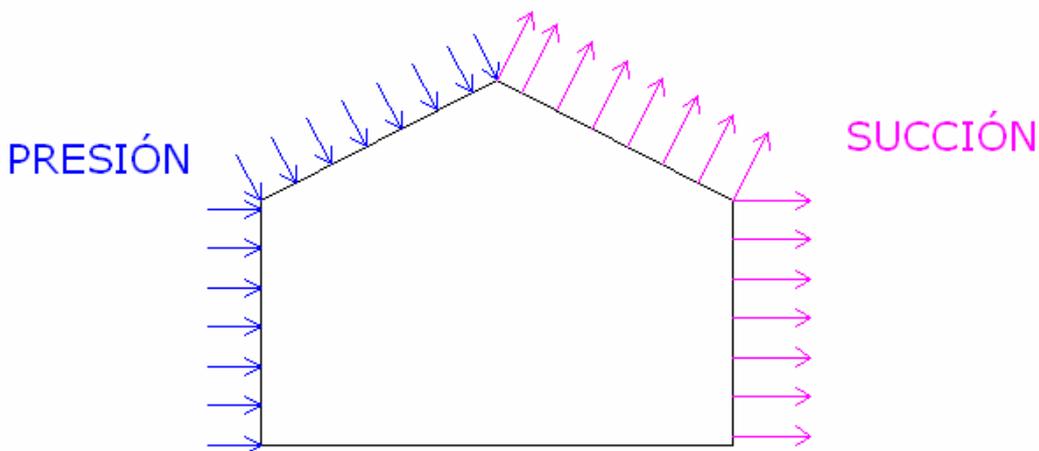
Sobrecarga de viento:

Según el capítulo 3.5.2 del volumen "Acciones en la edificación" del "Código Técnico de la Edificación" (CTE) la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones del edificio (figura 61).



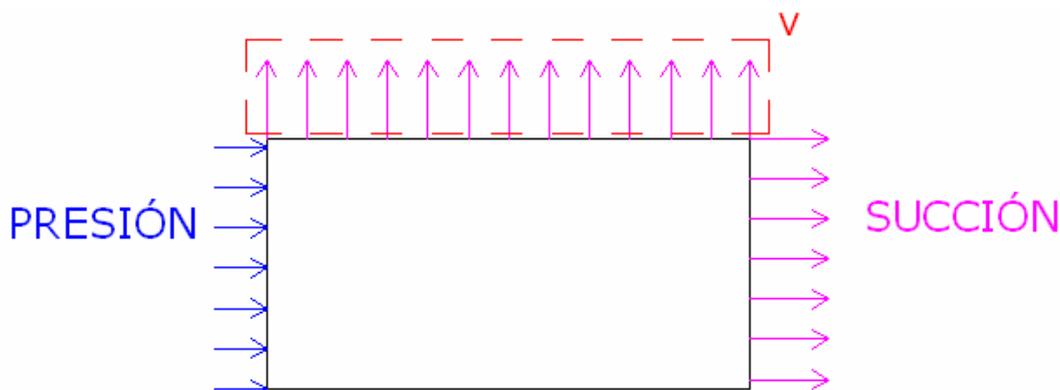
**Figura 61.** Presiones ejercidas por el viento.

En el caso estudiado no existen aberturas, con lo cual se plantea un caso como el que se muestra en la figura 62:



**Figura 62.** Presiones ejercidas por el viento en un edificio sin aberturas.

El edificio objeto de estudio cuenta con una pendiente del 2%, dicha pendiente puede considerarse despreciable, estudiándose así una superficie plana tal y como se muestra en la figura 63:



**Figura 63.** Presiones ejercidas por el viento en edificios de cubierta plana.

Como se puede observar en la figura anterior, la fuerza V es favorable al cálculo estructural. Para realizar dicho cálculo se considerará el caso más desfavorable. Como nos interesa posicionarnos del lado de la seguridad estructural, no se considerará la acción del viento.

#### Carga Total

La carga total considerada para realizar el armado de la losa es:

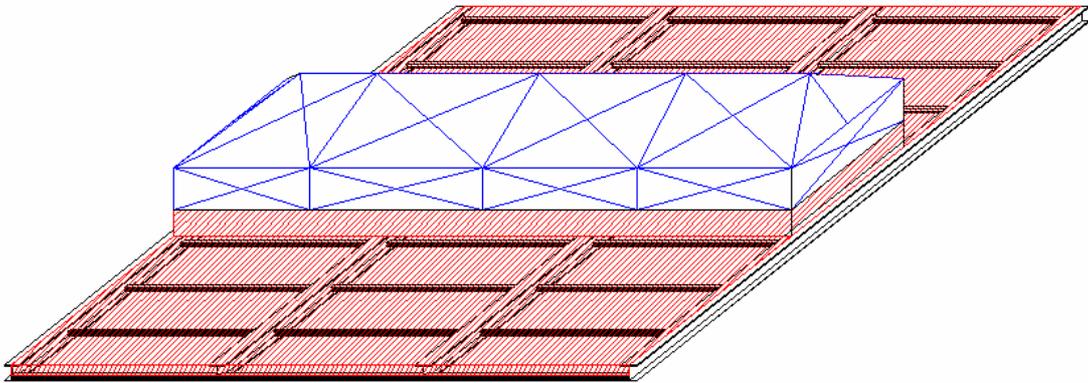
$$q_{TOTAL} = P_p + S_{c_{uso}} + S_{c_{nieve}} = 0,85T / m^2 + 0,15T / m^2 + 0,15T / m^2 = 1,5T / m^2$$

#### 1.3.2. Modelos considerados

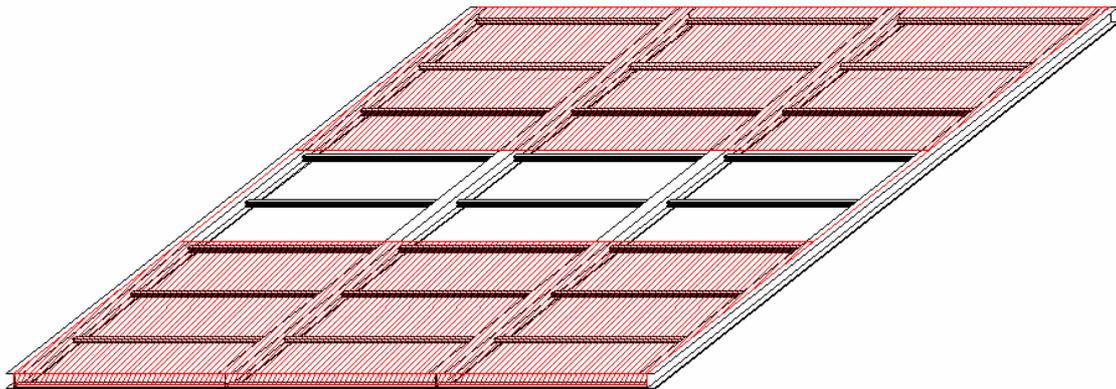
En este caso se considera un único modelo. Debido a la geometría y dimensiones que presenta el lucernario, el cálculo de la losa se realizará siguiendo el modelo 3 planteado para la losa interior.

#### **Descripción**

El modelo escogido consiste en derribar el lucernario existente en la cubierta, de manera que la losa a estudiar tendrá unas dimensiones de 12 metros de largo x 2,5 de ancho, describiéndose un área de 30 m<sup>2</sup>.

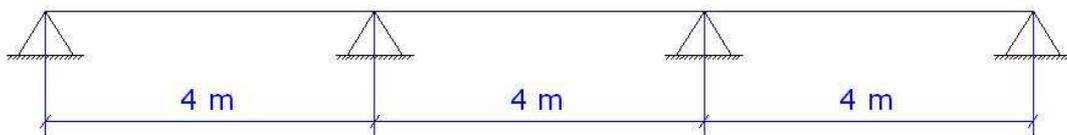


**Figura 64.** Detalle de la cubierta con el actual lucernario.



**Figura 65.** Detalle del hueco a cubrir en la cubierta.

El modelo estructural objeto de estudio y sus dimensiones son (figura 66):



**Figura 66.** Modelo estructural de la cubierta.

En este caso se presentarán 3 zonas iguales para estudiar. Los cálculos estructurales se realizarán para una de ellas que será aplicable al resto de casos. Así, el modelo estructural simplificado, que se define como una losa biapoyada de 4 metros de largada (véase figura 67).



**Figura 67.** Modelo estructural simplificado de la cubierta.

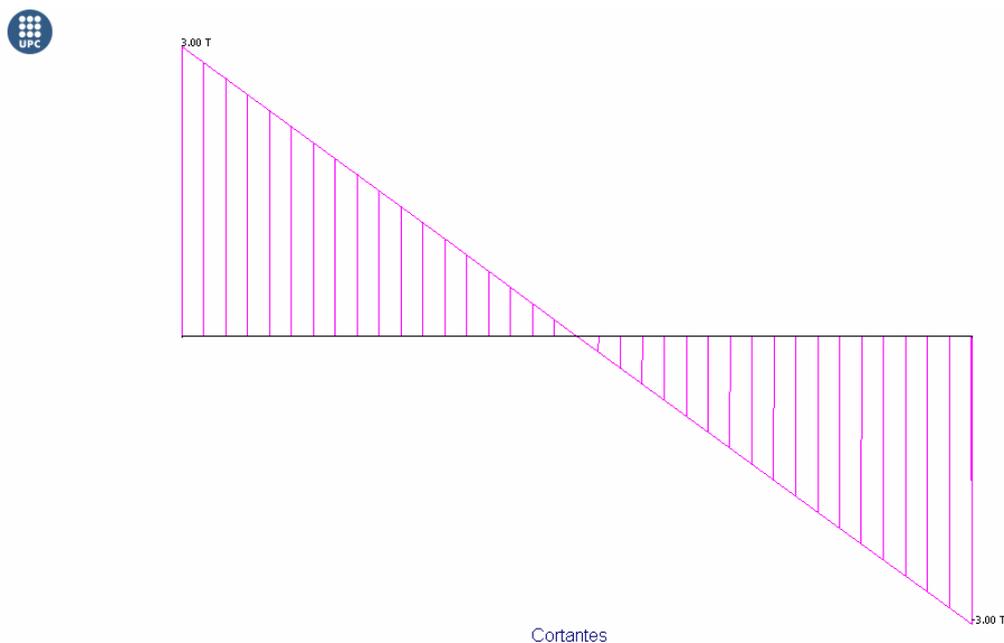
Los cálculos se realizarán considerando un ancho de 1 metro. Los resultados obtenidos se adaptarán finalmente para el ancho de losa requerido.

### Cálculo del armado

Los cálculos para realizar el armado de la viga se han efectuado de forma manual aproximada siguiendo la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE). Finalmente, para comprobar la veracidad de los resultados, se ha utilizado el soporte informático "WinEva6".

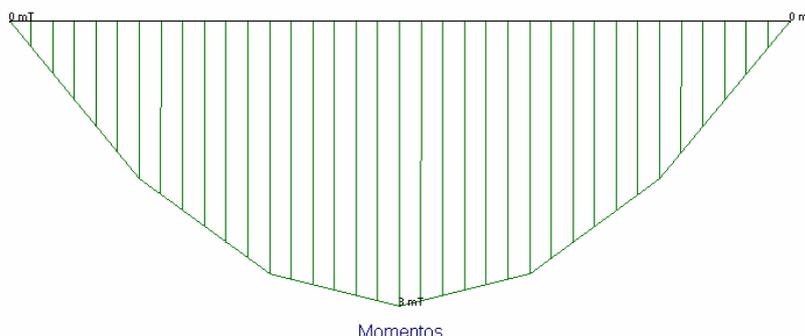
Para una mayor precisión en los cálculos realizados manualmente se tomarán como datos de inicio los diagramas de Cortante y Momento Flector que facilita el programa informático.

Diagrama de Cortante:



**Figura 68.** Diagrama de Cortante de la losa de la cubierta.

### Diagrama de Momento Flector:



**Figura 69.** Diagrama de Momento Flector de la losa de la cubierta.

Por motivos de coherencia con la obra existente, para que el grosor del suelo definitivo sea constante, el canto de la losa será de 25 cm (0,25 m).

Como ya se ha comentado anteriormente, para realizar los cálculos se considerará un ancho de viga de 1 metro. Posteriormente se adaptará la solución para el ancho de losa requerida.

Según la tabla 8.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la *Clase general de exposición* a la que está sometida la losa es *Normal*. Considerando la losa como un elemento exterior en ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en una zona con una precipitación media anual superior 600 mm, la subclase determinada es *Humedad alta (tipo IIa)*.

Tabla. 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	Humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos	- sótanos no ventilados - cimentaciones - tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	- construcciones exteriores protegidas de la lluvia - tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

Figura 70. Tabla 8.2.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

Para determinar el valor del recubrimiento (que depende del tipo de hormigón utilizado, HA-25, y de la clase de exposición a la que está expuesta), se ha utilizado la tabla 37.2.2 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

TABLA 37.2.4

Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc
$25 \leq f_{ck} < 40$	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
$f_{ck} \geq 40$	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

(\*) El proyectista fijará el recubrimiento al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las armaduras frente a la acción agresiva ambiental.

(\*\*) En el caso de clases de exposición H, F ó E, el espesor del recubrimiento no se verá afectado.

Figura 71. Tabla 37.2.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

El recubrimiento se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$r = r_{\min} + A_r$$

Siendo:

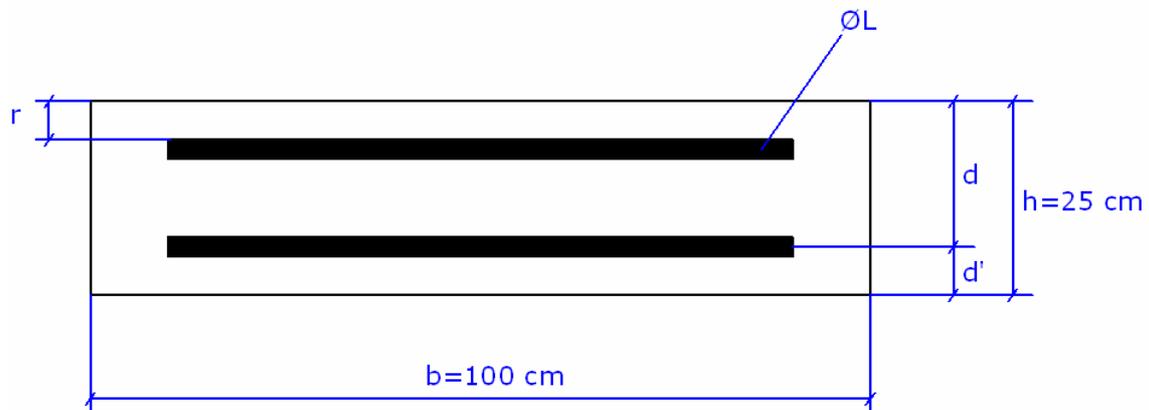
- r: recubrimiento nominal
- $r_{\min}$ : recubrimiento mínimo
- $A_r$ : margen de recubrimiento

Según la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), el valor del margen del recubrimiento depende del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución. Al encontramos ante una viga de hormigón in situ y un nivel intenso de control de ejecución, el margen correspondiente es de 5 milímetros.

$$r = r_{\min} + A_r = 25\text{mm} + 5\text{mm} = 30\text{mm}$$

Como hipótesis de cálculo se han considerado:

- $\varnothing_t = 0 \text{ mm}$
- $\varnothing_L = 20 \text{ mm}$



**Figura 72.** Sección de la losa.

$$d = h - r - \varnothing_t - \frac{1}{2} \times \varnothing_L$$

Siendo:

- h: Canto de la viga
- r: Recubrimiento de la viga
- $\varnothing_t$ : Diámetro de las estribos
- $\varnothing_L$ : Diámetro de las barras longitudinales

$$d = 250 - 30 - 0 - \frac{1}{2} \times 20 = 210 \text{ mm}$$

Los materiales que se utilizarán son hormigón HA-25 y acero B400 S. Los parámetros de dichos materiales son:

**HA-25**

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

$$\gamma_C = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C = 25 / 1,5 \text{ N/mm}^2$$

**B400 S**

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_S = 1,15$$

$$f_{yd} = 347,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_y = 1,74 \text{ ‰}$$

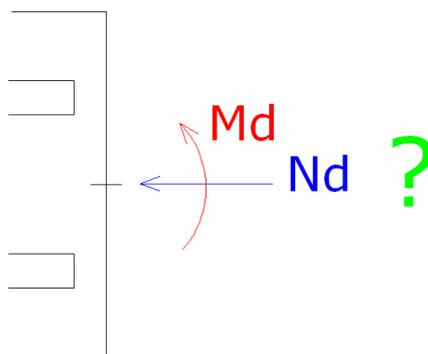
$$X_{lim} = 0,668 \times d = 0,668 \times 210 \text{ mm} = 140,28 \text{ mm}$$

$$\mu_{lim} = 0,333$$

$$\omega_{lim} = 0,4545$$

**CÁLCULO DEL ARMADO DE LA SECCIÓN**

- *Flexión*



**Figura 73.**

Como la viga no está sometida a esfuerzos axiales, nos encontramos antes un caso de *flexión simple*.

$$M_d = 3 \text{ T}\cdot\text{m} = 30 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\mu_d = \frac{M_d}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{30 \cdot 10^6}{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 210^2} \approx 4,082 \cdot 10^{-2}$$

$$\dot{\mu}_d \leq \mu_{lim} ?$$

$$0,04082 \leq 0,333 \quad \text{ok } \checkmark$$

$$\mu_d = \omega - \frac{\omega^2}{1,7}$$

$$\omega = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times \mu_d} = 0,85 - \sqrt{0,85^2 - 1,7 \times 0,04082} \approx 0,04185$$

Para determinar el número de barras longitudinales que habrá que armar se utilizan las ecuaciones expuestas a continuación.

Armado con barras de  $\emptyset_{20}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04185 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 210}{347,83} = 421,1109 \text{ mm}^2 \approx 421,11 \text{ mm}^2$$

$$A_{\emptyset_{20}} = \frac{\Pi \times 20^2}{4} \approx 314,16 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\emptyset_{20}} = \frac{A_s}{A_{\emptyset_{20}}} = \frac{421,11}{314,16} \approx 1,34 \Rightarrow 2 \text{ barras}$$

$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras}$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$

## CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Según la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), las cuantías geométricas mínimas referidas a la sección total de hormigón para un tipo de acero B400 S son 3,3‰ (0,033).

TABLA 42.3.5

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural	Tipo de acero		
	B 400 S	B 500 S	
Pilares	4,0	4,0	
Losas (*)	2,0	1,8	
Vigas (**)	3,3	2,8	
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(\*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(\*\*) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(\*\*\*) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

**Figura 74.** Tabla 42.3.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural "EHE".

$$\text{CuantíaGeométrica} = \frac{\text{CantidadAcero}}{\text{CantidadHormigón}} \geq 0,033$$

Siendo:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{\text{núm.barras} \times (\varnothing_L)^2 \times \Pi}{4}$$

$$\text{CantidadHormigón} = b \times h$$

$$\text{CantidadAcero} = \frac{2 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 628,319 \text{mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{mm}^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{628,319\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,0251 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **3 barras** de un diámetro de **20 milímetros**:

$$\text{Cantidad Acero} = \frac{3 \times (20)^2 \times \Pi}{4} = 942,480\text{mm}^2$$

$$\text{Cantidad Hormigón} = 1000 \times 25 = 25000\text{mm}^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{942,480\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,0377 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras ø<sub>20</sub> = 3 barras

A continuación se comprobará que las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección a armar.

$$n_L \times \varnothing_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- n<sub>L</sub>: número barras longitudinales
- ∅<sub>L</sub>: diámetro de las barras longitudinales
- S<sub>L</sub>: espacio entre barras longitudinales
- r: recubrimiento
- b: base de la sección

$$3 \times 20 + (3 - 1) \times s_L + 2 \times 30 = 1000$$

$$2 \times s_L = 880$$

$$s_L = 440\text{mm} = 44\text{cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{20} = 3 \text{ barras}$$

Armado con barras de  $\varnothing_{16}$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04185 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 210}{347,83} = 421,1109 \text{ mm}^2 \approx 421,11 \text{ mm}^2$$

$$A_{\varnothing_{16}} = \frac{\Pi \times 16^2}{4} \approx 201,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm. barras}_{\varnothing_{16}} = \frac{A_s}{A_{\varnothing_{16}}} = \frac{421,11}{201,06} \approx 2,09 \Rightarrow 3 \text{ barras}$$

$$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 3 \text{ barras}$$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \varnothing_{16} = 2 \text{ barras constructivas}$$

### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Para **3 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{3 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 603,186mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{603,186mm^2}{25000mm^2} = 0,024 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **4 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{4 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 804,248mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{804,248mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **5 barras** de un diámetro de **16 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{5 \times (16)^2 \times \Pi}{4} = 1005,310mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$\text{Cuantía Geométrica} = \frac{1005,310\text{mm}^2}{25000\text{mm}^2} = 0,040 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras  $\varnothing_{16}$  = 5 barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$5 \times 16 + (5 - 1) \times s_L + 2 \times 30 = 1000$$

$$4 \times s_L = 860$$

$$s_L = 215\text{mm} = 21,5\text{cm} \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_{S'} = 0$$

A<sub>S'</sub> → núm. barras  $\varnothing_{16}$  = 2 barras constructivas

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

A<sub>S'</sub> → núm. barras  $\varnothing_{16}$  = 5 barras

Armado con barras de  $\varnothing_{12}$ :

- Armadura de tracción

$$A_S = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04185 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 210}{347,83} = 421,1109\text{mm}^2 \approx 421,11\text{mm}^2$$

$$A_{\emptyset 12} = \frac{\Pi \times 12^2}{4} \approx 113,10 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\emptyset 12} = \frac{A_s}{A_{\emptyset 12}} = \frac{421,11}{113,10} \approx 3,72 \Rightarrow 4 \text{ barras}$$

$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset 12 = 4 \text{ barras}$

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset 12 = 2 \text{ barras constructivas}$

Armado con barras de  $\emptyset 16$ :

- Armadura de tracción

$$A_s = \omega \times \frac{f_{cd} \times b \times d}{f_{yd}} = 0,04532 \times \frac{\frac{25}{1,5} \times 1000 \times 202}{347,83} = 438,65 \text{ mm}^2$$

$$A_{\emptyset 16} = \frac{\Pi \times 16^2}{4} \approx 201,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{núm.barras}_{\emptyset 16} = \frac{A_s}{A_{\emptyset 16}} = \frac{438,65}{201,06} \approx 2,18 \Rightarrow 3 \text{ barras}$$

$A_s \rightarrow \text{núm. barras } \emptyset 16 = 3 \text{ barras}$

### CÁLCULO DE LAS CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Para 4 barras de un diámetro de 12 milímetros:

$$\text{CantidadAcero} = \frac{4 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 452,389 \text{ mm}^2$$

$$\text{CantidadHormigón} = 1000 \times 25 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{452,389mm^2}{25000mm^2} = 0,018 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **5 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{5 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 565,490mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{565,490mm^2}{25000mm^2} = 0,023 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **6 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{6 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 678,584mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{678,584mm^2}{25000mm^2} = 0,027 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **7 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{7 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 791,681mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{791,681mm^2}{25000mm^2} = 0,032 \geq 0,033 \quad \text{ko X}$$

Como no se cumple la cuantía geométrica mínima indicada por la tabla 42.3.5 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), se aumentará el número de barras longitudinales hasta comprobar el cumplimiento de la ecuación.

Para **8 barras** de un diámetro de **12 milímetros**:

$$CantidadAcero = \frac{8 \times (12)^2 \times \Pi}{4} = 904,779mm^2$$

$$CantidadHormigón = 1000 \times 25 = 25000mm^2$$

$$CuantíaGeométrica = \frac{904,779mm^2}{25000mm^2} = 0,036 \geq 0,033 \quad \text{ok } \checkmark$$

A<sub>S</sub> → núm. barras ø<sub>12</sub> = 8 barras

A continuación se comprobará que caben las barras longitudinales de este diámetro caben en la sección armar.

$$8 \times 12 + (8 - 1) \times s_L + 2 \times 30 = 1000$$

$$7 \times s_L = 844$$

$$s_L = 120,6mm = 12,06cm \quad \text{ok } \checkmark$$

Según el artículo 66.4.1 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE), la distancia mínima que tiene que haber entre barras, queda verificada, ya que debe ser igual o superior al mayor de los valores siguientes: 2cm; el diámetro de las barras longitudinales.

- Armadura de compresión

$$A_s' = 0$$

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \phi_{12} = 2 \text{ barras constructivas}$$

Se colocarán el mismo número de barras que en el área sometida a tracción para conseguir un armado simétrico, no solo por cuestiones mecánicas (la losa trabajará en las dos direcciones) sino por cuestiones de montaje.

$$A_s' \rightarrow \text{núm. barras } \phi_{12} = 8 \text{ barras}$$

Para el armado de la losa se utilizarán barras de diámetro 16 milímetros ya que, comúnmente, el espaciado entre barras suele ser de 200 milímetros. La distancia entre barras calculada, se aproximará a 200 milímetros, por ser un valor estándar que facilita el montaje y la compra de materiales (malla electrosoldada).

El armado inferior y superior de la losa lo forman dos sistemas de barras dispuestos perpendicularmente entre si (armado principal y secundario). Los cálculos realizados anteriormente son aplicables para ambos sistemas, es decir, todas las barras serán de igual diámetro y estarán separadas por la misma distancia.

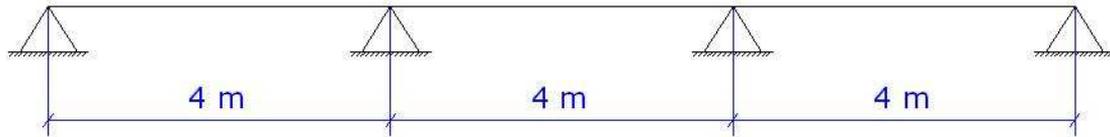
Los cálculos del armado a flexión se han realizado tomando como momento de diseño el momento de mayor valor absoluto (+3 T·m) del diagrama de momento flector facilitado por el programa WinEva 6 (figura 69). Como el momento tiene un valor positivo, el área sometida a tracción (que demanda mayor cantidad de acero) se coloca en la parte inferior de la viga y el área comprimida en la parte superior.

Se ha decidido realizar un armado simétrico de la armadura. Por este motivo se colocarán el mismo número de barras en el área traccionada que en la comprimida.

### 1.3.3. Comprobación de los resultados

A continuación se comprobarán los resultados obtenidos anteriormente por medio del software de cálculo estructural WinEva 6.

El modelo estructural considerado para la cubierta consiste en una losa de 12 metros apoyada sobre los perfiles HBE.



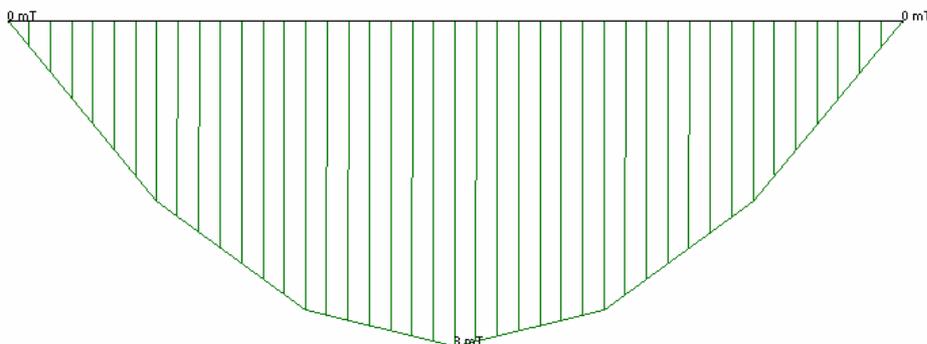
**Figura 75.** Losa apoyada.

En este caso se presentarán 3 zonas iguales para estudiar. Los cálculos estructurales se realizarán para una de ellas que será aplicable al resto de casos. Así, el modelo estructural simplificado, que se define como una losa biapoyada de 4 metros de largada es (véase figura 76):



**Figura 76.** Losa biapoyada.

La comprobación del armado se efectuará teniendo en cuenta el momento más desfavorable de la losa ( $3T \cdot m$ ), tal y como se muestra en el siguiente diagrama (figura 77).



**Figura 77.** Diagrama de Momento Flector de la losa de la cubierta.

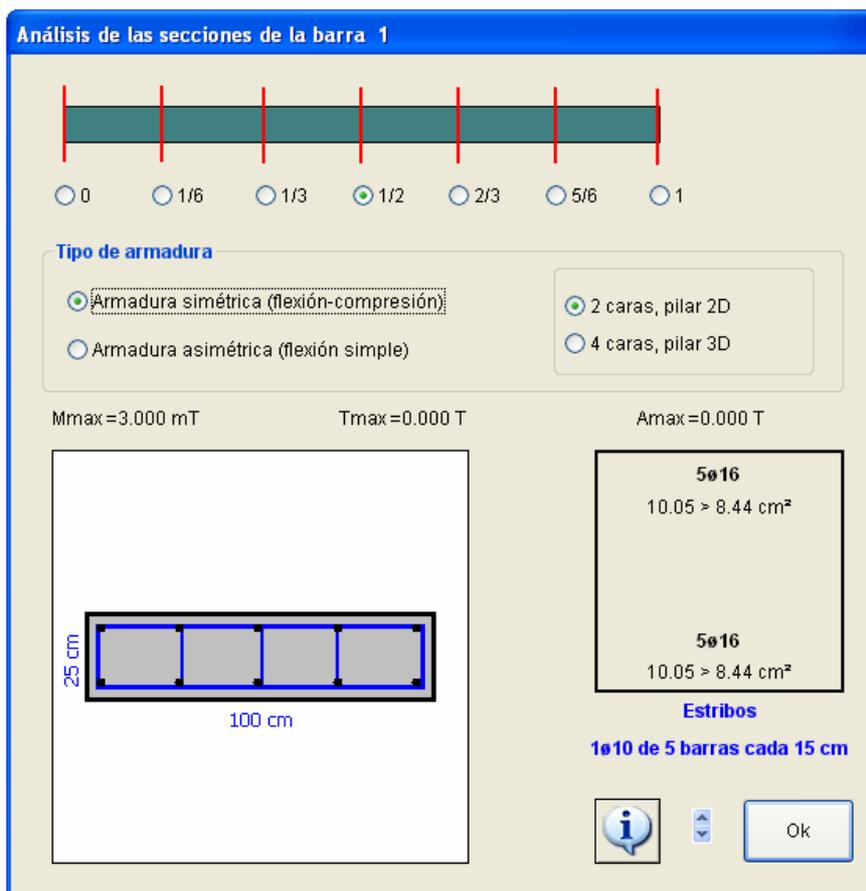
Los datos introducidos en el soporte informático WinEva para el cálculo del armado pueden ser visualizados en la figura 78.

**EHE-98: Datos generales**

<p><b>Hormigón</b></p> <p>HA-25</p> <p>Control estadístico del hormigón</p>	<p><b>Acero de las armaduras</b></p> <p>B 400 S</p> <p>Control a nivel normal</p>
<p><b>Ejecución del hormigón armado</b></p> <p>Control de ejecución a nivel intenso</p> <p><input checked="" type="radio"/> Acción permanente <input type="checkbox"/> Prefabricado</p> <p><input type="radio"/> Acción permanente de valor no constante o variable</p>	<p><b>Recubrimiento armaduras (según exposición)</b></p> <p>Ila Normal, humedad alta <span style="float: right;">R<sub>minim</sub></span></p> <p style="text-align: right;">2.5 cm</p> <p style="text-align: center;">Ayuda</p>
<p><b>Coefficientes de seguridad</b></p> <p>Coefficiente de mayoración de cargas: 1.35</p> <p>Coefficiente de minoración del hormigón: 1.5</p> <p>Coefficiente de minoración del acero: 1.15</p>	<p>Recubrimiento nominal: Renom = 2.5 + 0.5 = 3 cm</p> <p>d' = Renom + Estribo + 1/2φ = 5.6 cm</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Ok"/> </p>

**Figura 78.** Datos generales introducidos en el programa.

Finalmente se muestran los resultados de armado obtenidos mediante el soporte informático WinEva.



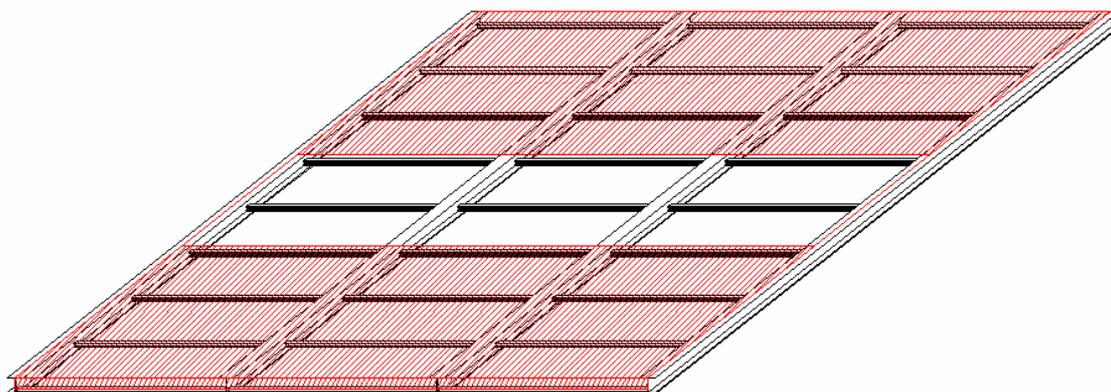
**Figura 79.** Análisis de la sección de la losa.

Como se puede observar en la figura 79 el armado calculado por la aplicación informática es de **5Ø16**, el cual coincide con el calculado anteriormente de forma manual.

Se ha decidido montar la losa con un armado simétrico; se colocarán el mismo número de barras tanto en el área traccionada como en el área a compresión.

#### 1.3.4. Montaje y detalles constructivos

A continuación se muestra el detalle de las dimensiones del espacio a tajar una vez derribado el lucernario actual.



**Figura 80.** Detalle del hueco derribado.

La losa se montará sobre la estructura metálica existente, a la que habrá que añadirle una correa más que pasará justo por el centro de la losa. Esta correa se colocará con el fin de seguir la coherencia del edificio.

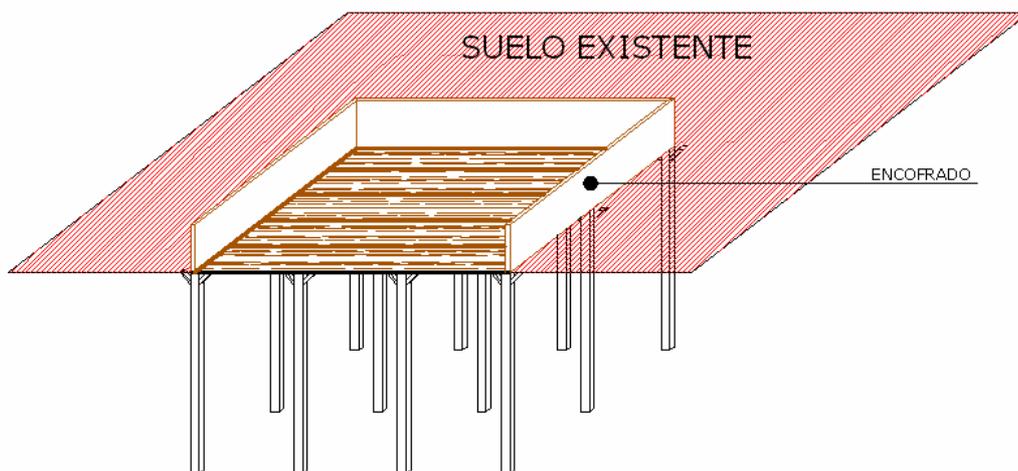
Los pasos que se realizarán para el montaje se detallan a continuación:

1. El primer paso que se realizará será el montaje del encofrado. Para ello se deben colocar unos tabloncillos de madera bajo la zona donde se construirá la losa y apuntalarlos para que los trabajadores puedan pisar y trabajar encima del encofrado sin ningún peligro.
2. Seguidamente se colocará el armado de la losa. El armado superior lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria, dispuestas perpendicularmente entre sí, siendo la armadura secundaria la que se coloca bajo la principal. En vez de comprar las barras de la armadura por separado y realizar el montaje de esta *in situ* (que sería una posible opción), se comprará una malla electrosoldada por resultar la solución más rápida y económica. La malla electrosoldada es un producto formado por el sistema de barras de la armadura principal y el sistema de barras de la armadura secundaria que se cruzan entre sí perpendicularmente, y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica. Esta malla se apoyará sobre los perfiles

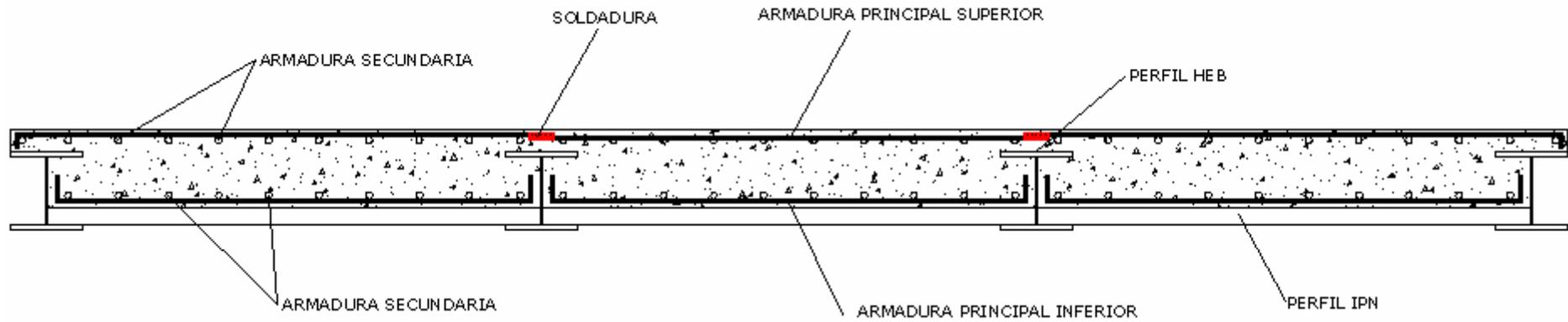
metálicos de las vigas. El armado inferior también lo forman el conjunto de barras de la armadura principal y el conjunto de barras de la armadura secundaria. También se disponen perpendicularmente entre sí, y son las barras de la armadura secundaria las que se colocan sobre la armadura principal. La construcción del armado inferior de la losa se realizará en 3 zonas iguales de 4 x 2,5 metros. En este caso, se comprarán las barras de forma individual y se montarán siguiendo la disposición calculada. Sobre la armadura principal se colocará la armadura secundaria (en dirección perpendicular). Los puntos de contacto entre barras se unirán mediante soldadura.

3. Como paso final, se realizará el hormigonado de la zona delimitada por el encofrado, creándose así una continuidad entre la losa montada y el suelo existente. Para evitar filtraciones del agua de la lluvia, que deteriorarían la estructura de la cubierta, se aplicará una capa de pintura bituminosa que tapaná los poros de la superficie y, posteriormente, se colocará un conjunto de telas y mallas para impermeabilizar la cubierta.

A continuación se adjuntan los detalles constructivos del montaje:



**Figura 81.** Detalle del encofrado.



**Figura 82.** Detalle constructivo de la losa de la cubierta.

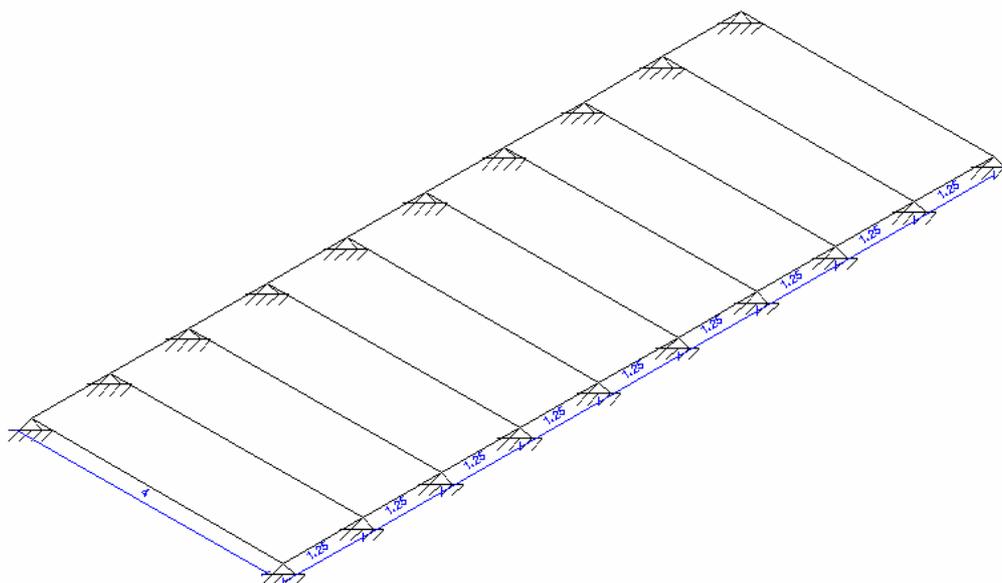
## 1.4. Correas y vigas

En el siguiente apartado se ha estudiado con la ayuda del soporte informático "CYPE 2008", módulo "Metal 3D. Versión estudiantes.", que las correas que se colocarán sobre las vigas preexistentes, y sobre las que se apoyará la losa calculada, aguantarán sin problema el peso de la misma y las sobrecargas de las acciones que actúan en la zona. También se analizarán las vigas para verificar que realmente soportarán sin problemas el peso de las correas, la losa y las sobrecargas consideradas. Por último se realizará un análisis del montaje de las correas a colocar. Todo esto se estudiará para el caso de la zona del bar y también para la cubierta.

### 1.4.1. Proceso de cálculo

#### DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONES

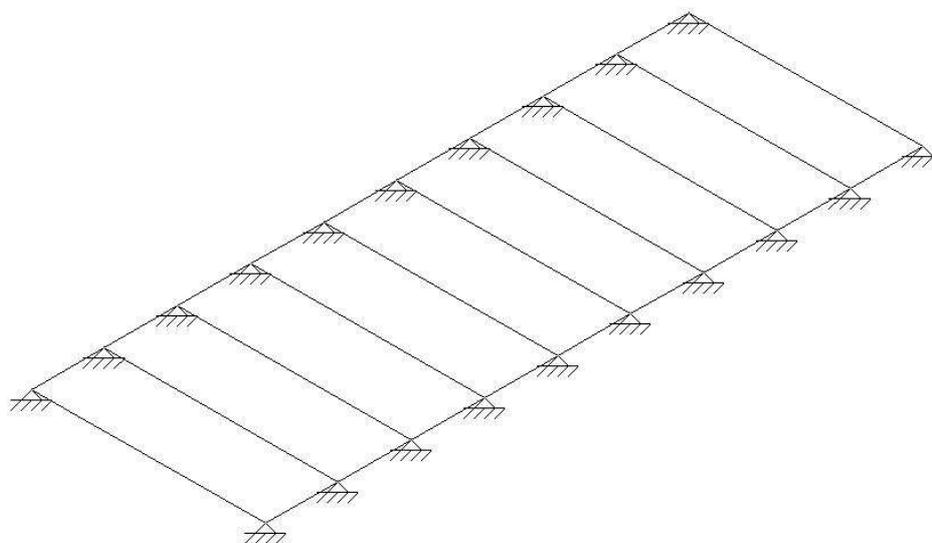
El primer paso consiste en definir el número de nudos y barras de la estructura y las longitudes de dichas barras.



**Figura 83.** Dimensiones de la estructura.

#### CONDICIONES DE CONTRONO

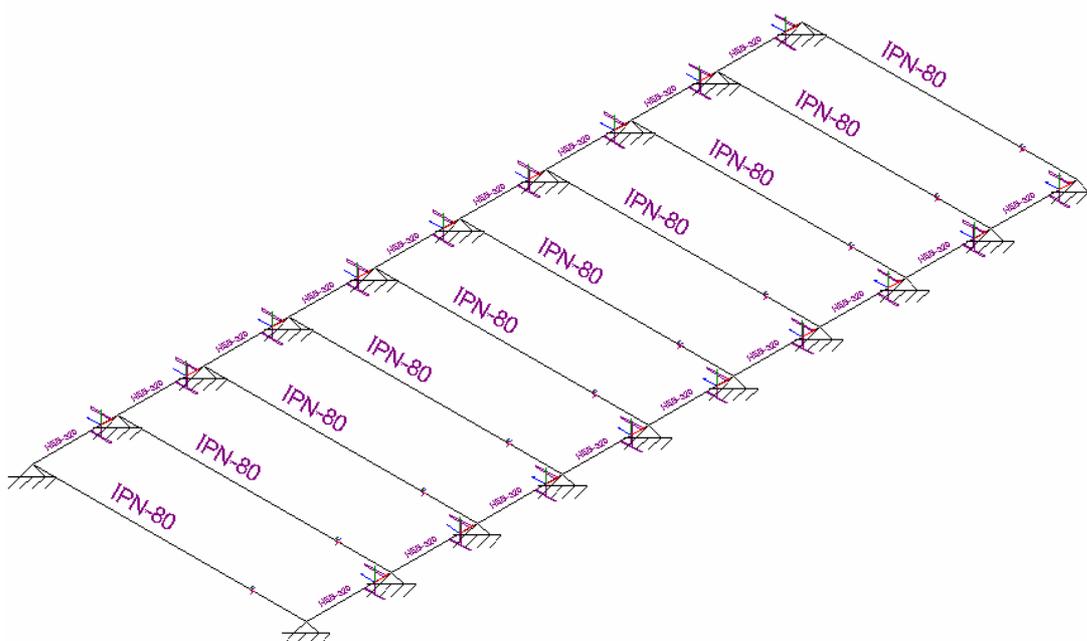
Se ha considerado que las correas son biapoyadas, ya que así es como trabajarán según el modelo escogido.



**Figura 84.** Condiciones de contorno de la estructura.

#### DESCRIPCIÓN DE PERFILES

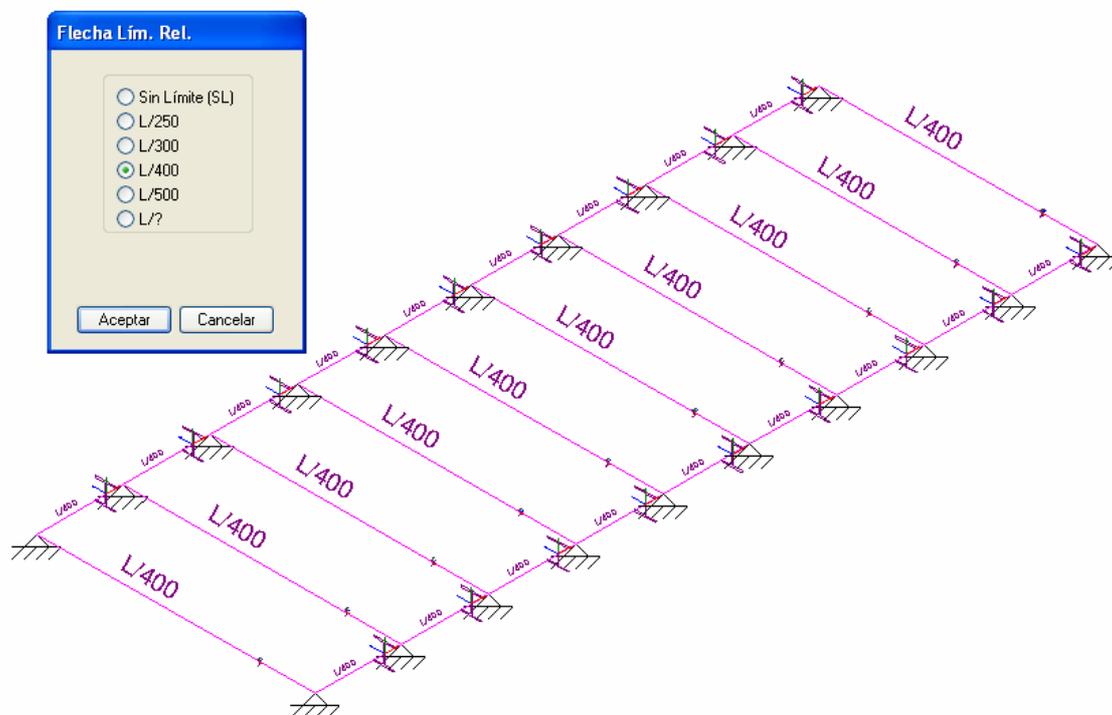
Se ha definido un perfil HEB-320 para las vigas preexistentes, y siguiendo el criterio de máxima coherencia con la obra existente, un perfil IPN-80 para las correas a colocar (que es el mismo que las dispuestas en el suelo existente).



**Figura 85.** Descripción de los perfiles de la estructura.

## FLECHA LÍMITE

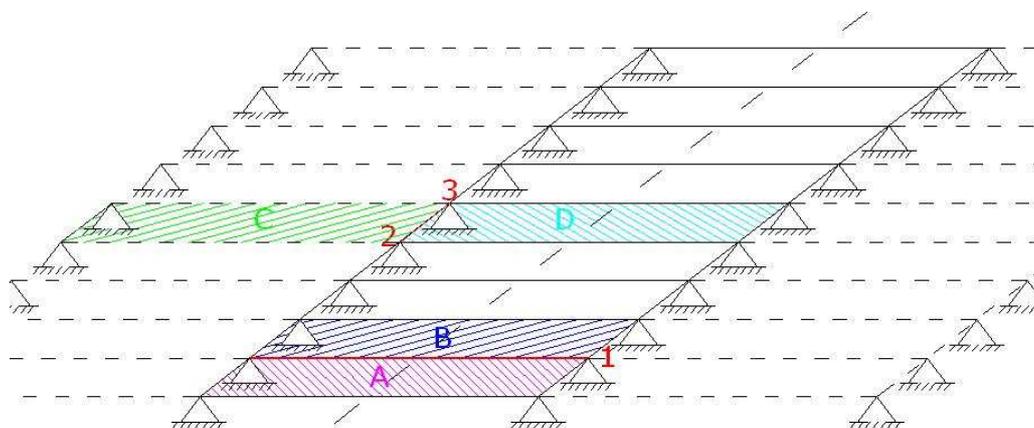
Según el Código Técnico de la Edificación "CTE", volumen "SE", *Seguridad Estructural*, el valor de la flecha límite para la estructura es  $L/400$ .



**Figura 86.** Descripción de la flecha límite para la estructura.

## CONDICIONES DE CARGA

Sobre la estructura formada por los perfiles metálicos de las vigas y correas actúan varias cargas superficiales. La repartición de cargas sobre cada correa y cada viga se detalla a continuación:



**Figura 87.** Repartición de cargas superficiales.

La correa 1, por ejemplo, se verá sometida a la mitad de la carga superficial de la zona A y a la mitad de la zona B. El mismo caso es aplicable para el resto de correas y sus zonas contiguas.

Con el caso de las vigas ocurre lo mismo. El trozo de viga comprendido entre los nudos 2 y 3 recibirá la mitad de la carga superficial de la zona C y la mitad de la zona D. De nuevo, se puede aplicar el mismo cálculo para el resto de trozos de la viga.

### *Peso propio*

Correspondiente al peso de los perfiles de la estructura. Su valor es variable según el perfil adoptado y se tendrá en cuenta por el programa informático.

### *Sobrecargas*

Se han considerado tres sobrecargas. La primera, correspondiente a la suma de la sobrecarga de uso de la zona y el peso propio del hormigón de la losa. La segunda sobrecarga corresponde al peso propio de los materiales utilizados para realizar los acabados de la losa (mortero y gres). El peso de las correas sobre las vigas corresponde a la tercera sobrecarga.

#### - Sobrecarga 1

$$S_{C_{uso}} = S_C \times \gamma_Q = 0,5T / m^3 \times 1,5 = 0,75T / m^2$$

Siendo:

$S_{C_{uso}}$ :	Sobrecarga de uso mayorada
$S_C$ :	Sobrecarga de uso
$\gamma_Q$ :	Coefficiente de mayoración de la sobrecarga

$$P_p = P_e h \times h \times \gamma_G = 2,5T / m^3 \times 0,25m \times 1,35 = 0,625T / m^2 \times 1,35 = 0,8438T / m^2 \approx 0,85T / m^2$$

Siendo:

$P_p$ :	Peso propio del hormigón
$P_e h$ :	Peso específico del hormigón
$h$ :	Canto de la losa
$\gamma_G$ :	Coefficiente de mayoración del peso propio

$$S_{C_1} = S_{C_{uso}} + P_p = 0,75T / m^2 + 0,85T / m^2 = 1,6T / m^2$$

Área de cada zona delimitada por las vigas y correas:

$$A = 4m \times 1,25m = 5m^2$$

El valor de la sobrecarga 1 que actuará sobre las correas es:

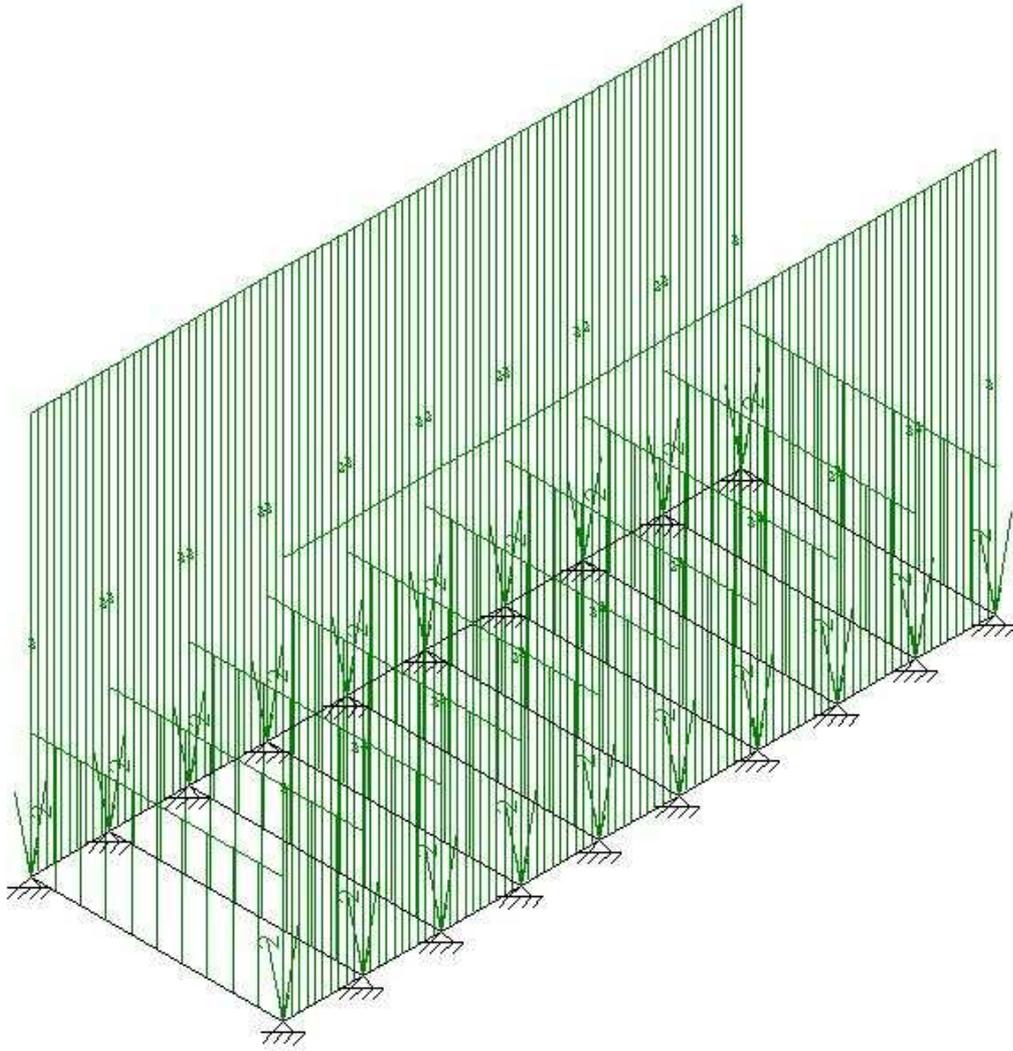
$$Sc_1 = \frac{1,6T / m^2 \times 5m^2}{2} = 4T$$

$$q_1 = \frac{Sc_1}{LongitudCorrea} = \frac{4T}{4m} = 1T / m$$

El valor de la sobrecarga 1 que actuará sobre las vigas es:

$$Sc_1 = \frac{1,6T / m^2 \times 5m^2}{2} = 4T$$

$$q_1 = \frac{Sc_1}{LongitudViga} = \frac{4T}{1,25m} = 3,2T / m$$



**Figura 88.** Sobrecarga 1.

- Sobrecarga 2

$$P_p \text{ gres} = P_e \text{ gres} \times g = 1,9T / m^3 \times 0,01m = 0,19T / m^2$$

Siendo:

$P_p \text{ gres}$ : Peso propio del gres  
 $P_e \text{ h}$ : Peso específico del gres  
 $g$ : Grosor de las baldosas de gres

$$P_p \text{ mortero} = P_e \text{ mortero} \times g = 1,3T / m^3 \times 0,01m = 0,13T / m^2$$

Siendo:

$P_p \text{ mortero}$ : Peso propio del mortero  
 $P_e \text{ h}$ : Peso específico del mortero  
 $g$ : Grosor de la capa de mortero

$$S_{c_2} = P_p \text{ gres} + P_p \text{ mortero} = 0,19T / m^2 \times 0,13T / m^2 = 0,032T / m^2$$

Área de cada zona delimitada por las vigas y correas:

$$A = 4m \times 1,25m = 5m^2$$

El valor de la sobrecarga 2 que actuará sobre las correas es:

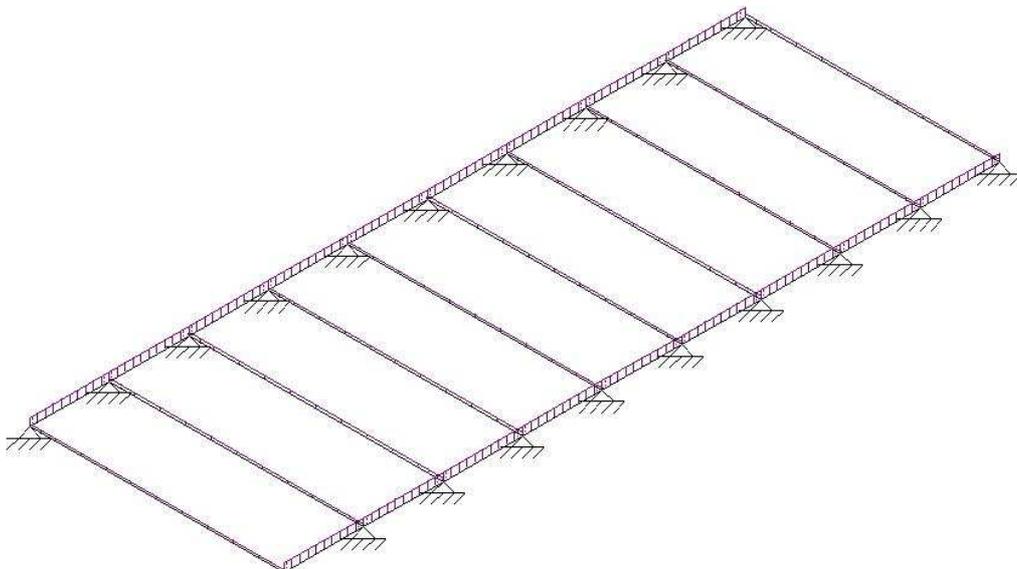
$$Sc_2 = \frac{0,032T / m^2 \times 5m^2}{2} = 0,08T$$

$$q_2 = \frac{Sc_2}{\text{LongitudCorrea}} = \frac{0,08T}{4m} = 0,02T / m$$

El valor de la sobrecarga 2 que actuará sobre las vigas es:

$$Sc_2 = \frac{0,032T / m^2 \times 5m^2}{2} = 0,08T$$

$$q_2 = \frac{Sc_2}{\text{LongitudViga}} = \frac{0,08T}{1,25m} = 0,064T / m$$

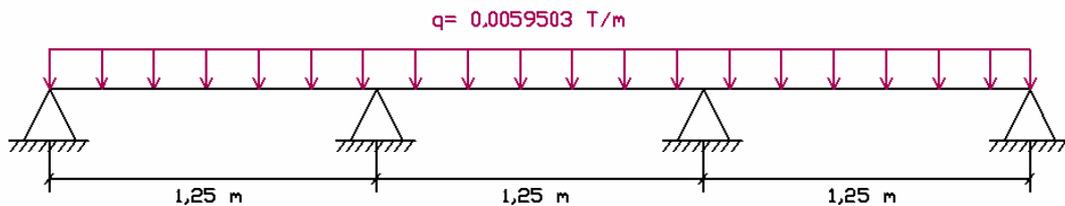


**Figura 89.** Sobrecarga 2.

- Sobrecarga 3

Como caso particular de las vigas, se deberá considerar el peso de las correas sobre estas. Este peso se considerará como una fuerza puntual. Los cálculos se adjuntan a continuación:

El valor de  $q$  (peso propio de las correas) proporcionado por el programa es  $0,0059503T/m$ .



**Figura 90.** Peso propio de las correas.

Analizando uno de los apoyos sobre los que se aplicará la carga puntual equivalente a la mitad del peso propio de la correa de uno de sus lados, obtenemos:

$$Q = q \times \frac{L}{2} = 0,0059503\text{ T/m} \times 0,625\text{ m} = 0,003719\text{ T}$$

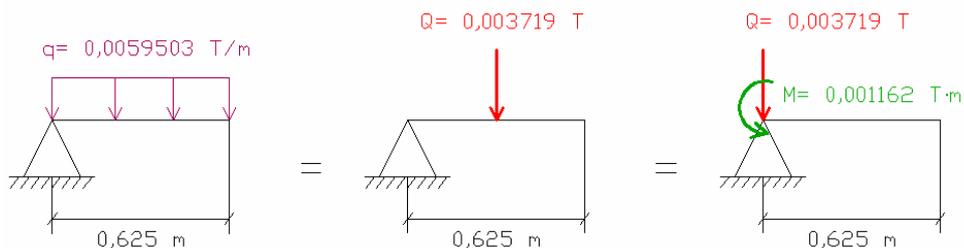
$$M = Q \times \frac{L/2}{2} = 0,003719\text{ T} \times 0,3125\text{ m} = 0,001162\text{ T}\cdot\text{m}$$

Siendo:

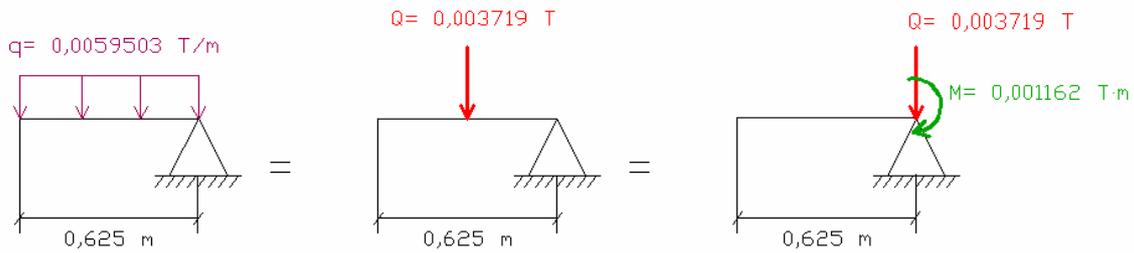
Q: Fuerza equivalente a la mitad de la carga generada por el peso propio de la correa

L: Longitud de la correa

M: Momento generado por el traslado de la fuerza Q, al apoyo



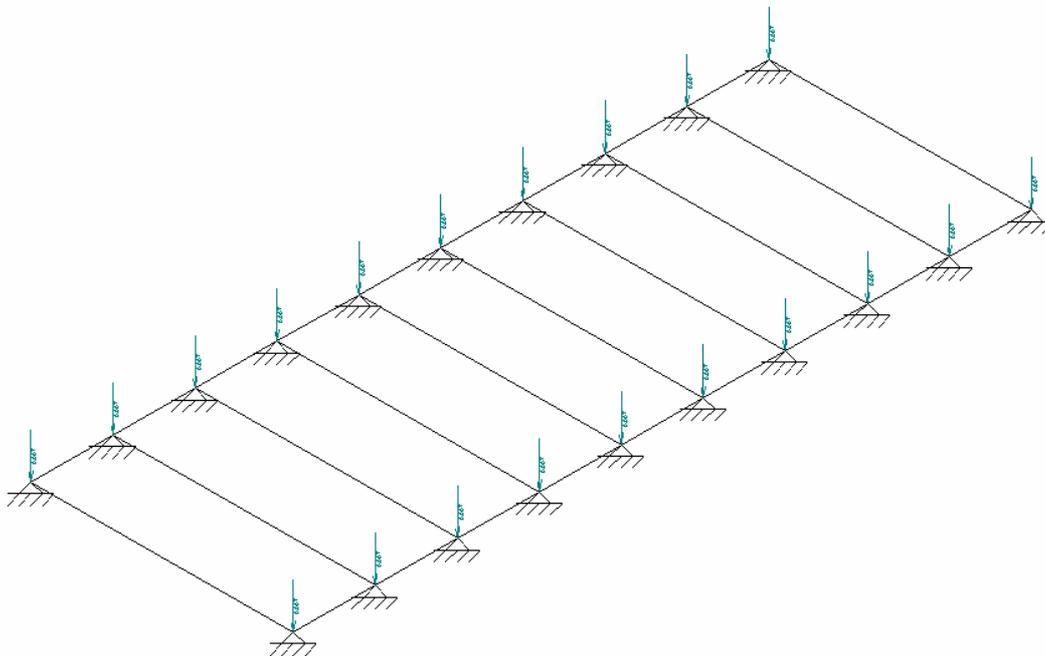
**Figura 91.** Traslado de la mitad del peso propio de una correa al apoyo izquierdo.



**Figura 92.** Traslado de la mitad del peso propio de una correa al apoyo derecho.

Como las vigas estudiadas corresponden a las dos vigas centrales de la zona del bar, el momento correspondiente al traslado del valor del peso de la mitad de la correa de un lado se contrarrestará con la del otro lado, ya que tiene valores iguales y signos contrarios, siendo el valor del momento resultante nulo.

La figura 93 corresponde a la sobrecarga 3 a la que está sometida la estructura. Al ser el valor de esta muy pequeño, la escala definida para poder apreciarla es 100 veces superior que el del resto de las acciones.

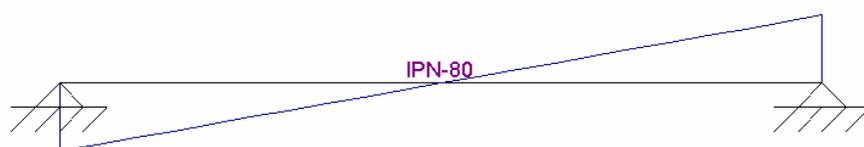


**Figura 93.** Sobrecarga 3.

## RESULTADOS

Como se puede comprobar con los diagramas proporcionados por el programa y las leyes máximas de estos, las correas que se colocarán (los perfiles de las cuales son iguales que los del resto de correas de la zona) y las vigas preexistentes soportarán el peso de la losa a montar y los valores de las sobrecargas de la zona.

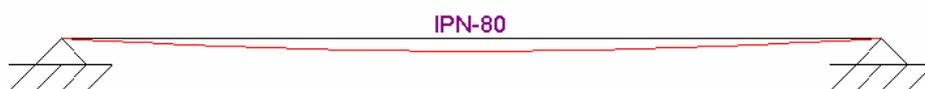
Todas las correas están sometidas a las mismas cargas. Los diagramas de una correa cualquiera se muestran a continuación:



**Figura 94.** Diagrama de Cortante de la correa.



**Figura 95.** Diagrama de Momento Flector de la correa.



**Figura 96.** Diagrama de la flecha de la correa.

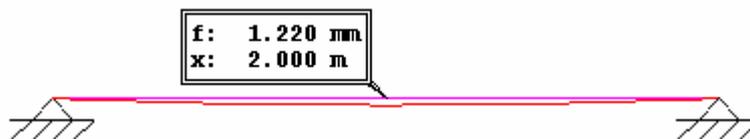
Leyes máximas:



**Figura 97.** Ley máxima del Cortante de la correa.

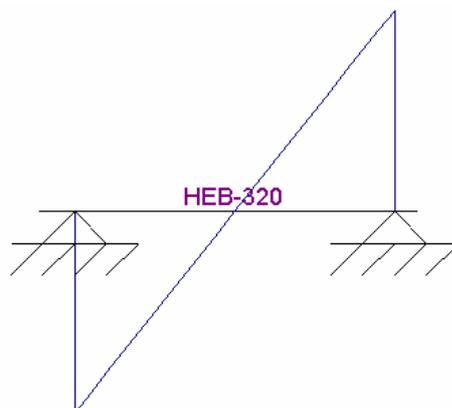


**Figura 98.** Ley máxima del Momento flector de la correa.

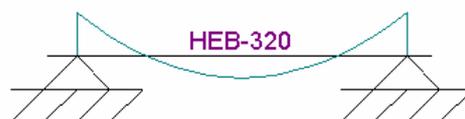


**Figura 99.** Ley máxima de la flecha de la correa.

Todos los trozos de **viga** definidos entre apoyo y apoyo están sometidos a las mismas cargas. Los diagramas de una barra cualquiera se muestran a continuación:



**Figura 100.** Diagrama de Cortante de la barra.

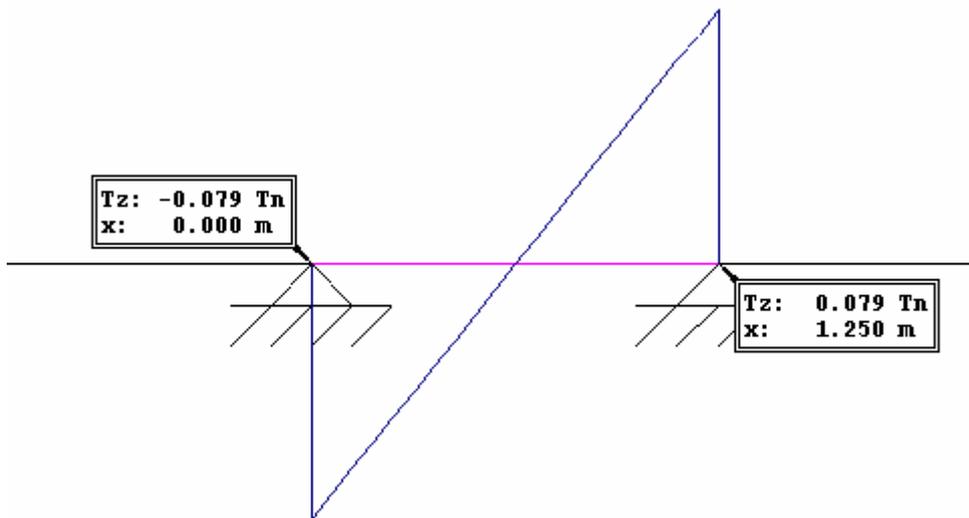


**Figura 101.** Diagrama de Momento Flector de la barra.

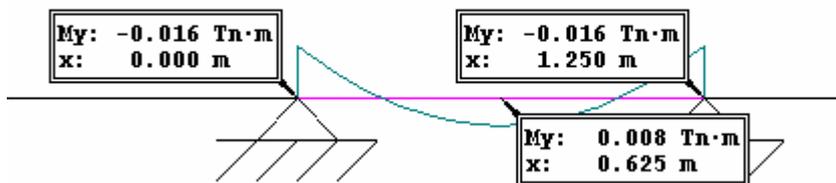


**Figura 102.** Diagrama de la flecha de la correa.

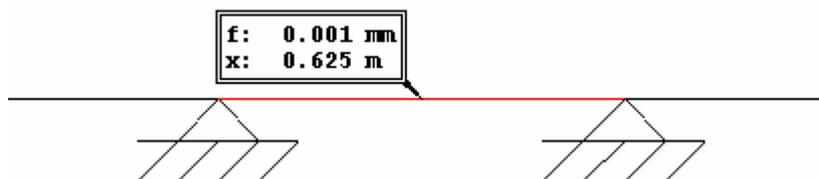
Leyes máximas:



**Figura 103.** Ley máxima del Cortante de la barra.



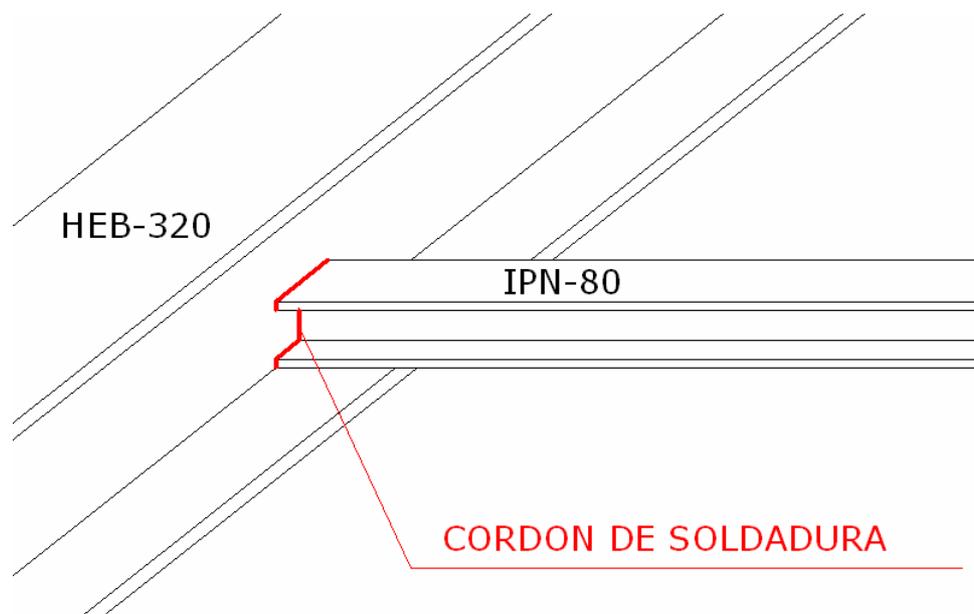
**Figura 104.** Ley máxima del Momento flector de la barra.



**Figura 105.** Ley máxima de la flecha de la barra.

### 1.4.2. Montaje y detalles constructivos

La unión de las correas y las vigas que forman la estructura metálica se realizará mediante soldadura. Las correas de perfiles IPN-80 se apoyarán sobre las vigas HEB-320. El cordón de soldadura se realizará por todo el perímetro de la correa, tal y como se muestra en la figura 106.



**Figura 106.** Detalle de la unión de una correa y una viga mediante soldadura.

## 1.5. Solución adoptada

### 1.5.1. Losa interior

En el subapartado 1.2.3 se ha realizado un estudio de los posibles modelos estructurales planteados para ampliar la zona del bar, situado en la planta primera del teatro.

En el primer modelo considerado se ha analizado una losa biempotrada de 8 metros de largo y 2,5 de ancho que se apoya sobre dos vigas centrales. En el segundo, la losa, de iguales dimensiones (8 x 2,5), se apoya sobre las dos vigas centrales, dejando sus extremos en voladizo. En el tercero y último caso se ha propuesto derribar parte del suelo existente, de manera que la losa a evaluar se apoya sobre las dos vigas centrales y también en los extremos. Las medidas de la misma son 12 metros de largo y 2,5 de ancho.

Después de desarrollar todos los casos expuestos se ha observado que el modelo 3, un modelo bastante estándar en la construcción, es el que ofrece una mayor facilidad en el montaje, evitando así tener que realizar empalme por solapo en el caso 1. El caso 2 se ha rechazado por ser un modelo estructural

que suele aplicarse en edificios de grandes dimensiones, cuando se tienen distancias de 40 o 50 metros y cabe la posibilidad de que aparezcan agrietamientos en el suelo debido a los asentamientos diferenciales que pueden estar provocados por apoyos de la cimentación sobre materiales con distintas características geotécnicas.

Además, se ha observado que en los modelos 1 y 2, las distintas zonas delimitadas por los perfiles metálicos de las vigas y las correas tienen distintas dimensiones (unas son de 2 metros de largo x 1,25 de ancho y otras de 1,25 x 4). En ambos modelos se necesitarían barras de distintas longitudes para la armadura principal inferior (unas de 2 metros de longitud y otras de 4). En el modelo 3, sin embargo, todas las zonas que quedan delimitadas por los perfiles tienen las mismas dimensiones. De esta forma, las barras principales del armado inferior de cualquier zona serán de igual longitud (4 metros).

Como ya se ha argumentado anteriormente, el modelo seleccionado para el cubrimiento del hueco de la planta del bar, es el modelo 3. Este proceso está dividido en dos fases constructivas: la primera comprende el montaje de la estructura metálica que soportará la losa y la segunda la construcción de la losa.

En la primera fase se colocarán las correas IPN-80 en el centro del hueco, apoyando sus extremos sobre las vigas HEB-320 preexistentes. La unión entre los perfiles se realizará mediante soldadura.

La construcción de la losa se iniciará con la colocación del armado de la misma. Los cálculos del armado de la losa realizados en el proyecto contemplaban un ancho de losa de 1 metro. A continuación, se exponen los cálculos realizados para la adaptación de la solución a las dimensiones reales de la losa (12 metros de largo x 2,5 de ancho):

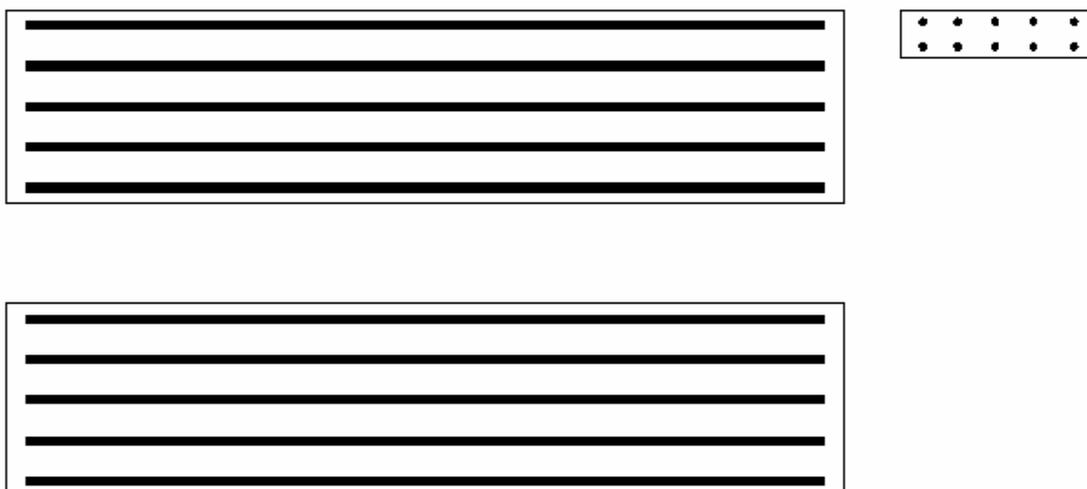
- Los valores de los resultados obtenidos considerando un ancho de losa de 1 metro son:

Armadura Superior (principal y secundaria) → núm. barras  $\varnothing_{16} = 5$

$S_L$  (principal y secundaria) = 200

Armadura Inferior (principal y secundaria) → núm. barras  $\varnothing_{16} = 5$

$S_L$  (principal y secundaria) = 200



**Figura 107.** Detalle del armado, considerando un ancho de losa de 1 metro.

- Los cálculos para la adaptación de los resultados a las dimensiones reales de la losa son:

$$n_L \times \varnothing_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- $n_L$ : número barras longitudinales
- $\varnothing_L$ : diámetro de las barras longitudinales
- $s_L$ : espacio entre barras longitudinales
- $r$ : recubrimiento
- $b$ : base de la sección

ARMADURA SUPERIOR (MALLA)

Principal

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 25 = 2500$$

$$216 \times n_L - 200 + 50 = 2500$$

$$n_L = \frac{2650}{216} = 12,27 \text{ barras} \rightarrow 13 \text{ barras}$$

Número barras (armadura principal)= 13

### Secundaria

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 25 = 12000$$

$$216 \times n_L - 200 + 50 = 12000$$

$$n_L = \frac{12150}{216} = 56,25 \text{barras} \rightarrow 57 \text{barras}$$

Número barras (armadura secundaria)= 57

### ARMADURA INFERIOR

#### Principal

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 25 = 1250$$

$$216 \times n_L - 200 + 50 = 1250$$

$$n_L = \frac{1400}{216} = 6,48 \text{barras} \rightarrow 7 \text{barras}$$

Número barras (armadura principal)= 7

#### Secundaria

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 25 = 4000$$

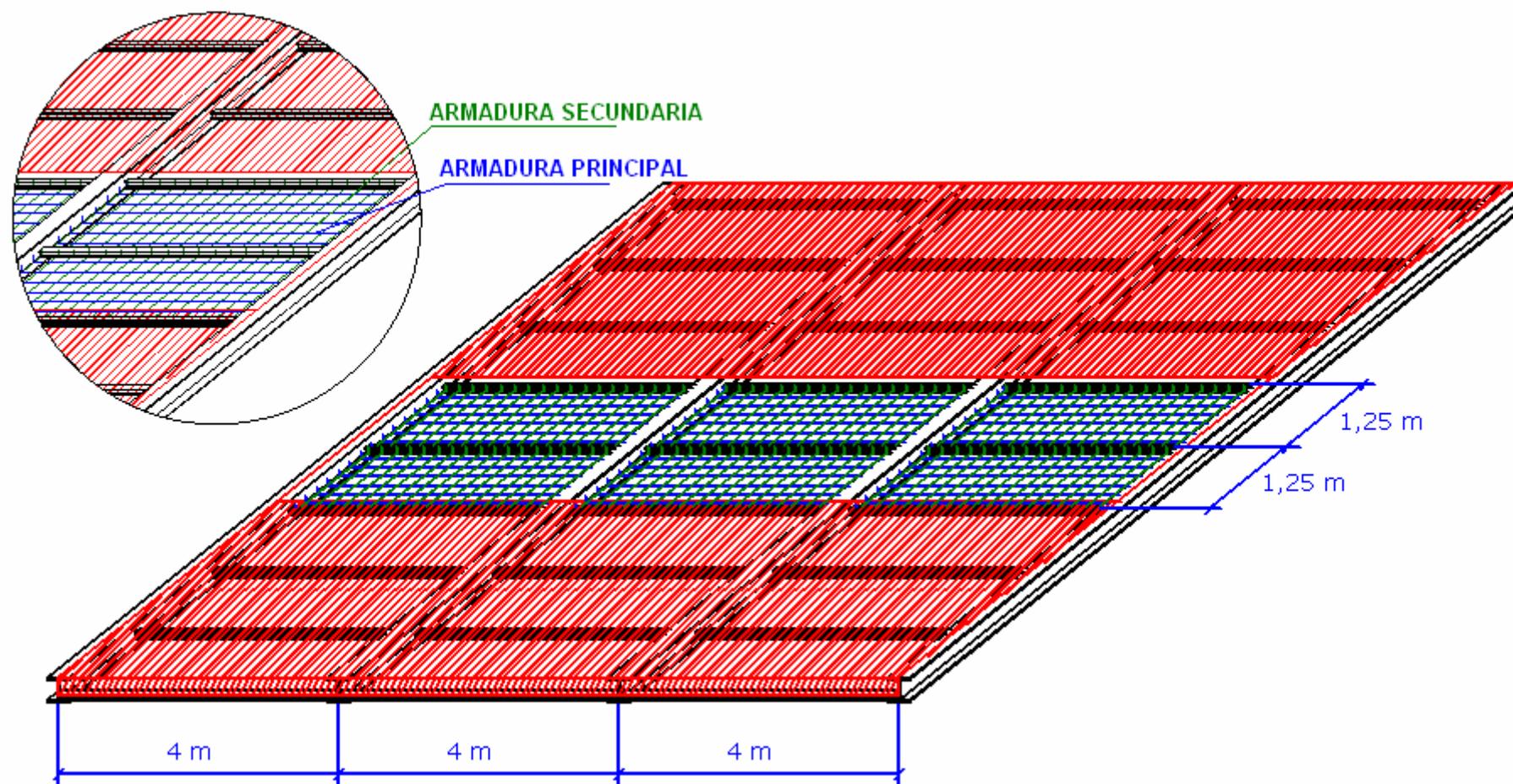
$$216 \times n_L - 200 + 50 = 4000$$

$$n_L = \frac{4150}{216} = 19,21 \text{barras} \rightarrow 20 \text{barras}$$

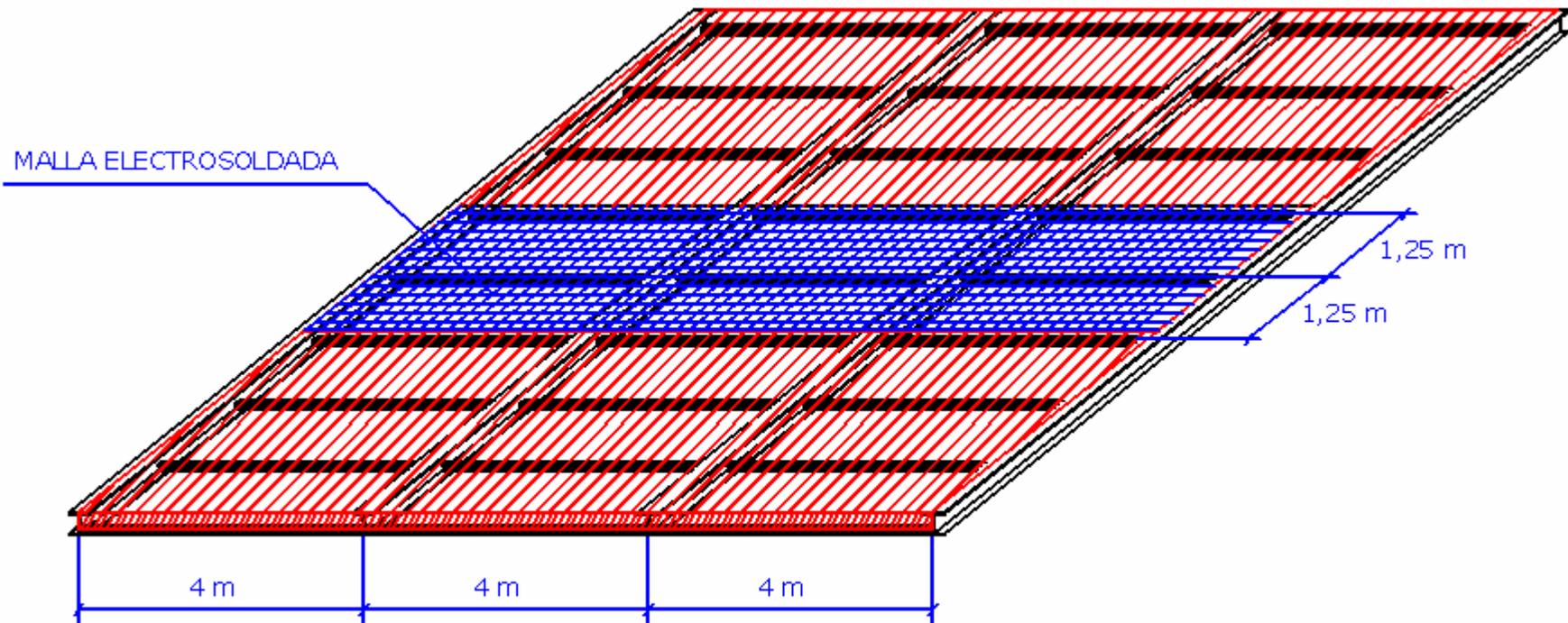
Número barras (armadura secundaria)= 20

A la hora de disponer el armado inferior se diferenciarán 6 zonas de 4 x 1,25 metros, sobre las que se montarán 7 barras de 16 milímetros de diámetro y 4 metros de longitud, separadas a una distancia de 200 milímetros entre sí. Estas barras corresponden a la armadura principal. Sobre estas, en una dirección perpendicular, se colocarán 20 barras de 16 milímetros de diámetro, separadas entre sí por 200 milímetros (armadura secundaria). Los puntos de contacto entre la armadura principal y la secundaria se unirán mediante soldadura. El armado superior que se apoyará sobre las vigas HEB-320, corresponde a una malla electrosoldada con un cuadro de malla de 200 x 200 milímetros. El armado principal de esta lo formarán 13 barras de un diámetro de 16 milímetros y estarán separadas entre sí por 200 milímetros. El armado secundario, que se dispondrá bajo el principal, estará constituido por 57 barras de 16 milímetros de diámetro y la separación entre ellas será de 200 milímetros. Como último paso se realizará el hormigonado de la zona a cubrir.

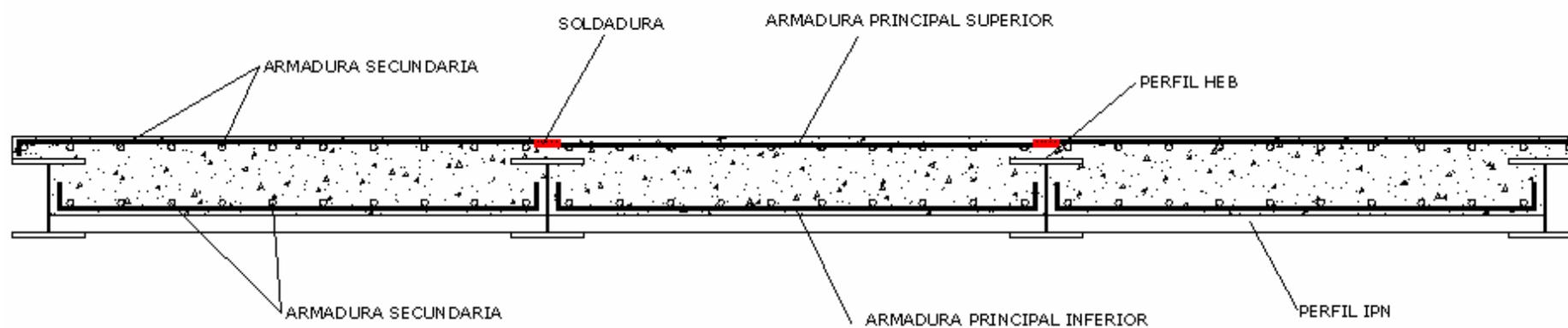
Para ilustrar la solución adoptada se anexan los esquemas estructurales y los detalles constructivos del modelo siguiendo el orden de montaje:



**Figura 108.** Detalle del montaje de la armadura inferior de la losa.



**Figura 109.** Detalle del montaje de la armadura superior de la losa.



**Figura 110.** Detalle constructivo de la losa.

### 1.5.2. Losa de la cubierta

La solución adoptada para construir la cubierta de la planta segunda seguirá los patrones de montaje del modelo 3 escogido para la construcción de la losa interior.

Los cálculos del armado de la losa realizados en el proyecto contemplaban un ancho de losa de 1 metro. A continuación, se detallan los cálculos realizados para la adaptación de la solución a las dimensiones reales de la losa (12 metros de largo x 2,5 de ancho):

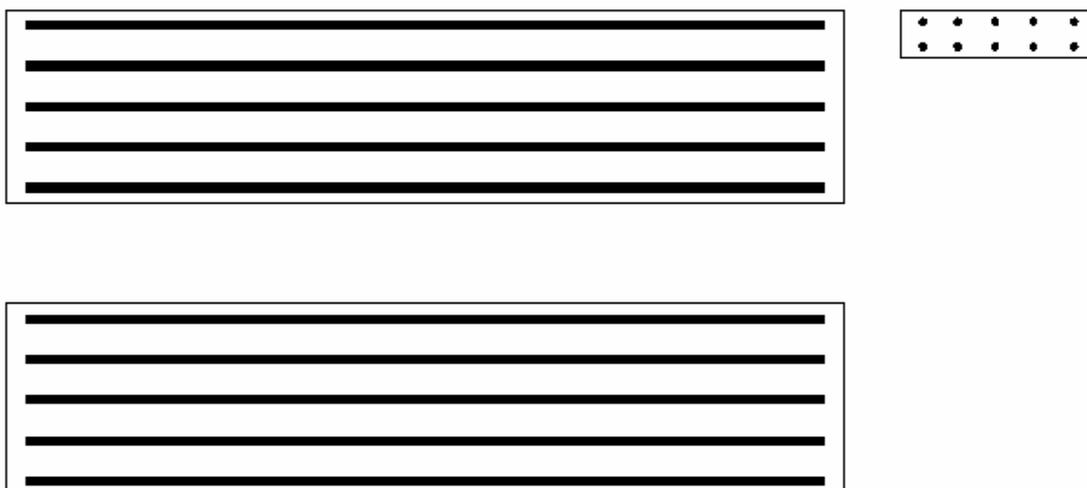
- Los valores de los resultados obtenidos considerando un ancho de losa de 1 metro son:

Armatura Superior (principal y secundaria) → núm. barras  $\varnothing_{16} = 5$

$S_L$  (principal y secundaria) = 200

Armatura Inferior (principal y secundaria) → núm. barras  $\varnothing_{16} = 5$

$S_L$  (principal y secundaria) = 200



**Figura 111.** Detalle del armado, considerando un ancho de losa de 1 metro.

- Los cálculos para la adaptación de los resultados a las dimensiones reales de la losa son:

$$n_L \times \emptyset_L + (n_L - 1) \times s_L + 2 \times r = b$$

Siendo:

- $n_L$ : número barras longitudinales
- $\emptyset_L$ : diámetro de las barras longitudinales
- $s_L$ : espacio entre barras longitudinales
- $r$ : recubrimiento
- $b$ : base de la sección

#### ARMADURA SUPERIOR (MALLA)

##### Principal

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 30 = 2500$$

$$216 \times n_L - 200 + 60 = 2500$$

$$n_L = \frac{2640}{216} = 12,22 \text{barras} \rightarrow 13 \text{barras}$$

Número barras (armadura principal)= 13

##### Secundaria

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 30 = 12000$$

$$216 \times n_L - 200 + 60 = 12000$$

$$n_L = \frac{12140}{216} = 56,20 \text{barras} \rightarrow 57 \text{barras}$$

Número barras (armadura secundaria)= 57

## ARMADURA INFERIOR

### Principal

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 30 = 1250$$

$$216 \times n_L - 200 + 60 = 1250$$

$$n_L = \frac{1390}{216} = 6,44 \text{barras} \rightarrow 7 \text{barras}$$

Número barras (armadura principal)= 7

### Secundaria

$$n_L \times 16 + (n_L - 1) \times 200 + 2 \times 30 = 4000$$

$$216 \times n_L - 200 + 60 = 4000$$

$$n_L = \frac{4140}{216} = 19,16 \text{barras} \rightarrow 20 \text{barras}$$

Número barras (armadura secundaria)= 20

## 1.6. Derribos

En este apartado se estudiarán las zonas de la estructura a derribar y el desmantelamiento de todas las instalaciones, así como su posterior traslado a una planta recicladora o vertedero Municipal autorizado de acuerdo con las disposiciones de éste.

Por otro lado, previamente a los trabajos de demolición, se habrán desmontado y retirado aquellos elementos que se quieran preservar.

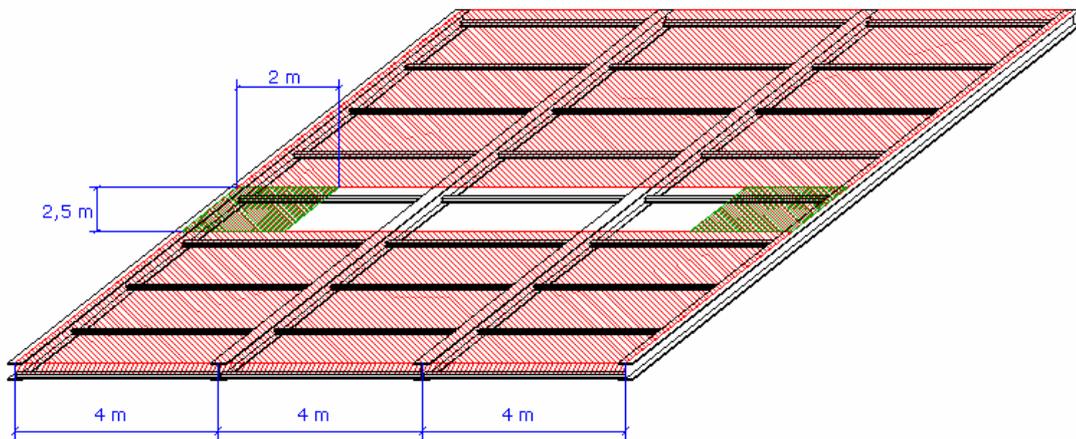
Se realizará una previsión del volumen de residuos que generará la ejecución de la obra, en cumplimiento del Decreto 174/2005, de 9 de junio, por el que se regula la producción y gestión de residuos.

### 1.6.1. Cálculos justificativos de la cantidad de material a derribar

A continuación se realizará un cálculo estimado de la cantidad de material derribado en la rehabilitación del teatro.

#### A. Derribos en la planta primera (zona del bar).

En la siguiente figura se muestran las dos zonas a derribar, así como sus dimensiones para el posterior cálculo. Cabe decir que las dos zonas consideradas tienen la misma geometría.



**Figura 112.** Detalle de las zonas a derribar.

#### - Hormigón

El canto de la losa es de 0,25 metros.

Peso específico del hormigón= 2.200 Kg/m<sup>3</sup>

Por tanto:

Volumen de hormigón derribado= 2 x (2,5 x 2 x 0,25)= 2,5 m<sup>3</sup>

Peso del hormigón derribado= 2,5 m<sup>3</sup> x 2.200 Kg/m<sup>3</sup>= 5.500 Kg= **5,5Tn**

- *Materiales cerámicos*

Se considera un espesor de 1cm para la capa de las baldosas cerámicas.

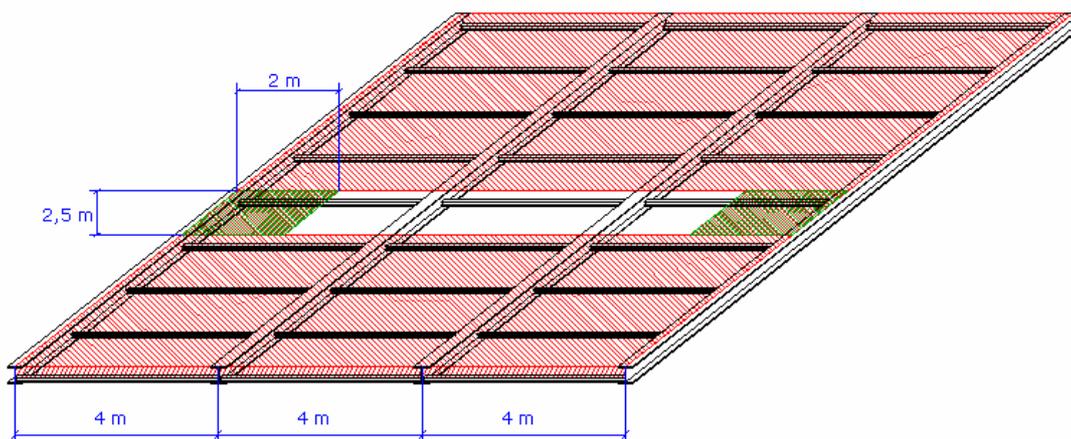
Peso específico de la baldosa cerámica=  $1.900 \text{ Kg/m}^3$

Volumen de baldosas derribadas=  $2 \times (2,5 \times 2 \times 0,01) = 0,1 \text{ m}^3$

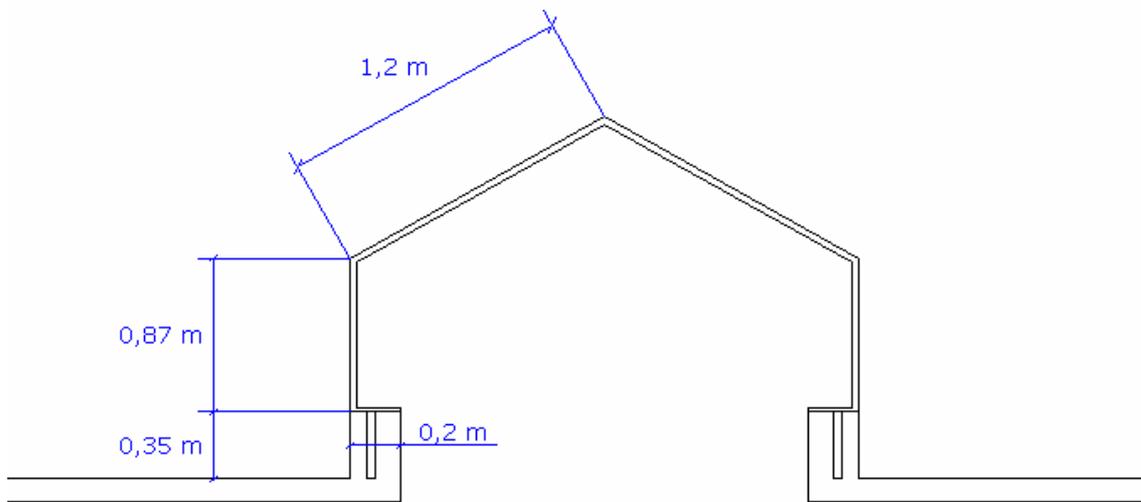
Peso de las baldosas derribadas=  $0,1 \text{ m}^3 \times 1.900 \text{ Kg/m}^3 = 190 \text{ Kg} = \mathbf{0,19Tn}$

B. Derribos en la planta cubierta.

En la zona de la cubierta se derribará el lucernario existente, en la siguiente figura se muestran las dimensiones del mismo.



**Figura 113.** Detalle de las zonas a derribar.



**Figura 114.** Detalle de las zonas a derribar.

El lucernario está compuesto por ladrillo cerámico macizo y vidrio.

Seguidamente se muestran los cálculos realizados para la obtención de la cantidad de material derribado.

- Ladrillo macizo

Peso específico del ladrillo macizo= 1.800 Kg/m<sup>3</sup>

Volumen de ladrillo derribado= [2 x (0,35 x 0,2 x 12)] + [2 x (0,35 x 0,2 x 2,5)]= 2,45 m<sup>3</sup>

Peso del ladrillo macizo derribado= 2,45 m<sup>3</sup> x 1.800 Kg/m<sup>3</sup>= 4.410 Kg=  
**4,4Tn**

- Cristal

Peso específico del vidrio= 2.600 Kg/m<sup>3</sup>

Volumen de ladrillo derribado = [2 x (0,87 x 0,1 x 12)] + [2 x (0,87 x 0,1 x 2,5)] + [2 x (1,2 x 0,1 x 12)] = 5,41 m<sup>3</sup>

Peso del ladrillo macizo derribado= 5,41 m<sup>3</sup> x 2.600 Kg/m<sup>3</sup>= 14.047,8 Kg  
**=140,05Tn**

C. Residuos producidos en la rehabilitación de las instalaciones

Tuberías agua COBRE = 710,63 m

Peso tuberías de cobre = 1,27 Kg/m

Peso total =  $710,63 \times 1,27 = 902,50 \text{ kg} = \mathbf{0,902 \text{ Tn}}$

Tuberías saneamiento PVC = 412,54 m

Peso tuberías PVC = 3,31 Kg/m

Peso total =  $412,54 \times 3,31 = 1365,91 \text{ kg} = \mathbf{1,365 \text{ Tn}}$

Peso de los cables de la instalación eléctrica = 0,049 Kg/m

Metros de cable = 1.356,42 m

Peso total =  $1.356,42 \times 0,049 = 66,46 \text{ Kg} = \mathbf{0.0664 \text{ Tn}}$

Residuos totales =  $0,902 + 1,365 + 0,0664 = \mathbf{2,335 \text{ Tn}}$

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de derribos generados en la rehabilitación del teatro.

<b>Residuo</b>	<b>Cantidad (Toneladas)</b>
Hormigón	5,5
Tejas y materiales cerámicos	0,19
Ladrillo macizo	4,4
Cristal	140,05
Residuos instalaciones	2,335
<b>TOTAL</b>	<b>152,473</b>

**Tabla 1.** Tabla de medición de los residuos en la obra.

### *1.6.2. Camiones para el transporte de los residuos de derribo*

Como se ha visto en el apartado anterior la rehabilitación del teatro origina una cantidad de residuos de 152,402Tn. Para el transporte de los residuos a la planta recicladora o vertedero Municipal se utilizarán camiones contenedores proporcionados por el ayuntamiento del municipio.

# **CAPÍTULO 2: INSTALACIONES**

## **2.1. Electricidad**

### *2.1.1. Objeto*

Para el cálculo de los niveles de iluminación en las diferentes partes del teatro nos hemos ayudado del software informático LUX IEP, el cual nos proporciona las luminarias necesarias para un valor concreto de iluminación, previamente introducido.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de iluminación considerados en las distintas zonas del teatro.

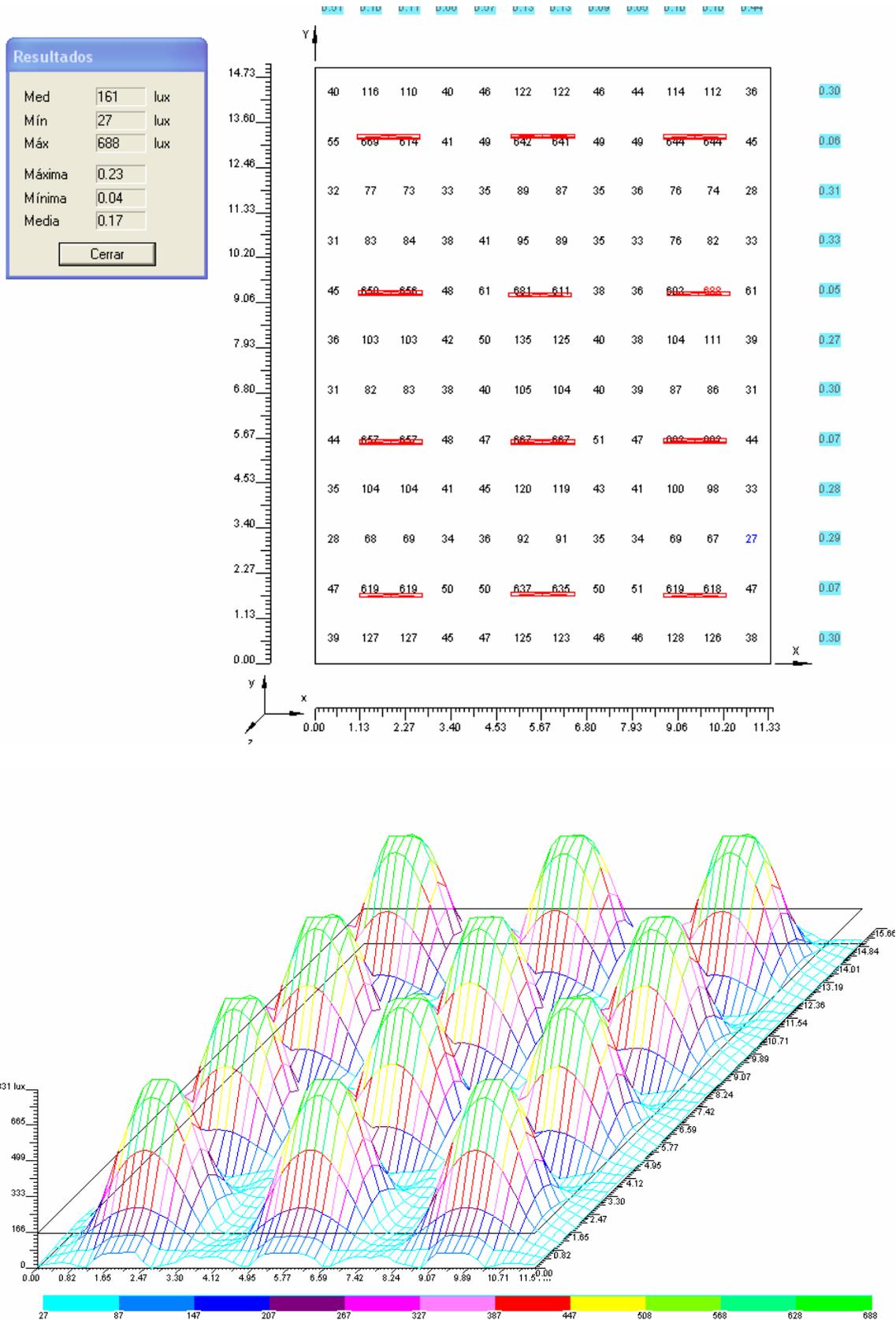
Tipo de zona	ILUMINACIÓN MEDIA (LUX)		
	MINIMO	RECOMENDADO	OPTIMO
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, lavabos, almacenes	100	150	200
Despachos	450	500	750
Teatros	100	150	200
Bares	100	150	200
Camerinos	100	150	200
Salas de maquinas, salas de calderas	100	150	200

Se ha considerado la utilización de downlights en las salas donde se quiere un tipo de luz más calido como en los camerinos, el bar, el hall y los despachos. El resto de salas están iluminadas por medio de luminarias fluorescentes estancas.

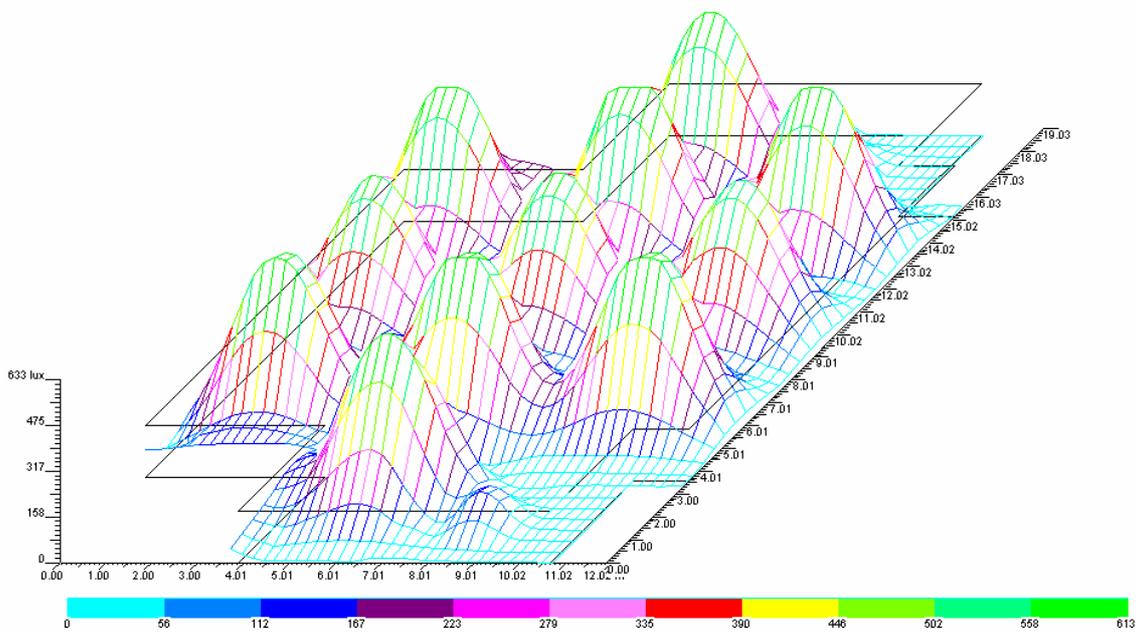
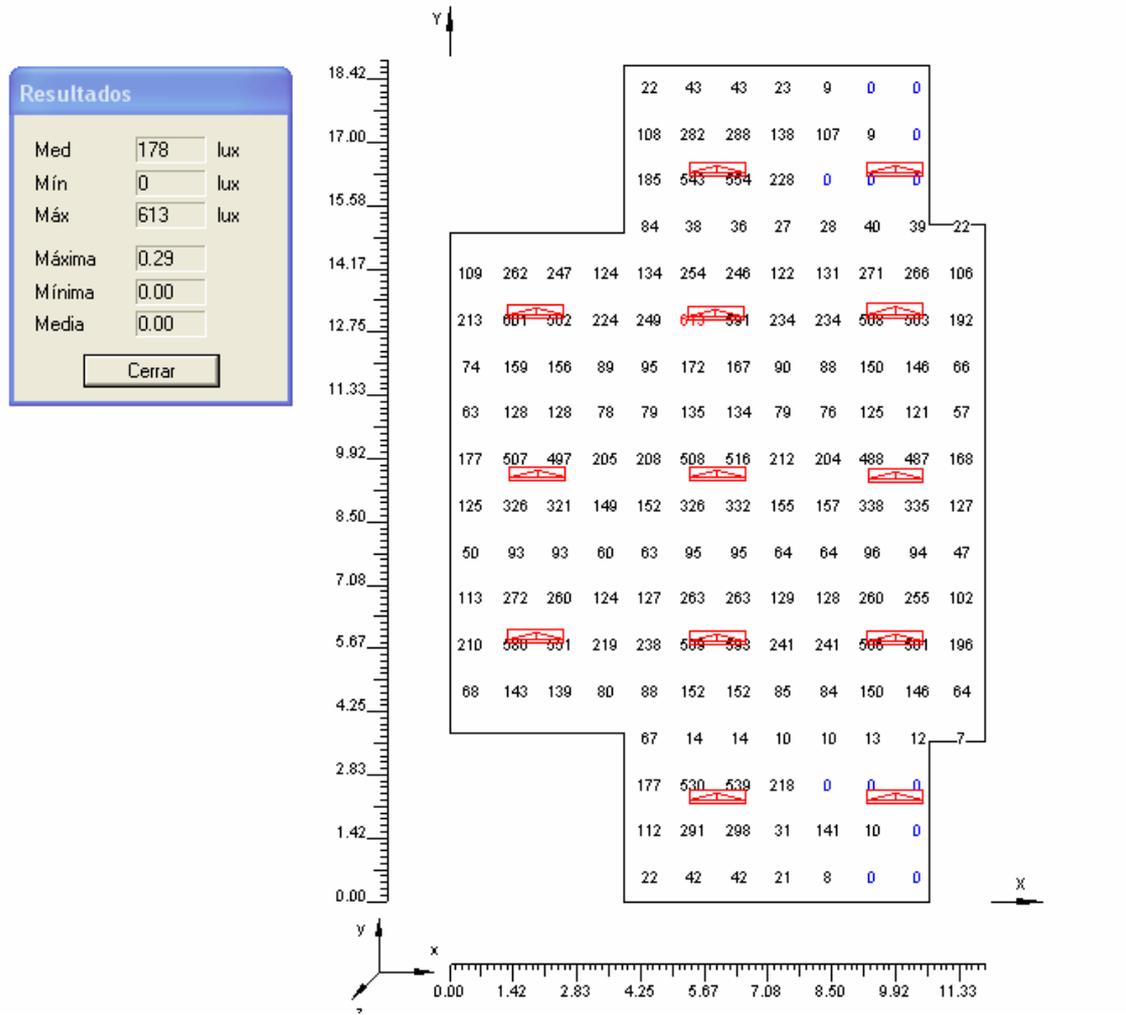
### 2.1.2. *Tablas iluminancia media*

A continuación se anexan los diagramas de la iluminación media obtenida en el plano de trabajo de las habitaciones más significativas del edificio:

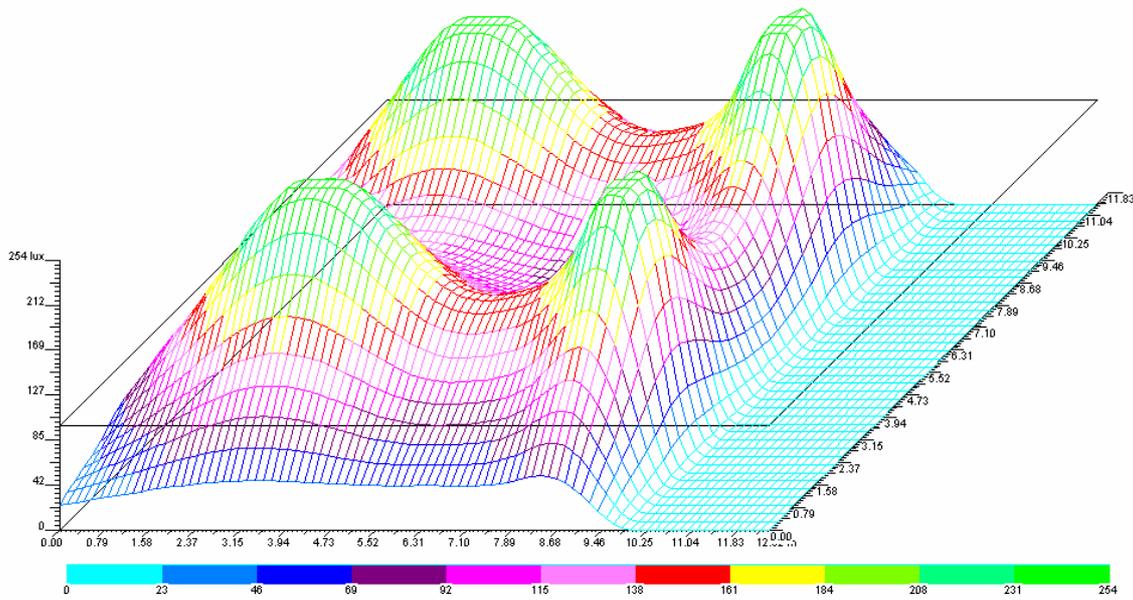
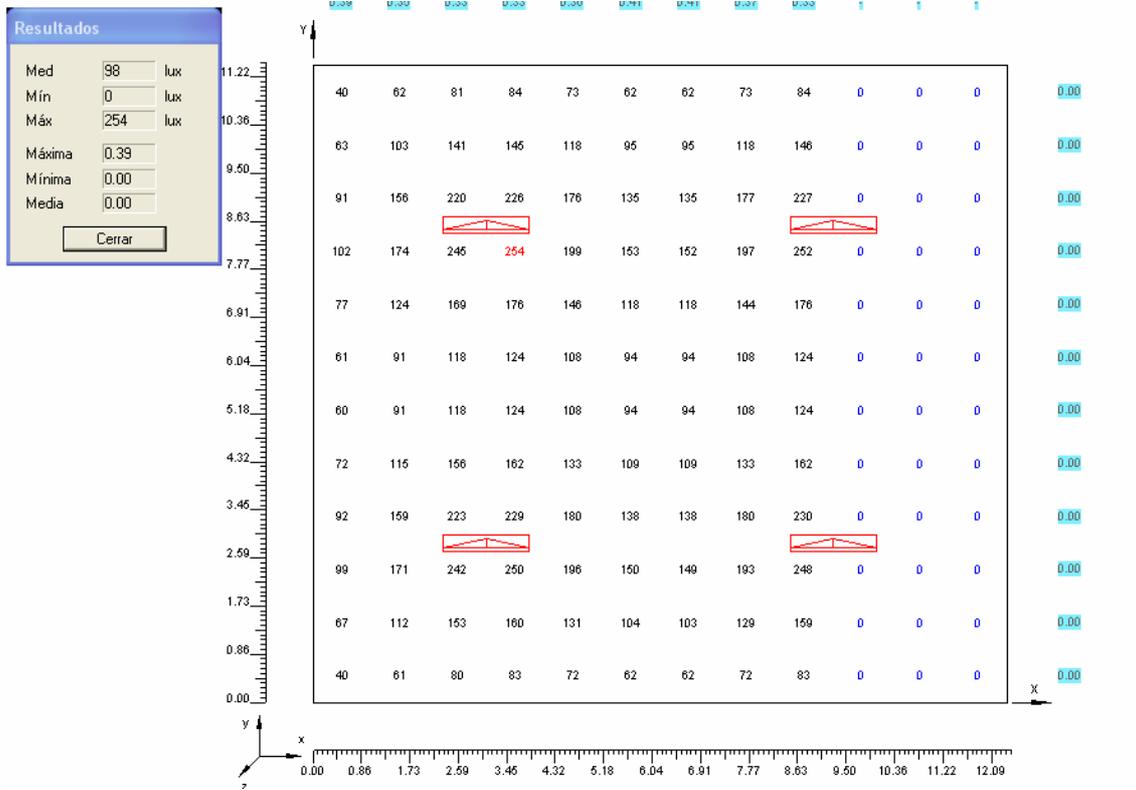
Almacén 1 (planta sótano):



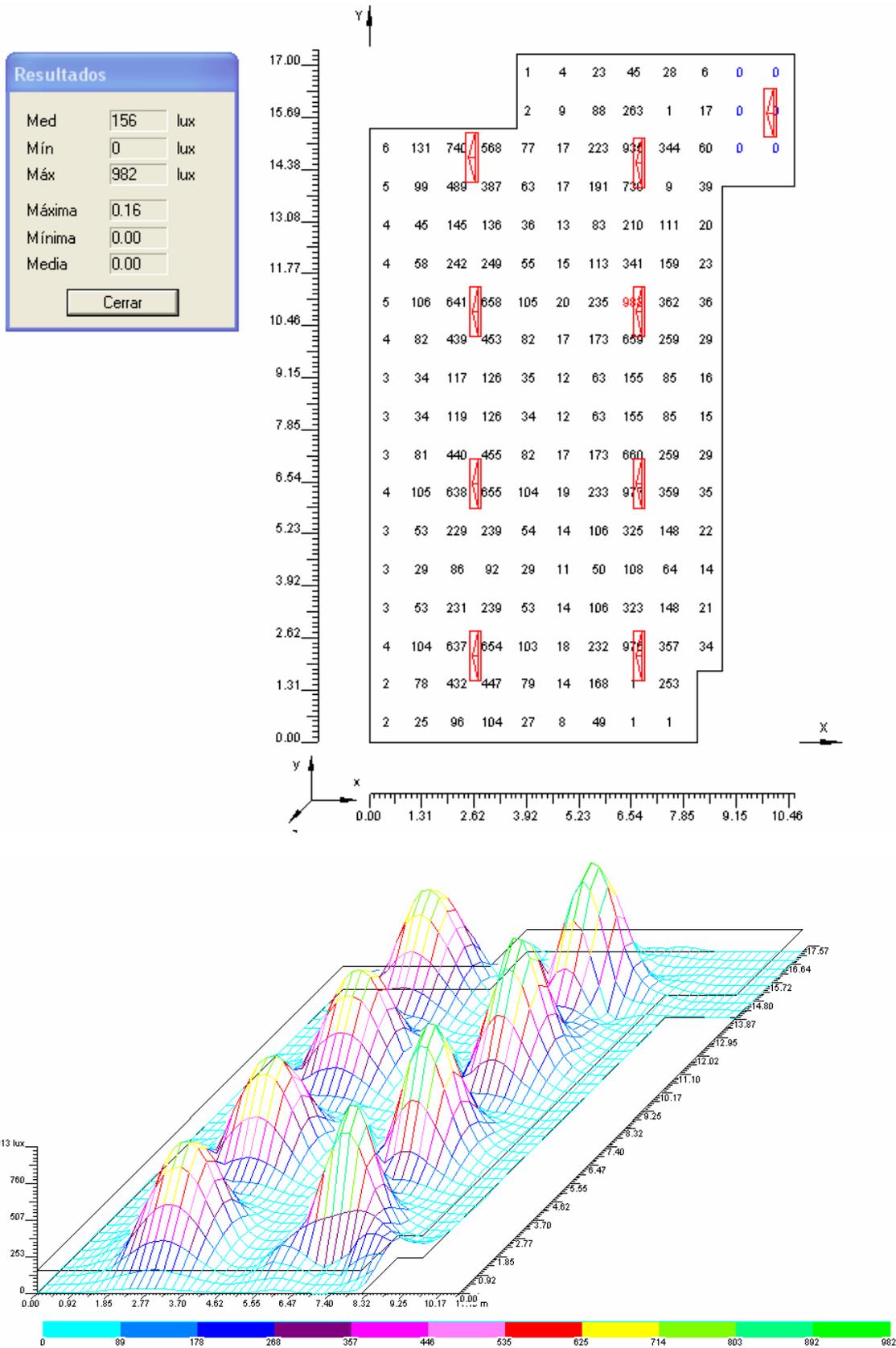
Zona bar (planta primera):



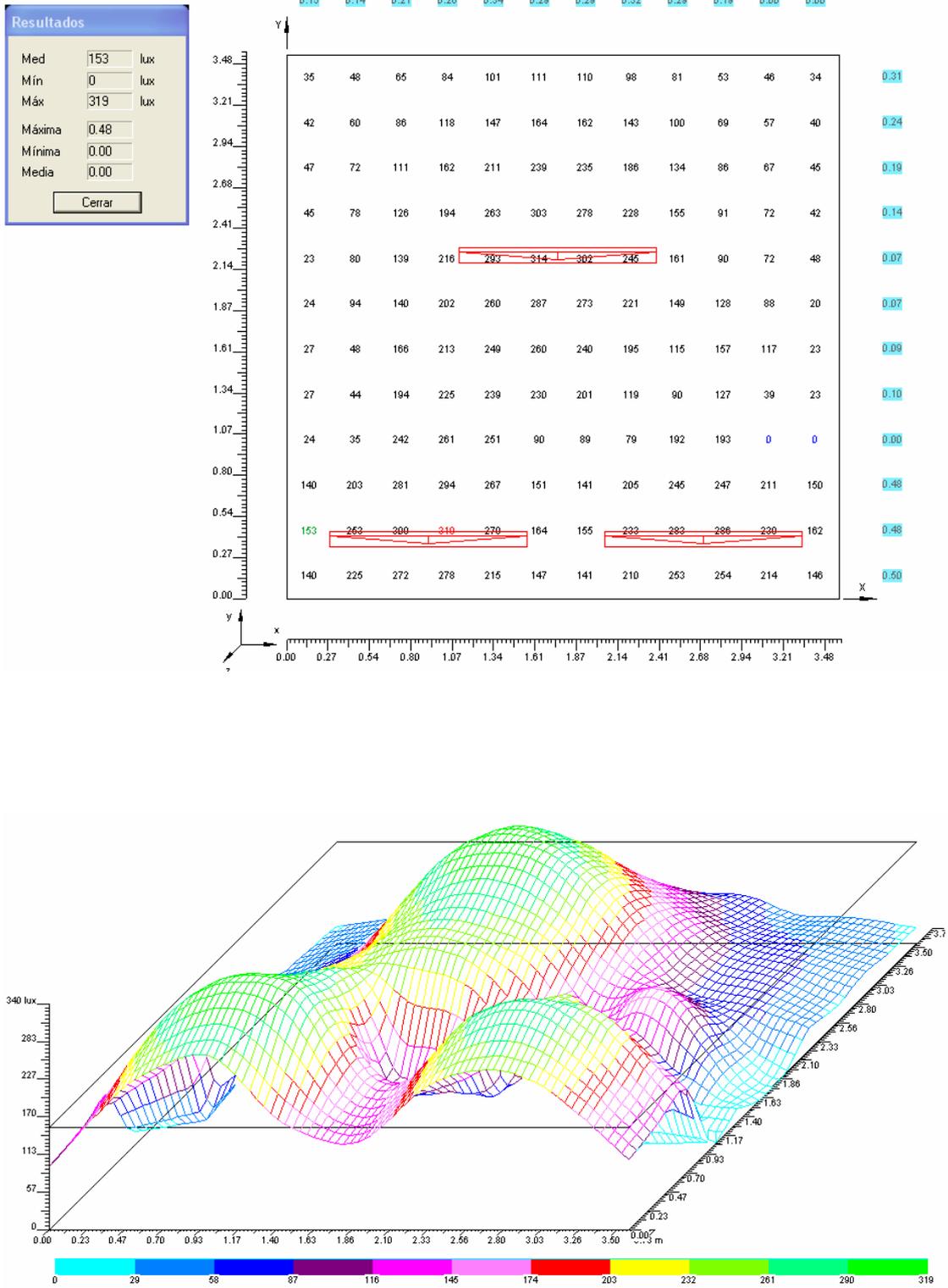
Sala teatro (planta segunda):



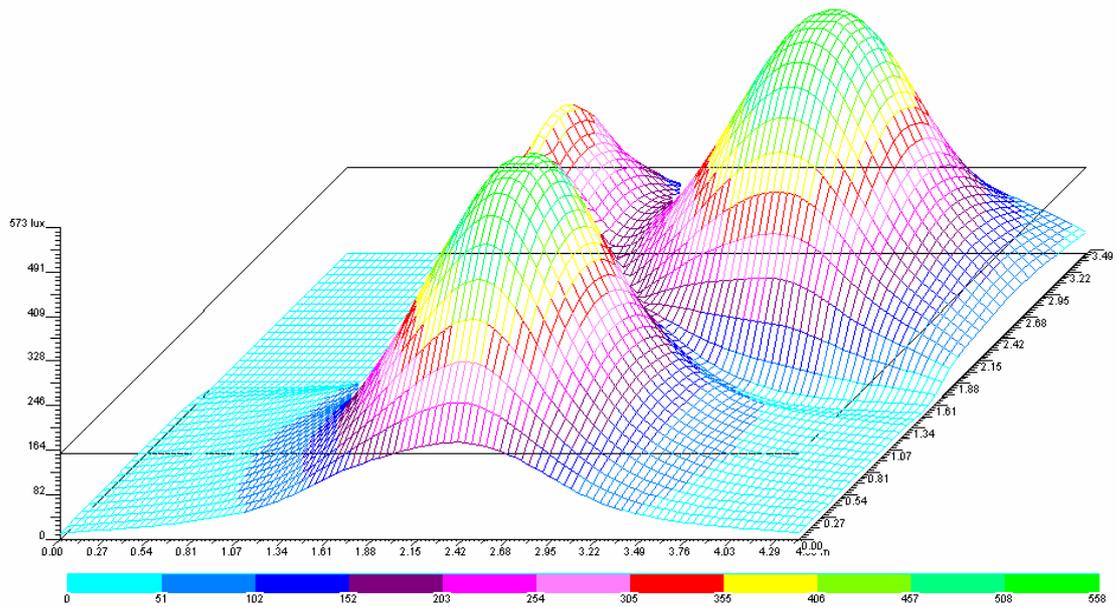
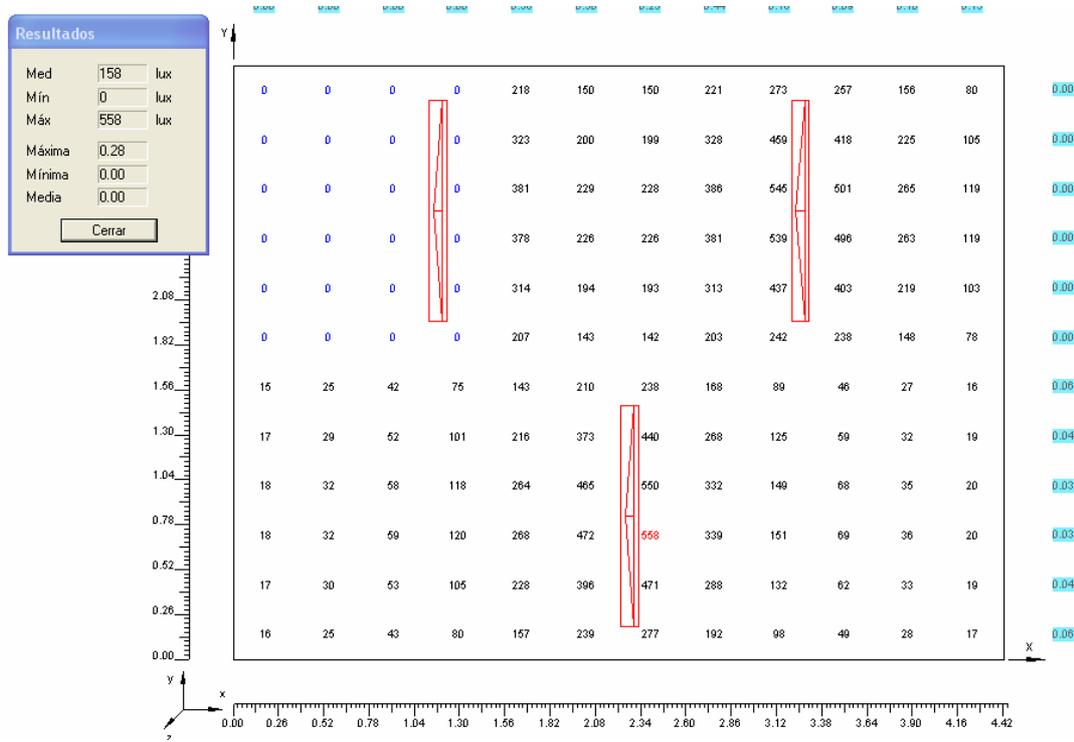
Vestíbulo (planta baja):



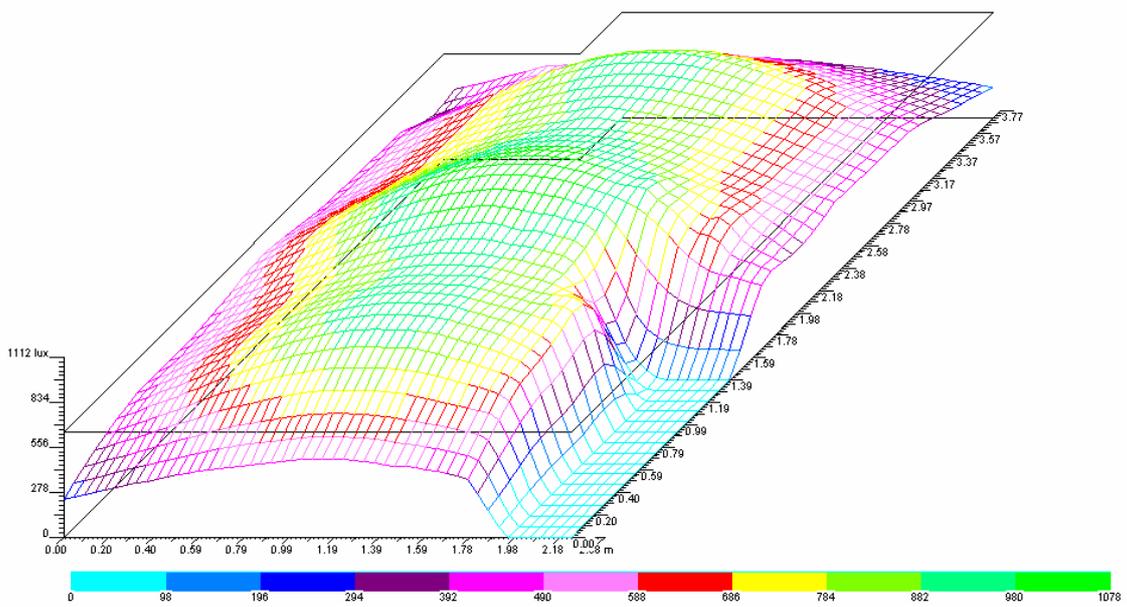
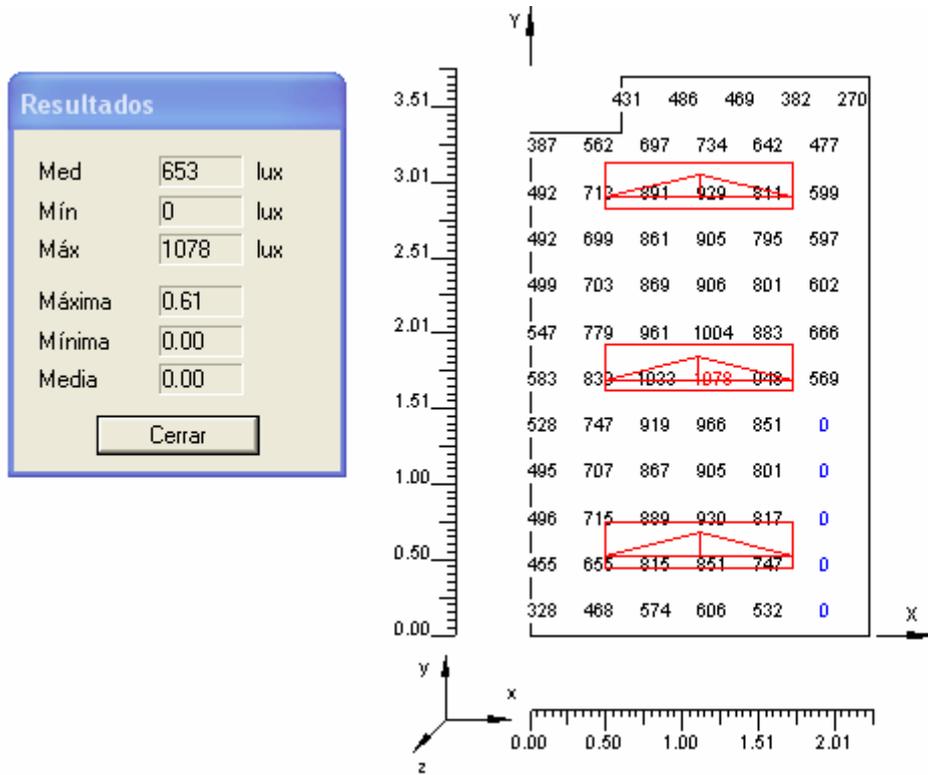
Camerino (planta segunda):



Escaleras (planta sótano):



Taquilla (planta baja):



Servicios de mujeres (planta primera):

**Resultados**

Med  lux

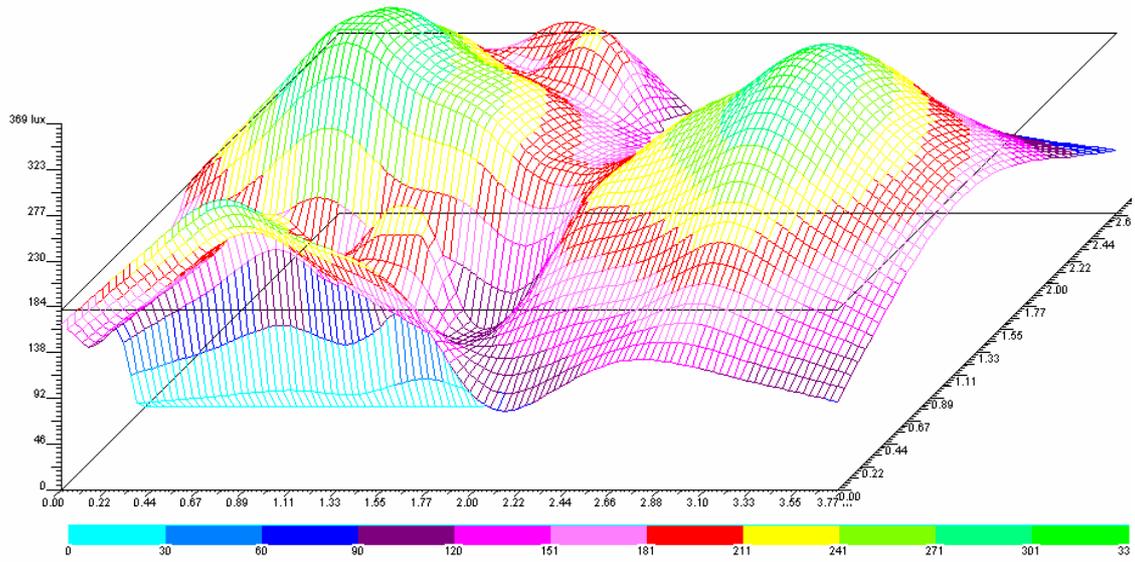
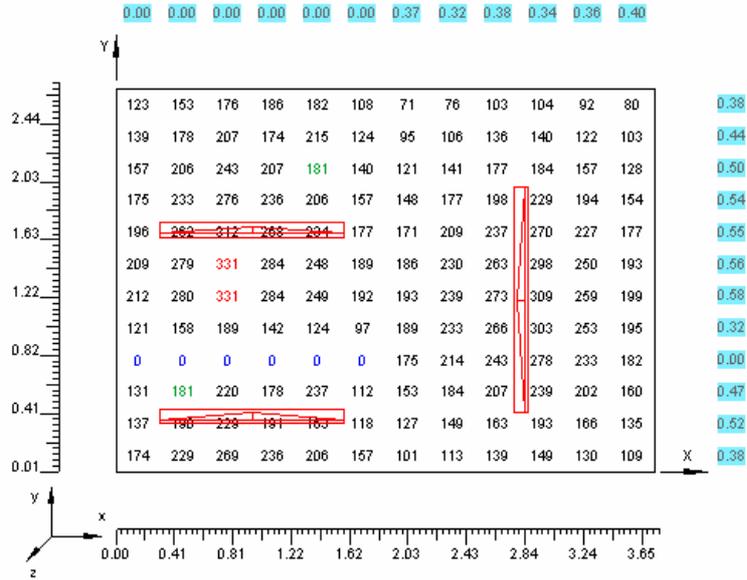
Mín  lux

Máx  lux

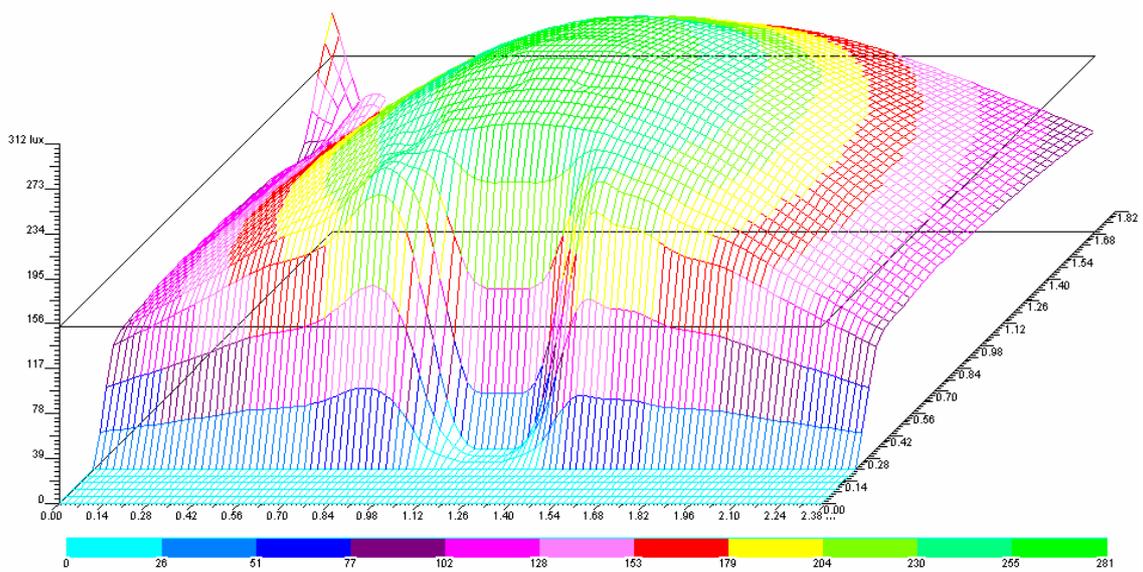
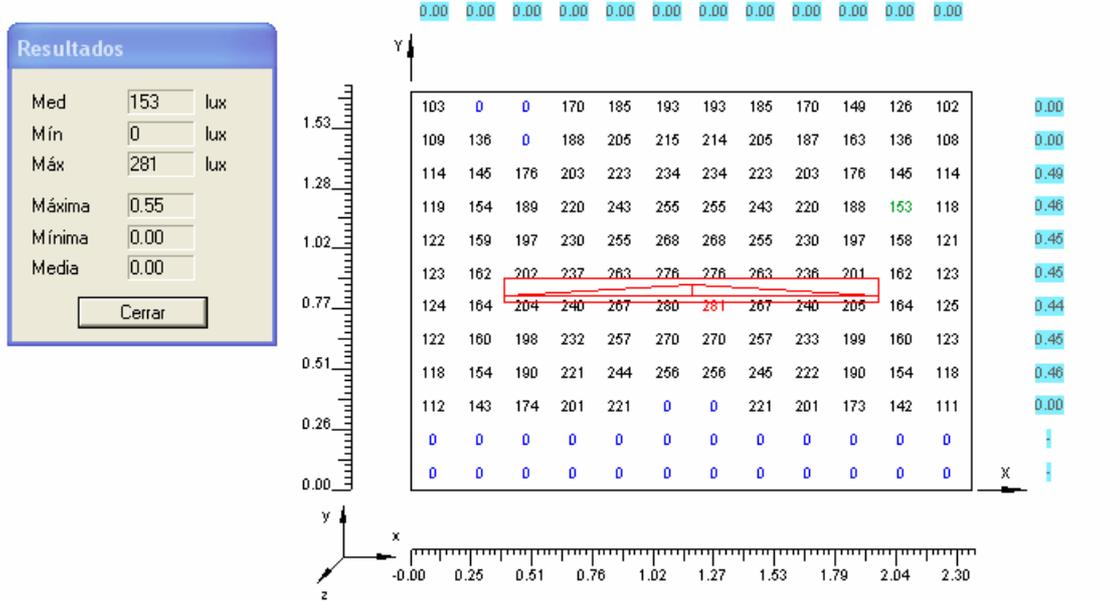
Máxima

Mínima

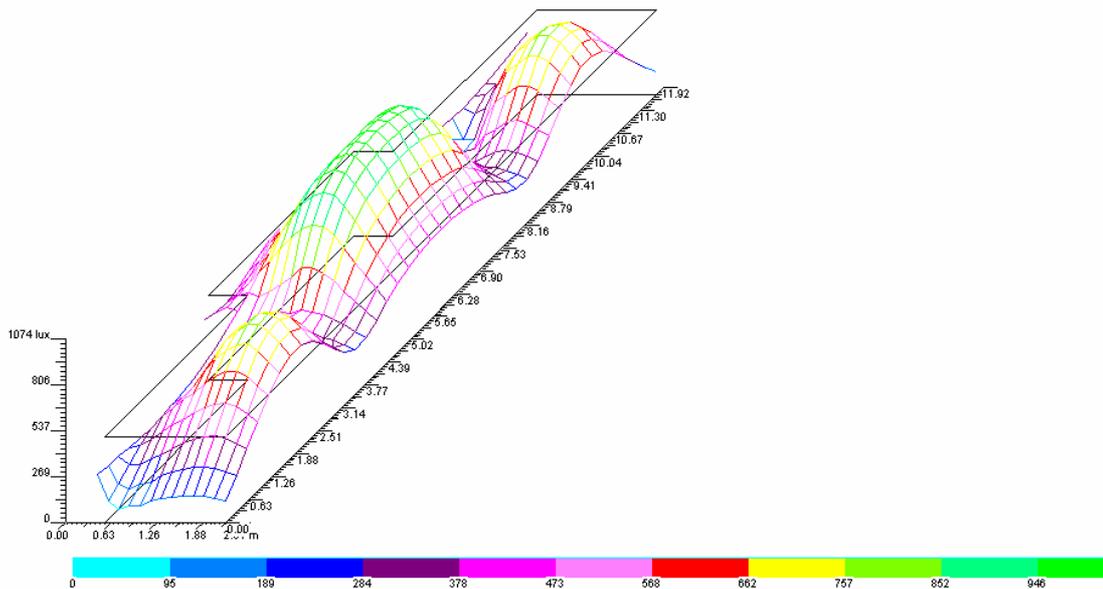
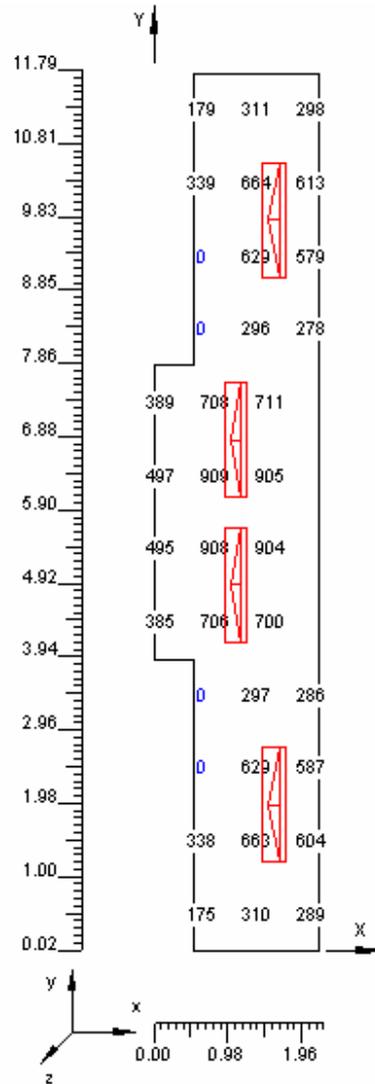
Media



Portería-recepción (planta baja):



Cabinas de control (planta primera):



Camerino 8a (planta sótano):

**Resultados**

Med  lux

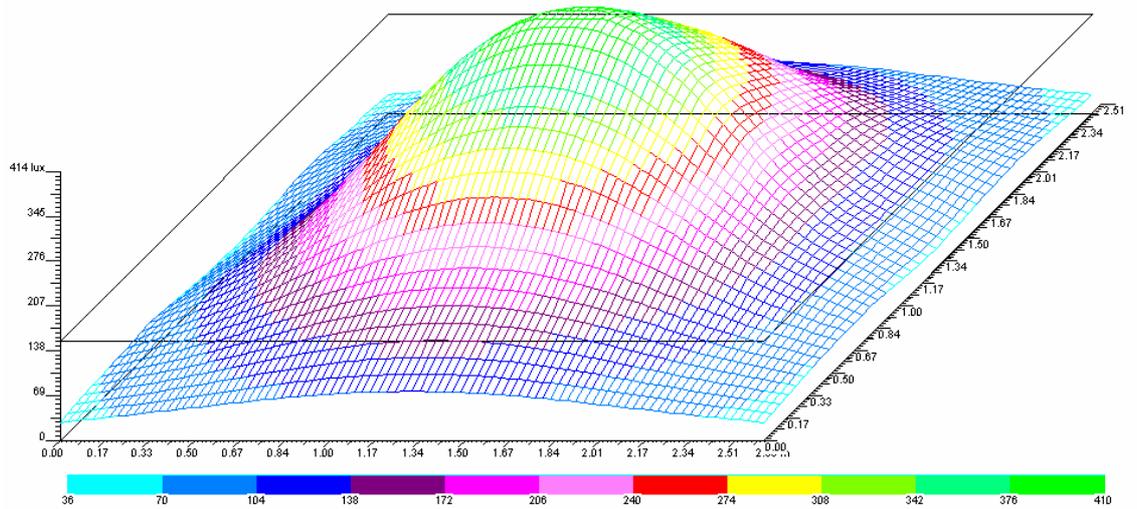
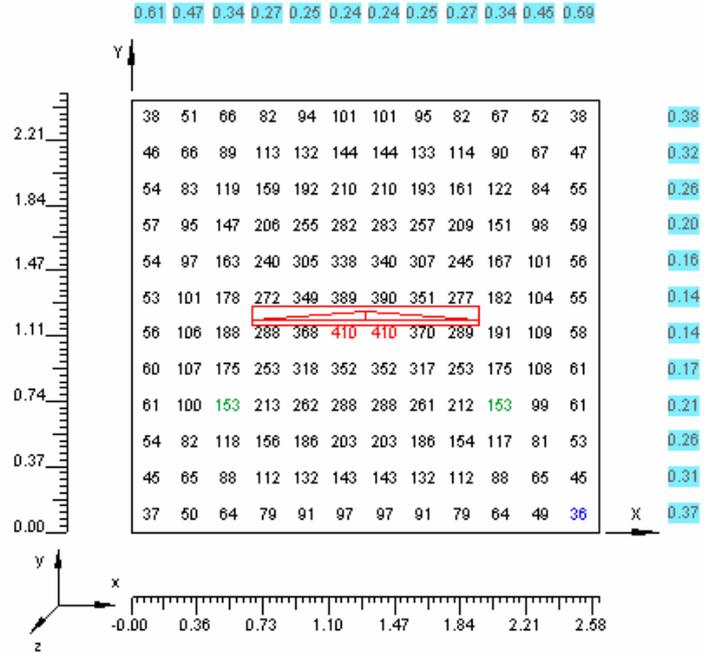
Mín  lux

Máx  lux

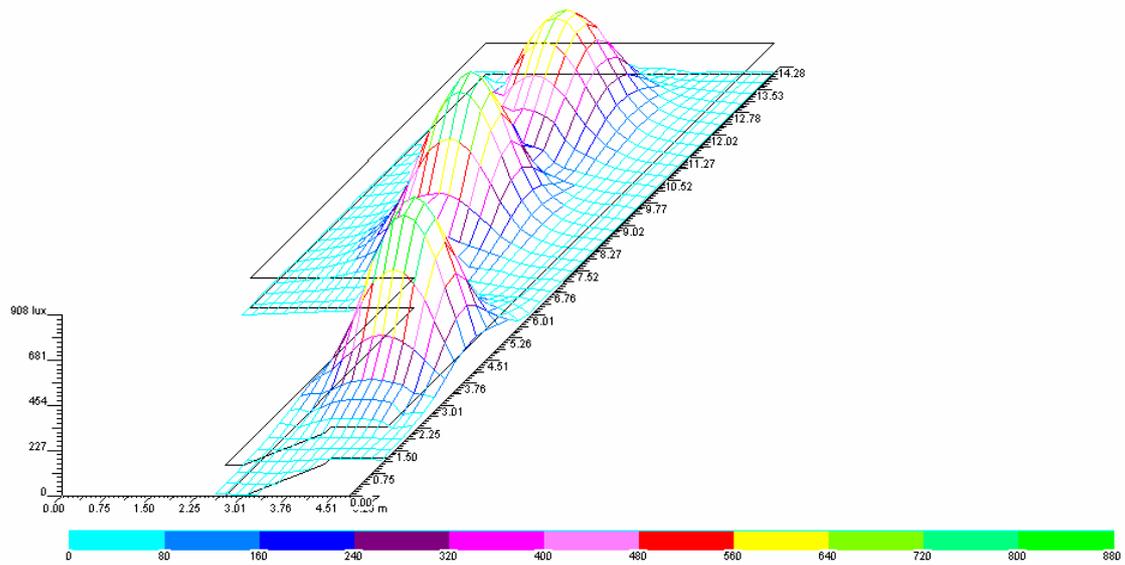
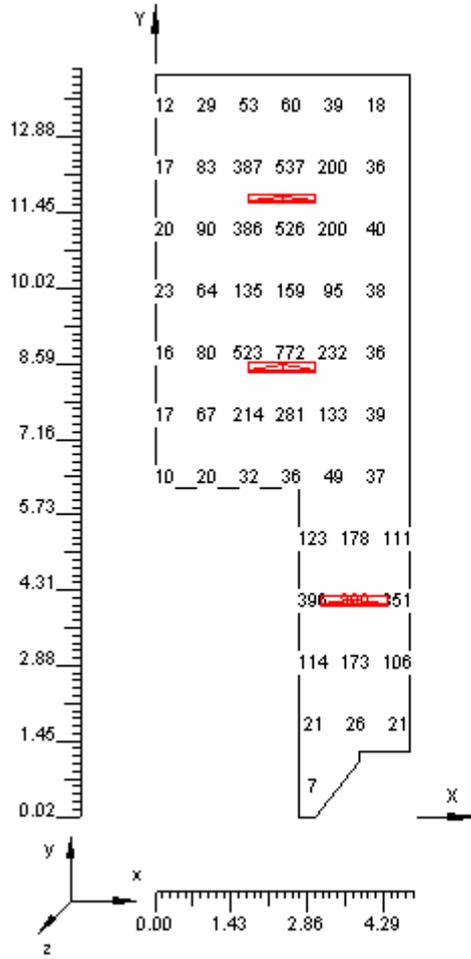
Máxima

Mínima

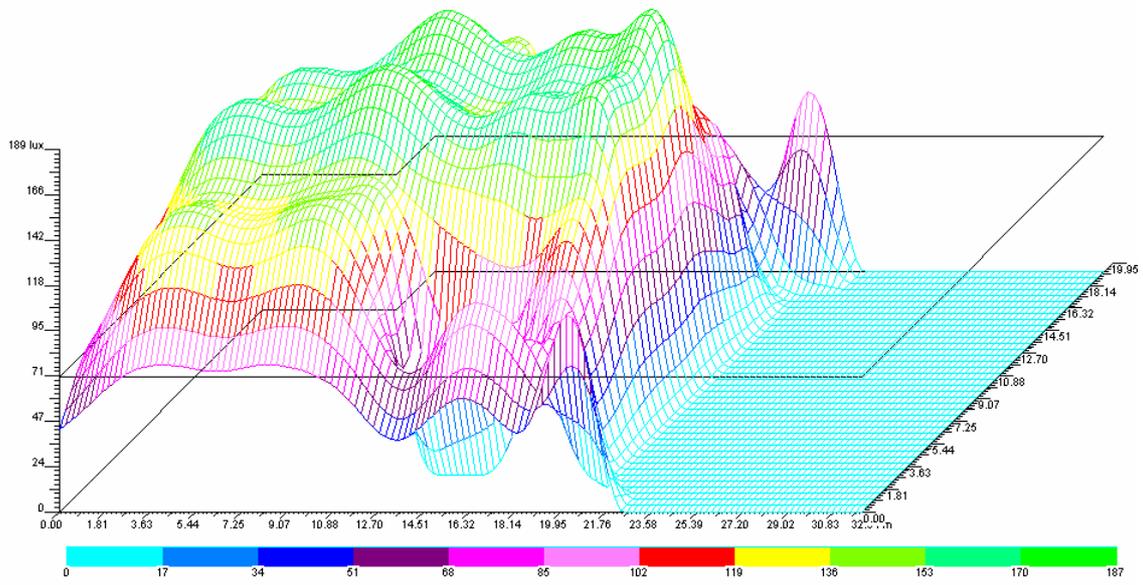
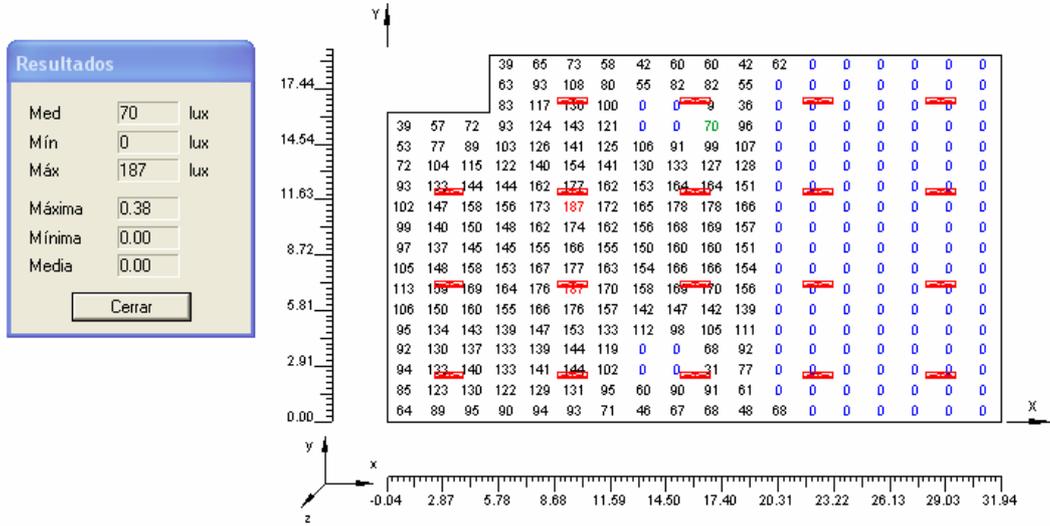
Media



Camerino 8 (planta sótano):



Sala principal y escenario (planta baja):

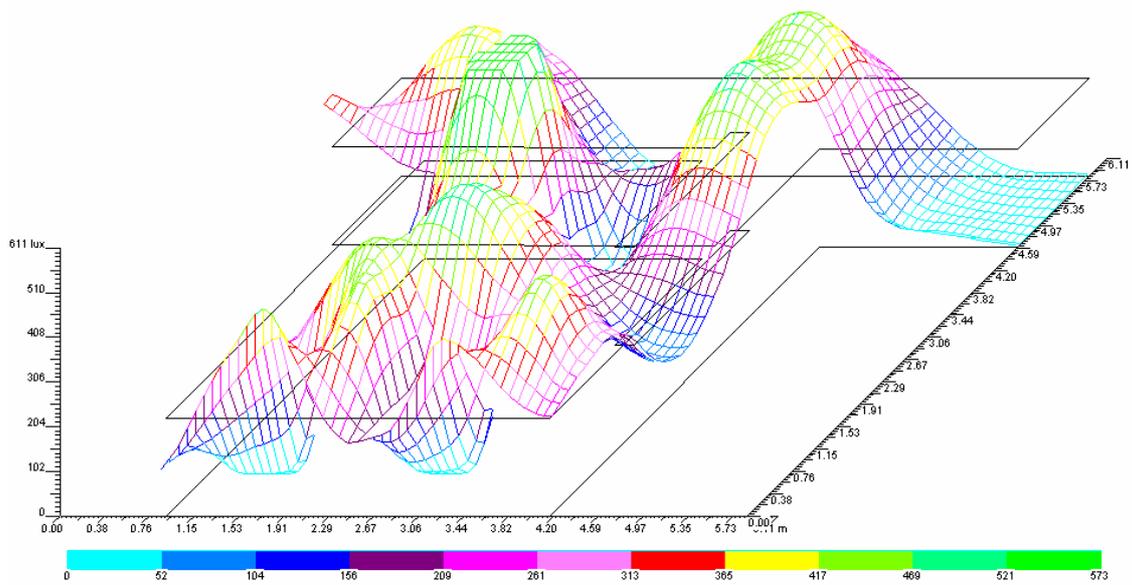
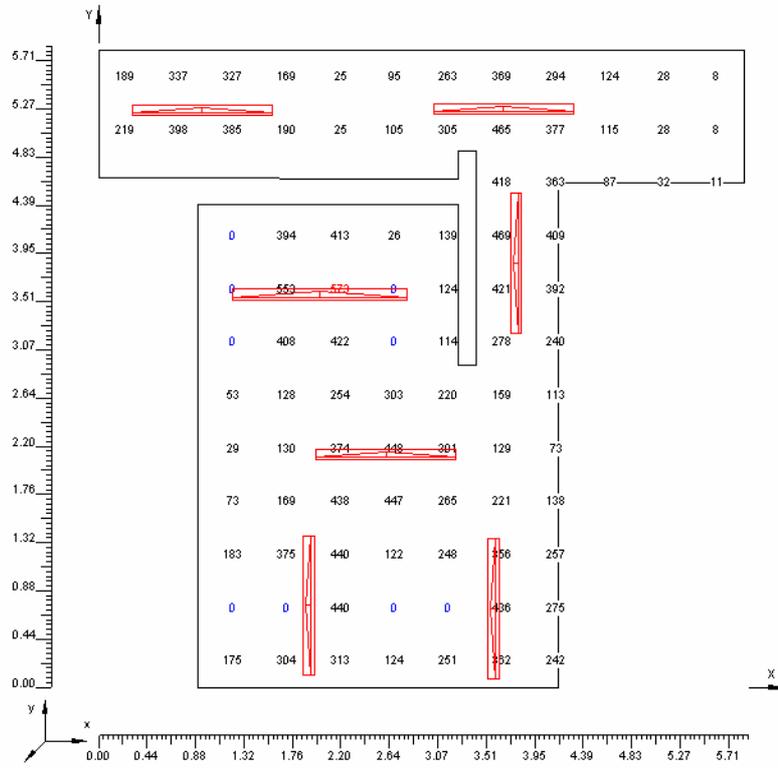


Servicios camerinos (planta sótano):

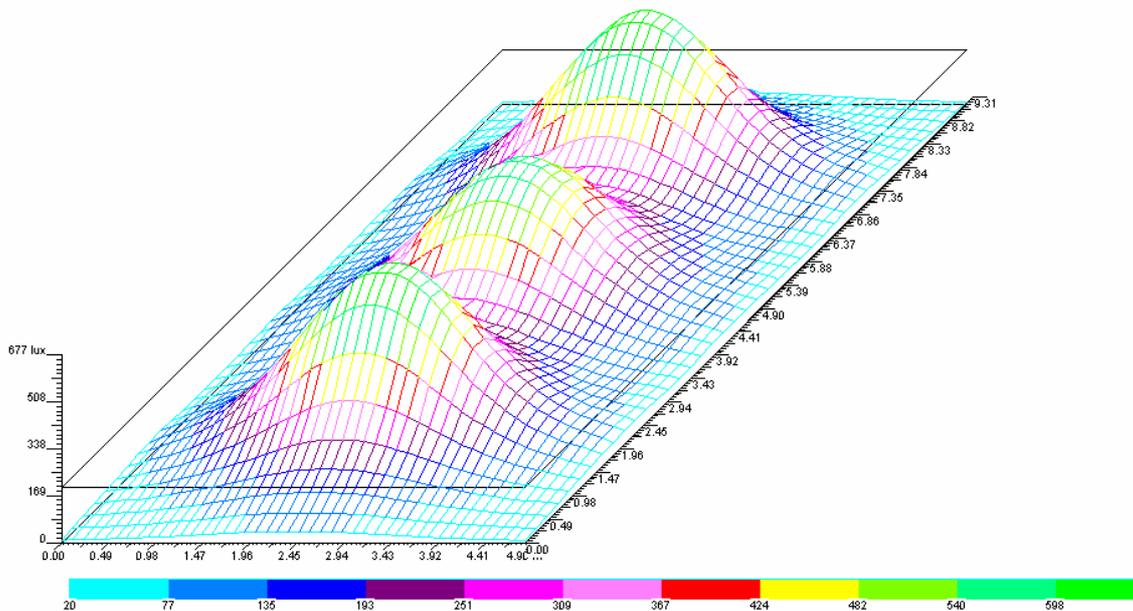
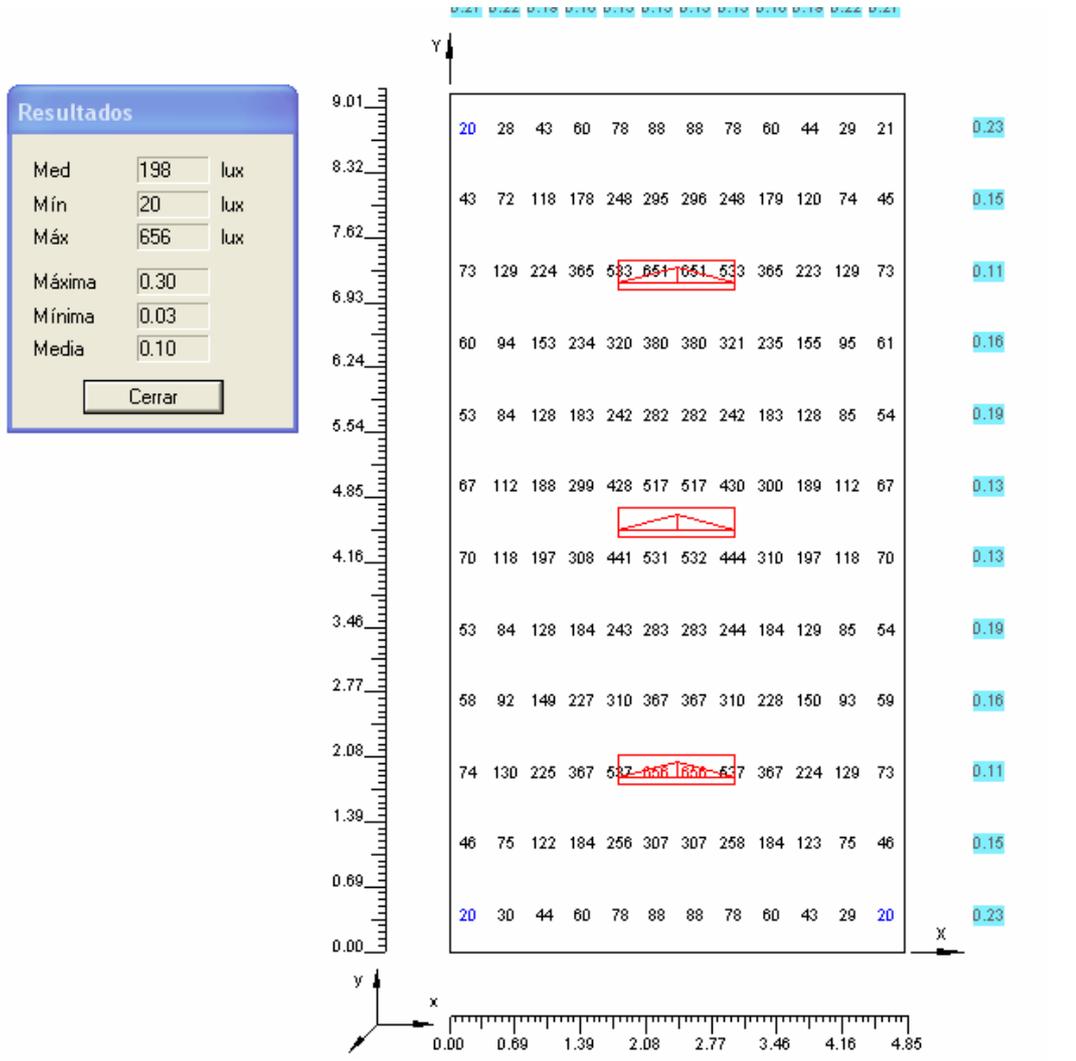
**Resultados**

Med	223	lux
Mín	0	lux
Máx	573	lux
Máxima	0.39	
Mínima	0.00	
Media	0.00	

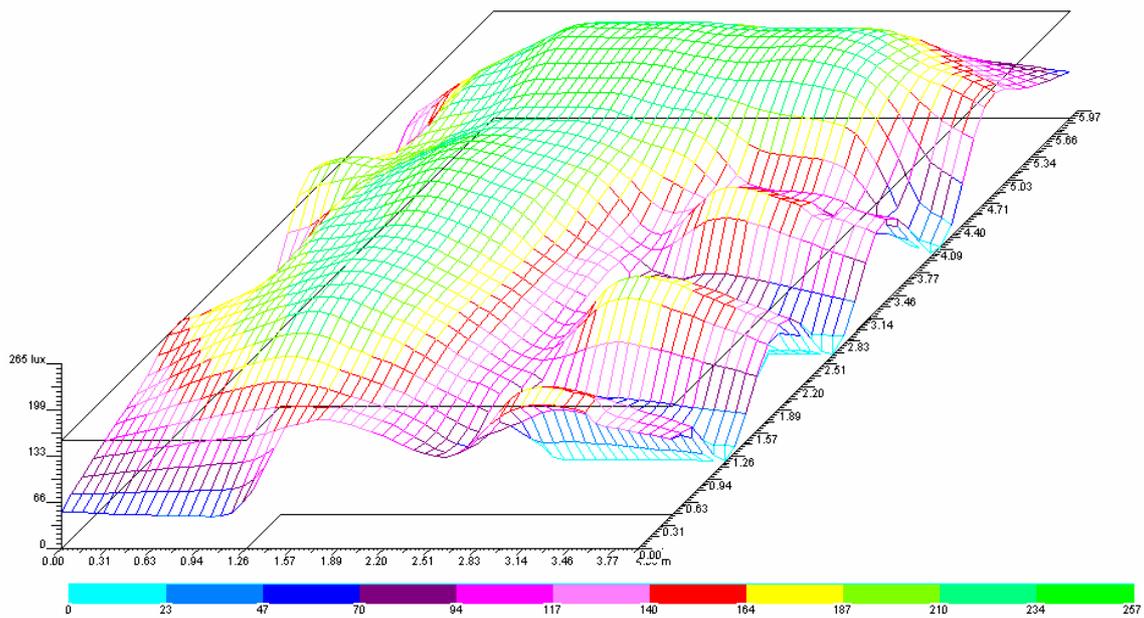
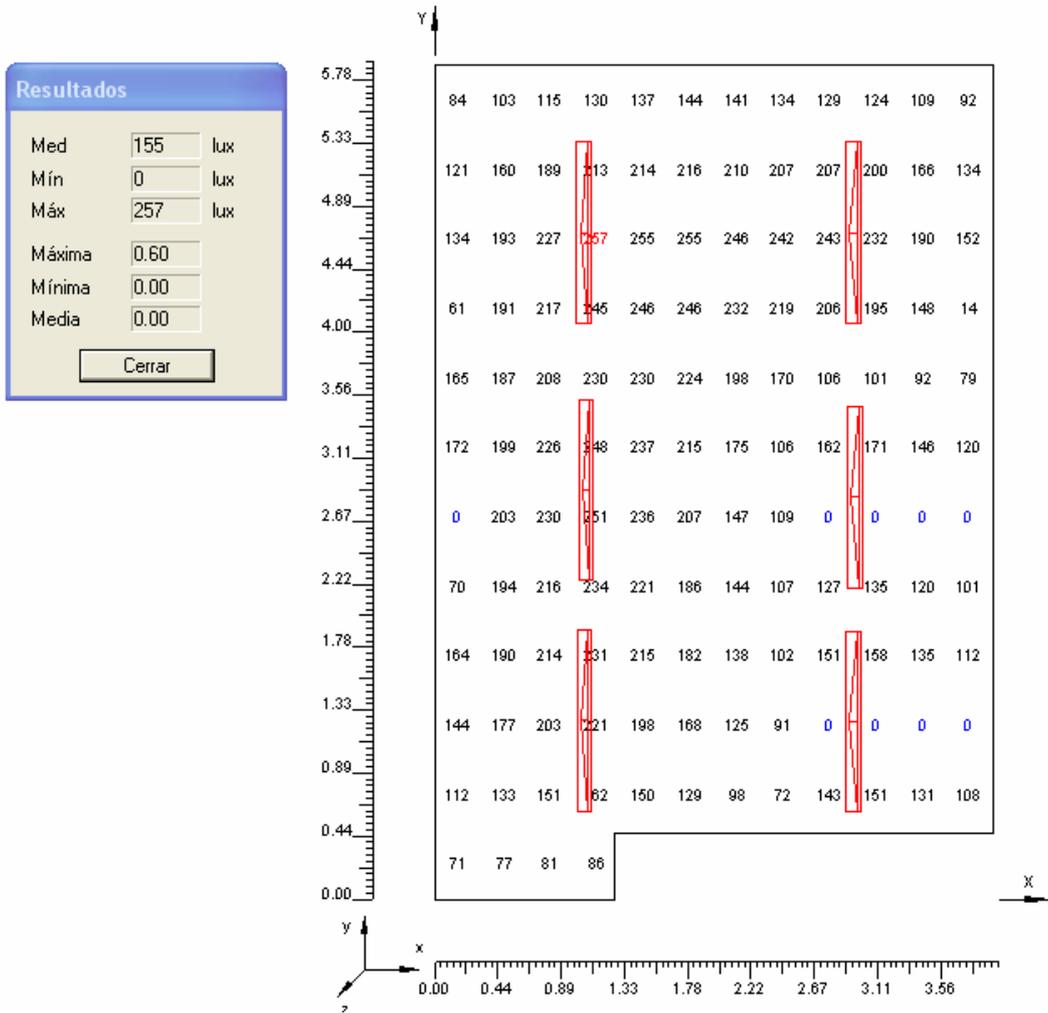
Cerrar



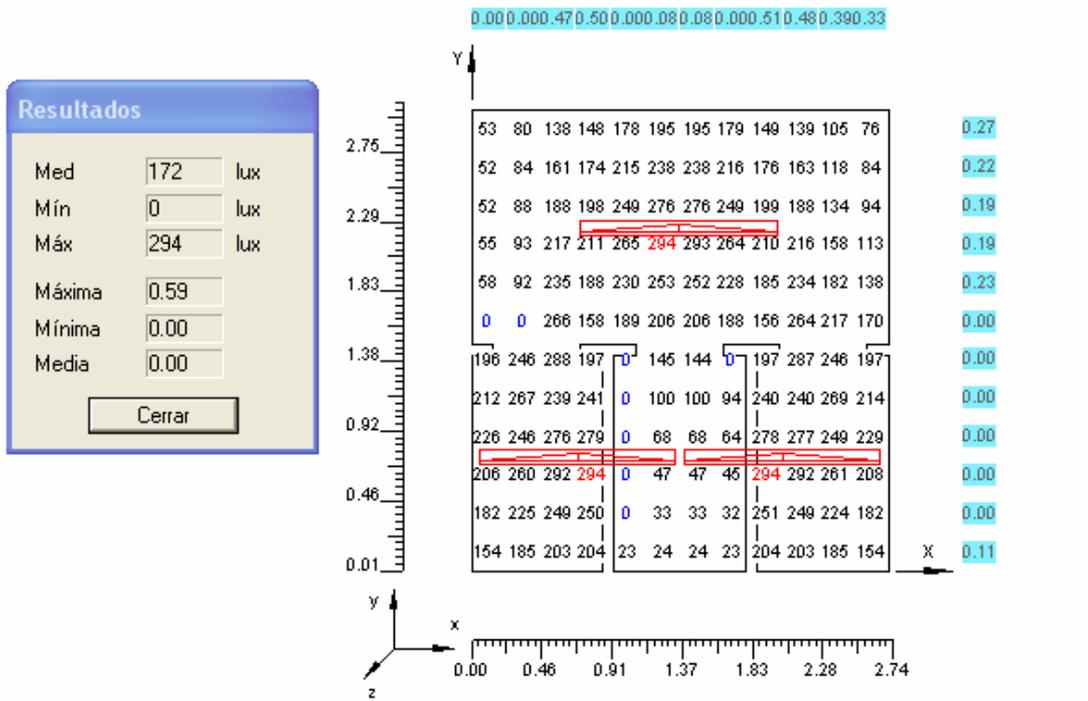
Camerino (planta baja):



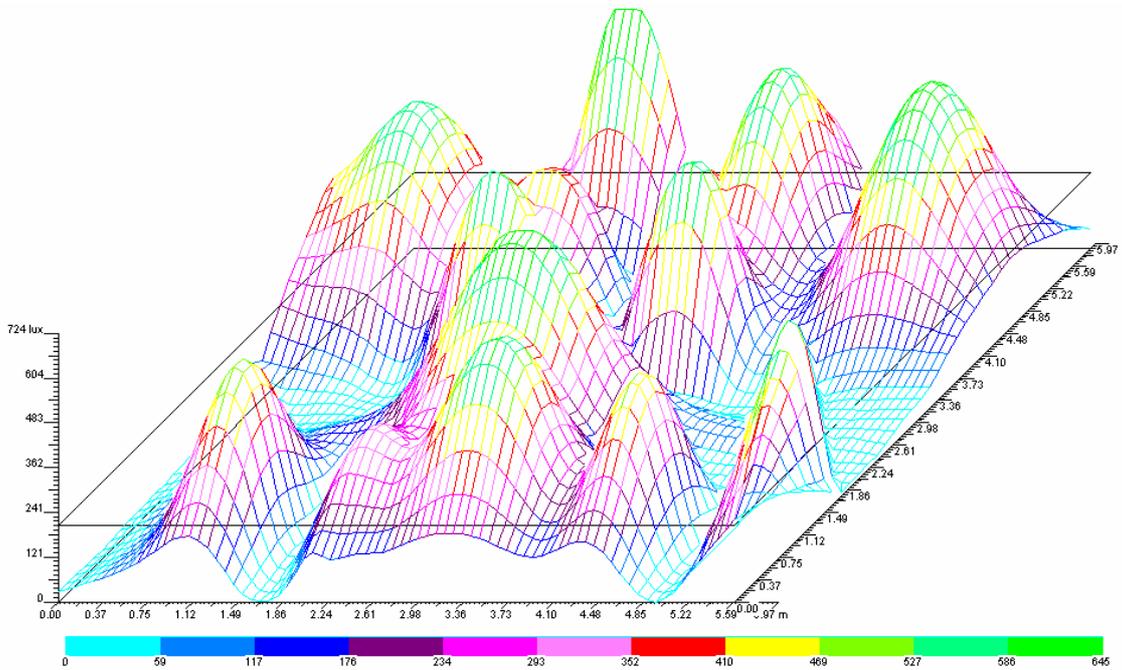
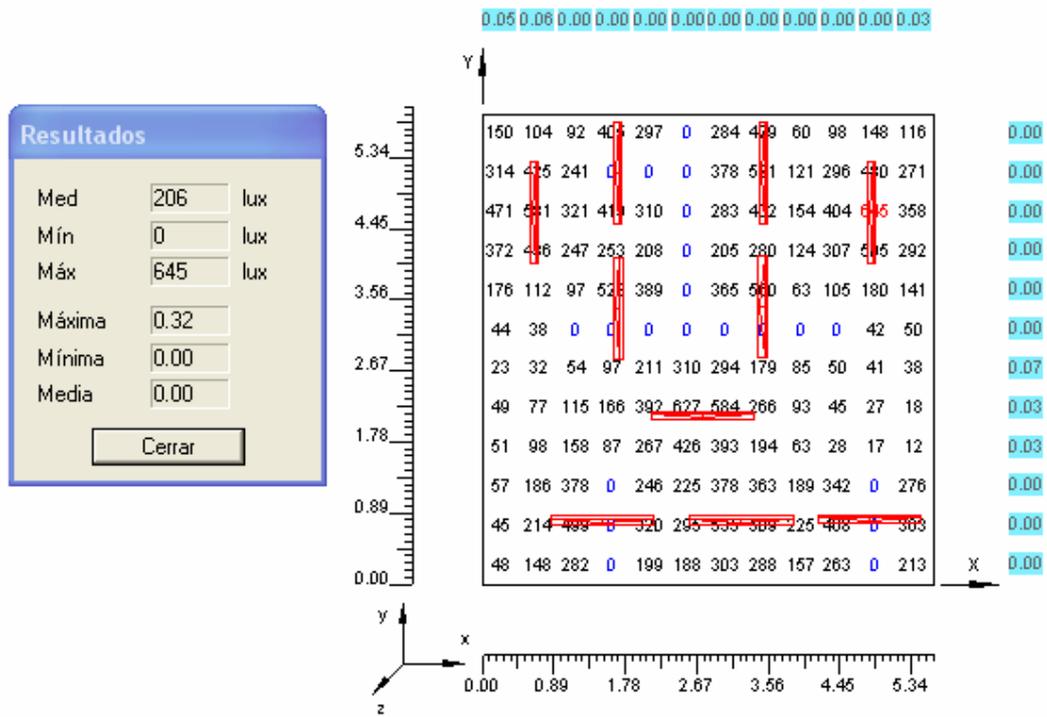
Servicios de hombres (planta sótano):



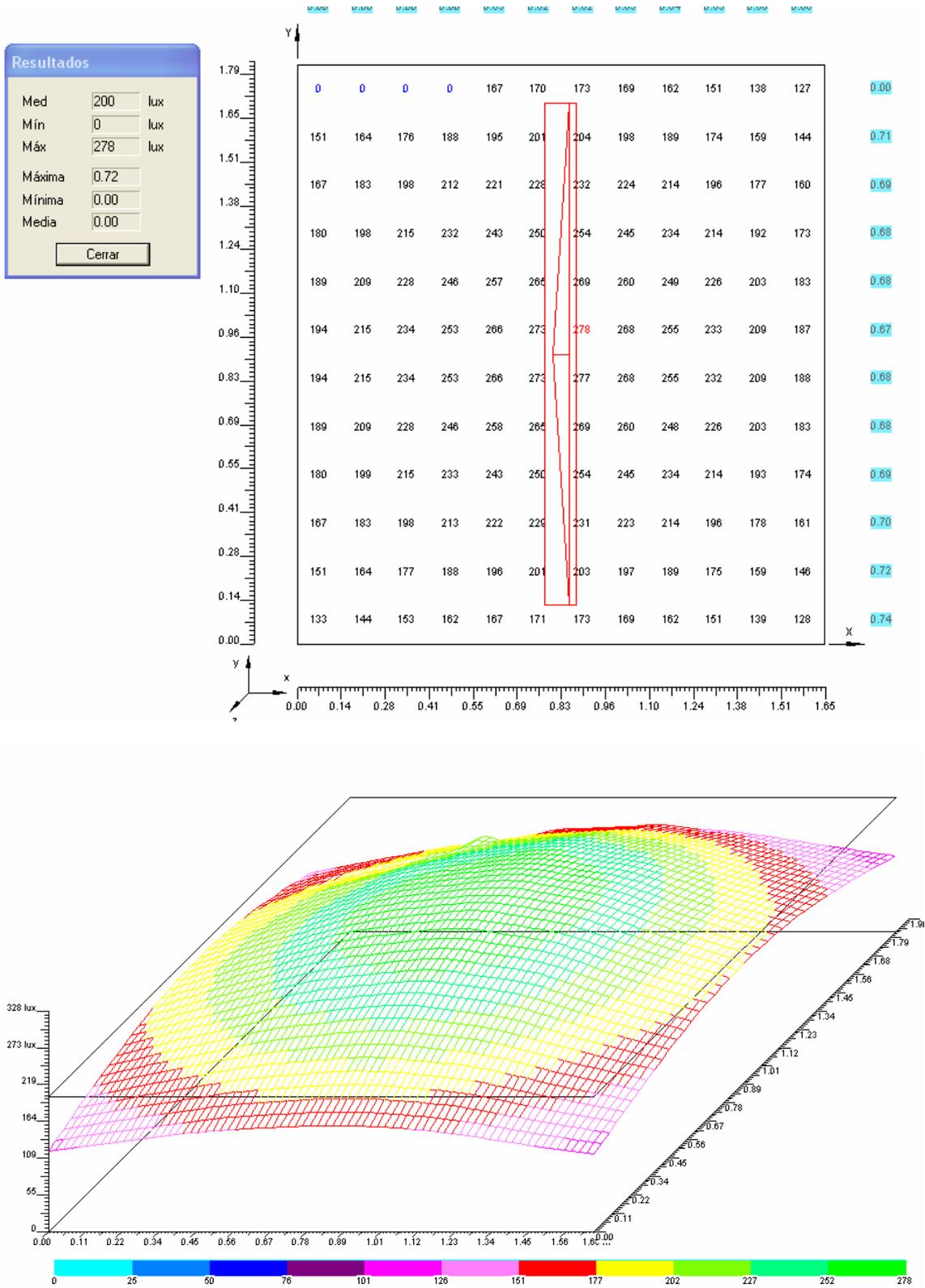
Servicios del camerino (planta primera):



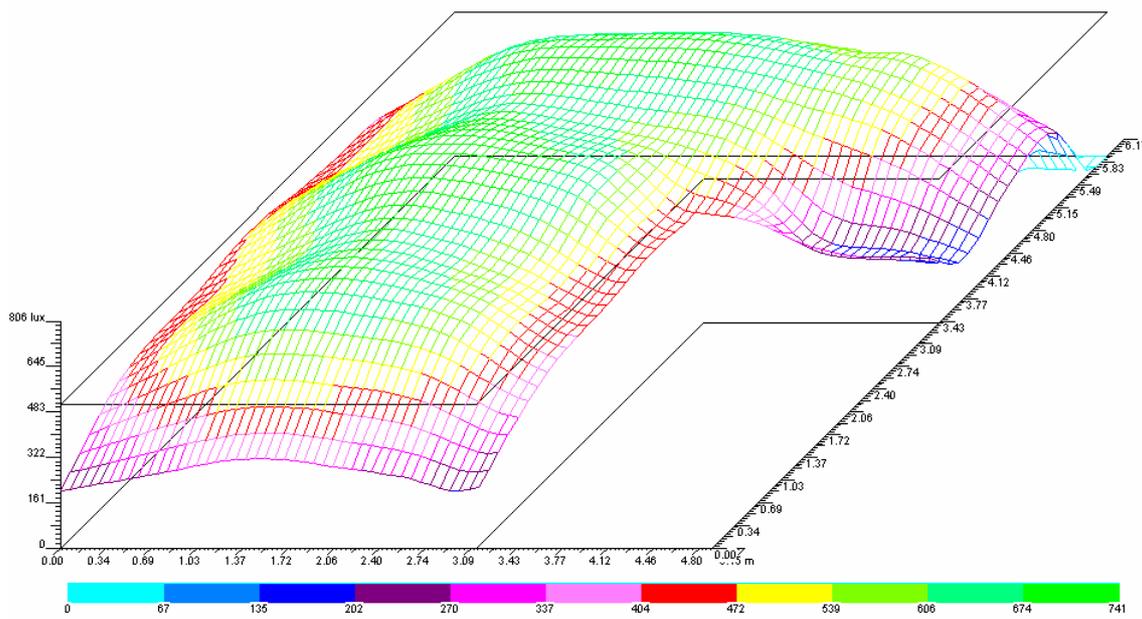
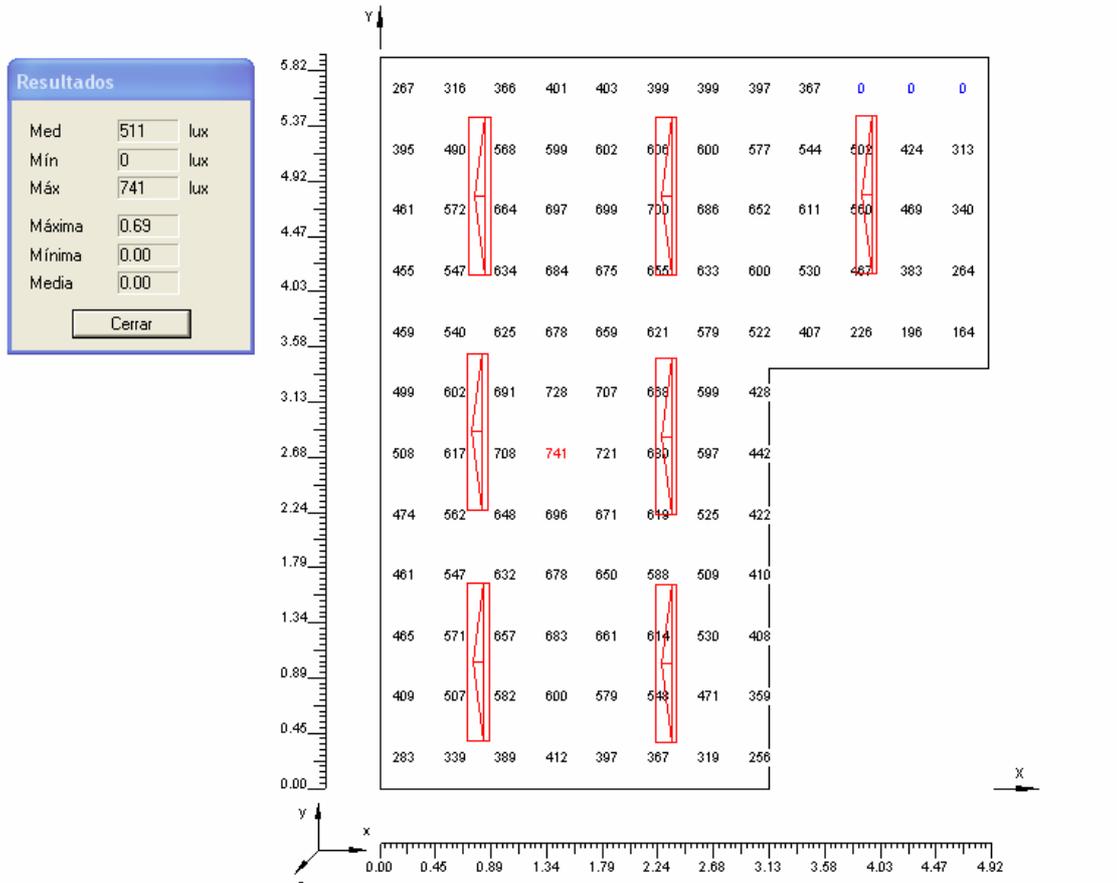
Servicios de mujeres (planta sótano):



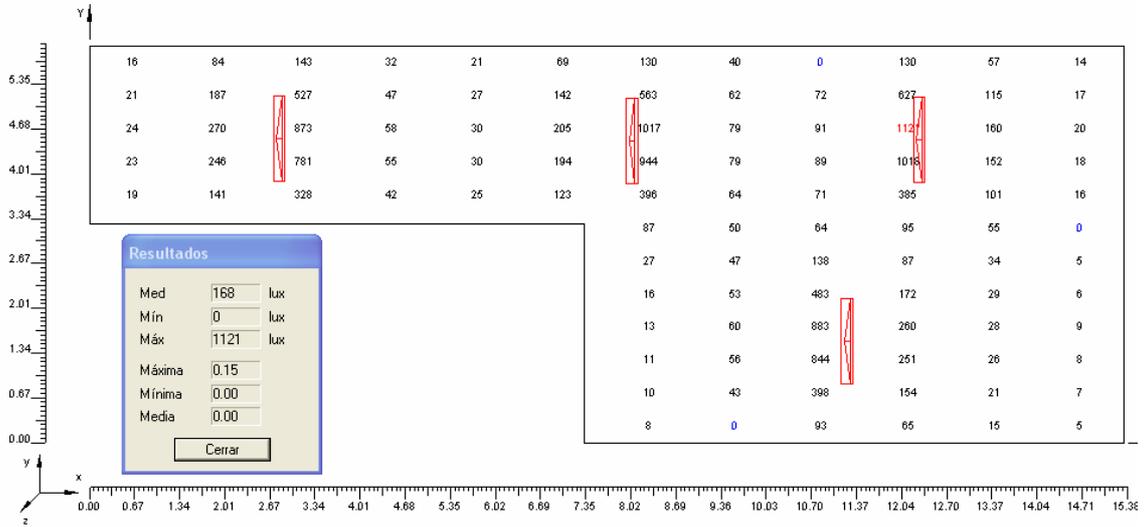
Servicio de minusválidos (planta sótano):



Despacho 16 (planta sótano):



Almacén 18 (planta sótano):



### 2.1.3. Formulas utilizadas

Línea trifásica:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \mu}$$

$$c.d.t = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \mu}{K \cdot V \cdot S}$$

Línea monofásica:

$$I = \frac{W}{V \cdot \cos \mu}$$

$$c.d.t = \frac{100 \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \mu}{K \cdot V \cdot S}$$

Siendo:

Cos $\mu$	Factor de potencia
L	Longitud en metros
W	Potencia en W
V	Tensión en voltios
I	Intensidad en A
S	Sección en mm <sup>2</sup>
c.d.t.	Caída de tensión en %
K	Conductividad del cobre = 58

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha tenido en cuenta lo que se especifica en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.

Primeramente se calcula la intensidad del circuito, para posteriormente escoger la sección del conductor en función de las intensidades máximas admisibles definidas en las tablas de la ITC BT 017 del Reglamento Electrotécnico de baja tensión.

A continuación se comprueba la sección del conductor para la caída de tensión en el circuito. La caída de tensión máxima será del 3 % para instalaciones de iluminación y del 5% en el resto de usos.

A continuación se adjuntan las tablas con los cálculos de las potencias totales, intensidades, caídas de tensión y secciones de las diferentes líneas de iluminación y fuerza del teatro.

2.1.4. Relación de líneas y cargas

LÍNEA	DESCRIPCIÓN	TIPO	CANT. LUMIN.	CANT. LAMP.	POT.	SIM.	FACTOR	CONTRATAR	TOTAL	FACTOR	CALCULO	TOTAL	INSTALADA	TOTAL
<b>DERIVACIÓ INDIVIDUAL</b>									<b>32310</b>			<b>48125</b>		<b>652530</b>
<b>CUADRO GENERAL</b>									<b>32310</b>			<b>48125</b>		<b>652530</b>
a.	Derivació individual	A	1	1	47155	0,69	1	32310		1	48125		652530	
<b>QUADRE GENERAL</b>									<b>47155</b>			<b>48125</b>		<b>652530</b>
<b>SSCN</b>	<b>SSCN - SUBCUADRO ESCENARIO PLANTA SOTANO</b>								<b>6087</b>			<b>5387</b>		<b>96160</b>
a.	Subcuadro escenario	A	1	1	6087	1,00	1	6087		1	5387		96160	
<b>SPS1</b>	<b>SPS1 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 1</b>								<b>6908</b>			<b>7256</b>		<b>90588</b>
a.	Subcuadro planta sotano	A	1	1	6908	1,00	1	6908		1	7256		90588	
<b>SPS2</b>	<b>SPS2 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 2</b>								<b>3921</b>			<b>4088</b>		<b>90588</b>
a.	Subcuadro planta sotano	A	1	1	3921	1,00	1	3921		1	4088		90588	
<b>SPB1</b>	<b>SPB1 - SUBCUADRO PLANTA BAJA 1</b>								<b>1618</b>			<b>1461</b>		<b>28234</b>
a.	Subcuadro planta baja	A	1	1	1618	1,00	1	1618		1	1461		28234	
<b>SPBP</b>	<b>SPBP - SUBCUADRO PLANTA BAJA PLATEA</b>								<b>3444</b>			<b>3476</b>		<b>101104</b>
a.	Subcuadro planta baja	A	1	1	3444	1,00	1	3444		1	3476		101104	
<b>SPB2</b>	<b>SPB2 - SUBCUADRO PLANTA BAJA 2</b>								<b>2792</b>			<b>2610</b>		<b>43324</b>
a.	Subcuadro planta baja	A	1	1	2792	1,00	1	2792		1	2610		43324	

<b>SP11</b>	<b>SP11 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 1</b>								<b>4894</b>		<b>6897</b>	<b>21876</b>
a.	Subcuadro planta primera	A	1	1	4894	1,00	1	4894		1	6897	21876
<b>SP12</b>	<b>SP12 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 2</b>								<b>3636</b>		<b>3281</b>	<b>63516</b>
a.	Subcuadro planta primera	A	1	1	3636	1,00	1	3636		1	3281	63516
<b>SP13</b>	<b>SP13 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 3</b>								<b>3374</b>		<b>3509</b>	<b>56838</b>
a.	Subcuadro planta primera	A	1	1	3374	1,00	1	3374		1	3509	56838
<b>SP2</b>	<b>SP2 - SUBCUADRO PLANTA SEGUNDA</b>								<b>2982</b>		<b>2662</b>	<b>52802</b>
a.	Subcuadro planta segunda	A	1	1	2982	1,00	1	2982		1	2662	52802
<b>SASC</b>	<b>SASC - SUBCUADRO ASCENSOR</b>								<b>7500</b>		<b>7500</b>	<b>7500</b>
a.	Subcuadro ascensor	A	1	1	7500	1,00	1	7500		1	7500	7500
<b>SSCN - SUBCUADRO ESCENARIO PLANTA SOTANO</b>								<b>6087</b>		<b>5387</b>	<b>108922</b>	
<b>A01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>		<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Fluorescente	F	2	2	36	0,75	0,5	54		0,75	81	144
<b>FA01</b>	<b>FUERZA</b>								<b>1035</b>		<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,25	1035		0,2	828	20700
<b>A02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>		<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Fluorescente	F	2	2	36	0,75	0,5	54		0,75	81	144

<b>FA02</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>		<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,20	0,25	345		0,2	276		6900
<b>A03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Downlight	HM	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72
<b>FA03</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>		<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,20	0,25	345		0,2	276		6900
<b>A04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Downlight	HM	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72
<b>FA04</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>		<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,2	0,25	345		0,2	276		6900
<b>A05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>7</b>		<b>10</b>		<b>18</b>
a.	Downlight	HM	1	1	18	0,75	0,5	7		0,75	10,125		18
<b>FA05</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>		<b>138</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	173		0,2	138		3450
<b>A06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>7</b>		<b>10</b>		<b>18</b>
a.	Downlight	HM	1	1	18	0,75	0,5	7		0,75	10,125		18
<b>A07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>7</b>		<b>10</b>		<b>18</b>
a.	Downlight	HM	1	1	18	0,75	0,5	7		0,75	10,125		18

<b>A08</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>7</b>			<b>10</b>		<b>18</b>
a.	Downlight	HM	1	1	18	0,75	0,5	7		0,75	10,125		18	
<b>A09</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>			<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Fuuorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72	
<b>FA09</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>			<b>138</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	173		0,2	138		3450	
<b>A10</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>			<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Fuuorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72	
<b>A11</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>44</b>			<b>65</b>		<b>116</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	58	0,75	0,5	44		0,75	65,25		116	
<b>A12</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>			<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72	
<b>FA12</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>			<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,2	0,25	345		0,2	276		6900	
<b>A13</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>297</b>			<b>446</b>		<b>792</b>
a.	Fluorescente	F	11	2	36	0,75	0,5	297		0,75	445,5		792	
<b>FA13</b>	<b>FUERZA</b>								<b>2588</b>			<b>2070</b>		<b>51750</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	15	1	3450	0,2	0,25	2588		0,2	2070		51750	

<b>A14 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>		<b>36</b>	
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36		
<b>A15 ILUMINACIÓN</b>										<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>	
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>A16 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>		<b>36</b>	
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36		
<b>A17 ILUMINACIÓN</b>										<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>	
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>EM01 EMERGENCIA 1</b>										<b>48</b>		<b>72</b>		<b>128</b>	
a.	Emergencias	EI	16	1	8	0,75	0,5	48		0,75	72		128		
<b>SPS1 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 1</b>										<b>6908</b>		<b>7256</b>		<b>96160</b>	
<b>B01 ILUMINACIÓN</b>										<b>152</b>		<b>228</b>		<b>406</b>	
a.	Fluorescente	F	7	1	58	0,75	0,5	152		0,75	228,375		406		
b.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>FB01 FUERZA</b>										<b>518</b>		<b>414</b>		<b>10350</b>	
a.	Base 16A 2p+T	EN	3	1	3450	0,20	0,25	518		0,2	414		10350		
<b>B02 ILUMINACIÓN</b>										<b>54</b>		<b>81</b>		<b>144</b>	
a.	Fluorescente	F	4	1	36	0,75	0,5	54		0,75	81		144		

<b>FB02 FUERZA</b>										<b>173</b>	<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,25	173		0,2	138	3450
<b>B03 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>B04 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>B05 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>B06 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>B07 ILUMINACIÓN</b>										<b>54</b>	<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Fluorescente	F	4	1	36	0,75	0,5	54		0,75	81	144
<b>FB07 FUERZA</b>										<b>173</b>	<b>173</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,25	173		0,25	172,5	3450
<b>B08 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25	36
<b>B09 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25	36

<b>B10 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B11 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B12 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B13 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B14 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B15 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B16 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B17 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36
<b>B18 ILUMINACIÓN</b>											<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25		36

<b>B19</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>FB19</b>	<b>FUERZA</b>									<b>173</b>		<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T		EN	1	1	3450	0,20	0,25	172,5		0,2	138	3450
<b>B20</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Fluorescente		F	1	1	36	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25	36
<b>FB20</b>	<b>FUERZA</b>									<b>1294</b>		<b>1941</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T		EN	1	1	3450	0,75	0,5	1293,75		0,75	1940,625	3450
<b>B21</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>240</b>		<b>360</b>	<b>640</b>
a.	Downlight		F	10	2	32	0,75	0,5	240		0,75	360	640
<b>FB21</b>	<b>FUERZA</b>									<b>690</b>		<b>552</b>	<b>13800</b>
a.	Base 16 A 2p+T		EN	4	1	3450	0,20	0,25	690		0,2	552	13800
<b>B22</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>95</b>		<b>142</b>	<b>252</b>
a.	Downlight		F	3	2	42	0,75	0,5	94,5		0,75	141,75	252
<b>FB22</b>	<b>FUERZA</b>									<b>518</b>		<b>414</b>	<b>10350</b>
a.	Base 16 A 2p+T		EN	3	1	3450	0,20	0,25	517,5		0,2	414	10350
<b>B23</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>108</b>		<b>162</b>	<b>288</b>
a.	Fluorescente		F	4	2	36	0,75	0,5	108		0,75	162	288

<b>FB23</b>	<b>FUERZA</b>								<b>1898</b>			<b>1518</b>		<b>37950</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	11	1	3450	0,20	0,25	1897,5		0,2	1518		37950	
<b>B24</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25		36	
<b>B25</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>144</b>			<b>216</b>		<b>384</b>
a.	Downlight	F	6	2	32	0,75	0,5	144		0,75	216		384	
<b>FB25</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>			<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,20	0,25	345		0,2	276		6900	
<b>EM02</b>	<b>EMERGENCIA 2</b>								<b>39</b>			<b>59</b>		<b>104</b>
a.	Emergencias	EI	13	1	8	0,75	0,5	39		0,75	58,5		104	
<b>SPS2 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 2</b>									<b>3921</b>			<b>4088</b>		<b>90588</b>
<b>C01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36	
<b>FC01</b>	<b>FUERZA</b>								<b>138</b>			<b>138</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,2	138		0,2	138		3450	
<b>C02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36	

<b>C03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>FC03</b>	<b>FUERZA</b>								<b>138</b>		<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,2	138		0,2	138	3450
<b>C04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>65</b>		<b>98</b>	<b>174</b>
a.	Fluorescente	F	3	1	58	0,75	0,5	65		0,75	97,875	174
<b>FC04</b>	<b>FUERZA</b>								<b>828</b>		<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,2	828		0,2	828	20700
<b>C05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>65</b>		<b>98</b>	<b>174</b>
a.	Fluorescente	F	3	1	58	0,75	0,5	65		0,75	97,875	174
<b>FC05</b>	<b>FUERZA</b>								<b>828</b>		<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,2	828		0,2	828	20700
<b>C06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>65</b>		<b>98</b>	<b>174</b>
a.	Fluorescente	F	3	1	58	0,75	0,5	65		0,75	97,875	174
<b>FC06</b>	<b>FUERZA</b>								<b>828</b>		<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,2	828		0,2	828	20700
<b>C07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>65</b>		<b>98</b>	<b>174</b>
a.	Fluorescente	F	3	1	58	0,75	0,5	65		0,75	97,875	174

<b>FC07 FUERZA</b>										<b>828</b>	<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,2	828		0,2	828	20700
<b>EM03 EMERGENCIA 3</b>										<b>18</b>	<b>27</b>	<b>48</b>
a.	Emergencias	EI	6	1	8	0,75	0,5	18		0,75	27	48
<b>SPB1 - SUBCUADRO PLANTA BAJA 1</b>										<b>1618</b>	<b>1461</b>	<b>28234</b>
<b>D01 ILUMINACIÓN</b>										<b>120</b>	<b>180</b>	<b>320</b>
a.	Downlight	F	5	2	32	0,75	0,5	120		0,75	180	320
<b>FD01 FUERZA</b>										<b>1035</b>	<b>828</b>	<b>20700</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,20	0,25	1035		0,2	828	20700
<b>D02 ILUMINACIÓN</b>										<b>27</b>	<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>D03 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>FD03 FUERZA</b>										<b>173</b>	<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,25	173		0,2	138	3450
<b>D04 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36

<b>D05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36

<b>D06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight		F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36

<b>D07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>22</b>		<b>33</b>	<b>58</b>
a.	Fluorescente		F	1	1	58	0,75	0,5	22		0,75	32,625		58

<b>FD07</b>	<b>FUERZA</b>										<b>173</b>		<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T		EN	1	1	3450	0,20	0,25	173		0,2	138		3450

<b>EM04</b>	<b>EMERGENCIA 4</b>										<b>15</b>		<b>23</b>	<b>40</b>
a.	Emergencias		EI	5	1	8	0,75	0,5	15		0,75	22,5		40

<b>SPBP - SUBCUADRO PLANTA BAJA PLATEA</b>											<b>3444</b>		<b>3476</b>	<b>101104</b>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	-------------	---------------

<b>E01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Fluorescente		F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72

<b>E02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Fluorescente		F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36

<b>E03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>										<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Fluorescente		F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72

<b>E04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14	0,75	20,25	36
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14	0,75	20,25	36
<b>E05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>60</b>	<b>90</b>	<b>160</b>
a.	Baliza LED's	A	20	1	8	0,75	0,5	60	0,75	90	160
<b>E06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>	<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Baliza LED's	A	18	1	8	0,75	0,5	54	0,75	81	144
<b>E07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>60</b>	<b>90</b>	<b>160</b>
a.	Baliza LED's	A	20	1	8	0,75	0,5	60	0,75	90	160
<b>E08</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>	<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Baliza LED's	A	18	1	8	0,75	0,5	54	0,75	81	144
<b>E09</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>60</b>	<b>90</b>	<b>50220</b>
a.	Baliza LED's	A	20	1	8	0,75	0,5	60	0,75	90	160
<b>E10</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>	<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Baliza LED's	A	18	1	8	0,75	0,5	54	0,75	81	144
<b>E11</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>348</b>	<b>522</b>	<b>928</b>
a.	Fluorescente	F	8	2	58	0,75	0,5	348	0,75	522	928
<b>E12</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>237</b>	<b>356</b>	<b>632</b>
a.	Downlight	F	6	2	42	0,75	0,5	189	0,75	283,5	504
a.	Downlight	F	2	2	32	0,75	0,5	48	0,75	72	128

<b>FE12</b>	<b>FUERZA</b>								<b>2415</b>		<b>1932</b>		<b>48300</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	-------------	--	--------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	14	1	3450	0,20	0,25	2415		0,2	1932		48300
----	----------------	----	----	---	------	------	------	------	--	-----	------	--	-------

<b>EM05</b>	<b>EMERGENCIA 5</b>								<b>21</b>		<b>32</b>		<b>56</b>
-------------	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--	-----------	--	-----------

a.	Emergencias	EI	7	1	8	0,75	0,5	21		0,75	31,5		56
----	-------------	----	---	---	---	------	-----	----	--	------	------	--	----

<b>SPB2 - SUBCUADRO PLANTA BAJA 2</b>									<b>2792</b>		<b>2610</b>		<b>43324</b>
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	-------------	--	--------------

<b>F01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>144</b>		<b>216</b>		<b>384</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	------------	--	------------	--	------------

a.	Downlight	F	6	2	32	0,75	0,5	144		0,75	216		384
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	-----	--	------	-----	--	-----

<b>FF01</b>	<b>FUERZA</b>								<b>1725</b>		<b>1380</b>		<b>34500</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	-------------	--	--------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	10	1	3450	0,20	0,25	1725		0,2	1380		34500
----	----------------	----	----	---	------	------	------	------	--	-----	------	--	-------

<b>F02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>168</b>		<b>168</b>		<b>448</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	------------	--	------------	--	------------

a.	Downlight	F	7	2	32	0,75	0,5	168		0,5	168		448
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	-----	--	-----	-----	--	-----

<b>F03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>39</b>		<b>59</b>		<b>104</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--	-----------	--	------------

a.	Downlight	F	2	2	26	0,75	0,5	39		0,75	58,5		104
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	----	--	------	------	--	-----

<b>FF03</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>		<b>138</b>		<b>3450</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	------------	--	------------	--	-------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,25	173		0,2	138		3450
----	----------------	----	---	---	------	------	------	-----	--	-----	-----	--	------

<b>F04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--	-----------	--	-----------

a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72
----	--------------	---	---	---	----	------	-----	----	--	------	------	--	----

<b>FF04</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>		<b>138</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,20	0,25	172,5		0,2	138		3450
<b>F05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>120</b>		<b>180</b>		<b>320</b>
a.	Downlight	F	5	2	32	0,75	0,5	120		0,75	180		320
<b>F06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>135</b>		<b>203</b>		<b>360</b>
a.	Downlight	F	10	2	18	0,75	0,5	135		0,75	202,5		360
<b>F07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72
<b>F08</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>41</b>		<b>16</b>		<b>108</b>
a.	Fluorescente	F	3	1	36	0,75	0,5	40,5		0,2	16,2		108
<b>EM06</b>	<b>EMERGENCIA 6</b>								<b>21</b>		<b>32</b>		<b>56</b>
a.	Emergencias	EI	7	1	8	0,75	0,5	21		0,75	31,5		56
<b>SP11 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 1</b>									<b>4894</b>		<b>6897</b>		<b>21876</b>
<b>G01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>297</b>		<b>446</b>		<b>792</b>
a.	Downlight	F	22	2	18	0,75	0,5	297		0,75	445,5		792
<b>FG01</b>	<b>FUERZA</b>								<b>345</b>		<b>276</b>		<b>6900</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	2	1	3450	0,2	0,25	345		0,2	276		6900

<b>G02 ILUMINACIÓN</b>										<b>41</b>		<b>61</b>		<b>108</b>	
a.	Downlight	F	3	2	18	0,75	0,5	40,5		0,75	60,75		108		
<b>G03 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>		<b>36</b>	
a.	Fluorescente	EN	1	1	36	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25		36		
<b>G04 ILUMINACIÓN</b>										<b>54</b>		<b>41</b>		<b>72</b>	
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>G05 ILUMINACIÓN</b>										<b>54</b>		<b>41</b>		<b>72</b>	
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>G06 ILUMINACIÓN</b>										<b>108</b>		<b>162</b>		<b>288</b>	
a.	Downlight	F	8	2	18	0,75	0,5	108		0,75	162		288		
<b>G07 ILUMINACIÓN</b>										<b>14</b>		<b>20</b>		<b>36</b>	
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25		36		
<b>G08 ILUMINACIÓN</b>										<b>22</b>		<b>33</b>		<b>58</b>	
a.	Fluorescente	F	1	1	58	0,75	0,5	21,75		0,75	32,625		58		
<b>FG08 FUERZA</b>										<b>173</b>		<b>138</b>		<b>3450</b>	
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5		0,2	138		3450		
<b>G09 ILUMINACIÓN</b>										<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>	
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500		

<b>G10</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500
<b>G11</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500
<b>G12</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500
<b>G13</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500
<b>G14</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>563</b>		<b>844</b>		<b>1500</b>
a.	Proyector	I	1	1	1500	0,75	0,5	562,5		0,75	843,75		1500
<b>G15</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>188</b>		<b>281</b>		<b>500</b>
a.	Proyector	F	1	1	500	0,75	0,5	187,5		0,75	281,25		500
<b>G16</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>188</b>		<b>281</b>		<b>500</b>
a.	Proyector	F	1	1	500	0,75	0,5	187,5		0,75	281,25		500
<b>EM07</b>	<b>EMERGENCIA 7</b>								<b>24</b>		<b>36</b>		<b>64</b>
a.	Emergencias	EI	8	1	8	0,75	0,5	24		0,75	36		64

<b>SP12 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 2</b>										<b>3636</b>	<b>3281</b>	<b>63516</b>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	-------------	--------------

<b>H01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>81</b>	<b>122</b>	<b>216</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	------------	------------

a.	Downlight	F	6	2	18	0,75	0,5	81	0,75	121,5	216
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	----	------	-------	-----

<b>FH01</b>	<b>FUERZA</b>									<b>173</b>	<b>138</b>	<b>3450</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	------------	------------	-------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5	0,2	138	3450
----	----------------	----	---	---	------	-----	------	-------	-----	-----	------

<b>H02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>81</b>	<b>122</b>	<b>216</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	------------	------------

a.	Downlight	F	6	2	18	0,75	0,5	81	0,75	121,5	216
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	----	------	-------	-----

<b>FH02</b>	<b>FUERZA</b>									<b>173</b>	<b>138</b>	<b>3450</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	------------	------------	-------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5	0,2	138	3450
----	----------------	----	---	---	------	-----	------	-------	-----	-----	------

<b>H03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>63</b>	<b>95</b>	<b>168</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------	------------

a.	Downlight	F	2	2	42	0,75	0,5	63	0,75	94,5	168
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	----	------	------	-----

<b>FH03</b>	<b>FUERZA</b>									<b>690</b>	<b>552</b>	<b>13800</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	------------	------------	--------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	4	1	3450	0,2	0,25	690	0,2	552	13800
----	----------------	----	---	---	------	-----	------	-----	-----	-----	-------

<b>H04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>95</b>	<b>142</b>	<b>252</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	------------	------------

a.	Downlight	F	3	2	42	0,75	0,5	94,5	0,75	141,75	252
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	------	------	--------	-----

<b>FH04</b>	<b>FUERZA</b>									<b>1380</b>	<b>1104</b>	<b>27600</b>
-------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	-------------	--------------

a.	Base 16 A 2p+T	EN	8	1	3450	0,2	0,25	1380	0,2	1104	27600
----	----------------	----	---	---	------	-----	------	------	-----	------	-------

<b>H05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>									<b>63</b>	<b>95</b>	<b>168</b>
------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------	------------

a.	Downlight	F	2	2	42	0,75	0,5	63	0,75	94,5	168
----	-----------	---	---	---	----	------	-----	----	------	------	-----

<b>FH05 FUERZA</b>										<b>690</b>		<b>552</b>		<b>13800</b>	
a.	Base 16 A 2p+T	EN	4	1	3450	0,2	0,25	690		0,2	552		13800		
<b>H06 ILUMINACIÓN</b>										<b>149</b>		<b>223</b>		<b>396</b>	
a.	Downlight	F	11	2	18	0,75	0,5	148,5		0,75	222,75		396		
<b>EM08 EMERGENCIA 8</b>										<b>27</b>		<b>41</b>		<b>72</b>	
a.	Emergencias	EI	9	1	8	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72		
<b>SP13 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 3</b>										<b>3374</b>		<b>3509</b>		<b>56838</b>	
<b>I01 ILUMINACIÓN</b>										<b>144</b>		<b>216</b>		<b>384</b>	
a.	Downlight	F	6	2	32	0,75	0,5	144		0,75	216		384		
<b>FI01 FUERZA</b>										<b>1035</b>		<b>828</b>		<b>20700</b>	
a.	Base 16 A 2p+T	EN	6	1	3450	0,2	0,25	1035		0,2	828		20700		
<b>I02 ILUMINACIÓN</b>										<b>72</b>		<b>108</b>		<b>192</b>	
a.	Downlight	F	3	2	32	0,75	0,5	72		0,75	108		192		
<b>FI02 FUERZA</b>										<b>690</b>		<b>552</b>		<b>13800</b>	
a.	Base 16 A 2p+T	EN	4	1	3450	0,2	0,25	690		0,2	552		13800		
<b>I03 ILUMINACIÓN</b>										<b>72</b>		<b>108</b>		<b>192</b>	
a.	Downlight	F	3	2	32	0,75	0,5	72		0,75	108		192		

<b>FI03</b>	<b>FUERZA</b>								<b>690</b>			<b>552</b>		<b>13800</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	4	1	3450	0,2	0,25	690		0,2	552		13800	
<b>I04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>72</b>			<b>108</b>		<b>192</b>
a.	Downlight	F	3	2	32	0,75	0,5	72		0,75	108		192	
<b>I05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>			<b>41</b>		<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5		72	
<b>FI05</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>			<b>138</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5		0,2	138		3450	
<b>I06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36	
<b>I07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>22</b>			<b>33</b>		<b>58</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	58	0,75	0,5	22		0,75	32,625		58	
<b>FI07</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>			<b>518</b>		<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	173		0,75	517,5		3450	
<b>I08</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	13,5		0,75	20,25		36	
<b>I09</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>			<b>20</b>		<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25		36	

<b>I10</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>I11</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>		<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
b.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>I12</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>54</b>		<b>81</b>	<b>144</b>
a.	Fluorescente	F	2	1	36	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
b.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>EM9</b>	<b>EMERGENCIA 9</b>								<b>30</b>		<b>45</b>	<b>80</b>
a.	Emergencia	EI	10	1	8	0,75	0,5	30		0,75	45	80
<b>SP2 - SUBCUADRO PLANTA SEGUNDA</b>									<b>2982</b>		<b>2662</b>	<b>52802</b>
<b>J01</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>174</b>		<b>261</b>	<b>464</b>
a.	Fluorescente	F	4	2	58	0,75	0,5	174		0,75	261	464
<b>FJ01</b>	<b>FUERZA</b>								<b>2243</b>		<b>1794</b>	<b>44850</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	13	1	3450	0,2	0,25	2243		0,2	1794	44850
<b>J02</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>FJ02</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>		<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5		0,2	138	3450

<b>J03</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>J04</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Downlight	F	1	2	18	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>J05</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>FJ05</b>	<b>FUERZA</b>								<b>173</b>		<b>138</b>	<b>3450</b>
a.	Base 16 A 2p+T	EN	1	1	3450	0,2	0,25	172,5		0,2	138	3450
<b>J06</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>J07</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Downlight	F	2	2	18	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72
<b>J08</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>14</b>		<b>20</b>	<b>36</b>
a.	Fluorescente	F	1	1	36	0,75	0,5	14		0,75	20,25	36
<b>J09</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>36</b>		<b>54</b>	<b>96</b>
a.	Baliza LED's	A	12	1	8	0,75	0,5	36		0,75	54	96
<b>J10</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>								<b>36</b>		<b>54</b>	<b>96</b>
a.	Baliza LED's	A	12	1	8	0,75	0,5	36		0,75	54	96
<b>EM10</b>	<b>EMERGENCIA 10</b>								<b>27</b>		<b>41</b>	<b>72</b>
a.	Emergencia	EI	9	1	8	0,75	0,5	27		0,75	40,5	72

<b>SASC - SUBCUADRO ASCENSOR</b>							<b>7500</b>	<b>7500</b>	<b>7500</b>
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------------	-------------	-------------

<b>ASC</b>	<b>ASCENSOR</b>						<b>7500</b>	<b>7500</b>	<b>7500</b>
------------	-----------------	--	--	--	--	--	-------------	-------------	-------------

a.	Ascensor	M	1	1	7500	1	1	7500	1	7500	7500
----	----------	---	---	---	------	---	---	------	---	------	------

2.1.5. Cálculo de las líneas y C.D.T

**DERIVACIÓN INDIVIDUAL**

<b>0</b>	48.125	400	0,90	77,1810	3,5x	35	25	0,9125	50,0	0,7673	0,7673
----------	--------	-----	------	---------	------	----	----	--------	------	--------	--------

**CUADRO GENERAL**

<b>SSCN</b>	5.387	400	0,90	8,6398	4x	1,5	1,5	5,7599	44,0	1,7637	2,5310
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>SPS1</b>	7.256	400	0,90	11,6372	4x	2,5	2,5	4,6549	40,0	1,2958	2,0631
-------------	-------	-----	------	---------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>SPS2</b>	4.088	400	0,90	6,5553	4x	1,5	1,5	4,3702	22,5	0,6843	1,4516
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>SPBP</b>	3.476	400	0,90	5,5738	4x	1,5	1,5	3,7159	1,0	0,0259	0,7932
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>SPB1</b>	1.461	400	0,90	2,3425	4x	1,5	1,5	1,5617	44,0	0,4782	1,2455
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>SPB2</b>	2.610	400	0,90	4,1853	4x	1,5	1,5	2,7902	25,0	0,4854	1,2527
<b>SP11</b>	6.897	400	0,90	11,0617	4x	2,5	2,5	4,4247	50,0	1,5396	2,3069
<b>SP12</b>	3.281	400	0,90	5,2611	4x	1,5	1,5	3,5074	19,0	0,4638	1,2311
<b>SP13</b>	3.509	400	0,90	5,6274	4x	1,5	1,5	3,7516	20,0	0,5222	1,2895
<b>SP2</b>	2.662	400	0,90	4,2688	4x	1,5	1,5	2,8459	14,0	0,2773	1,0446
<b>SASC</b>	7.500	400	0,90	12,0281	4x	2,5	2,5	4,8112	18,0	0,6027	1,3700

**SSCN - SUBCUADRO ESCENARIO PLANTA SOTANO**

<b>A01</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	21,0	0,0766	2,6076
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>FA01</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	21,0	0,4696	3,0006
<b>A02</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	13,0	0,0474	2,5784
<b>FA02</b>	276	230	0,90	1,3333	2x	2,5	2,5	0,5333	14,0	0,1043	2,6353
<b>A03</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	17,0	0,0310	2,5620
<b>FA03</b>	276	230	0,90	1,3333	2x	2,5	2,5	0,5333	19,0	0,1416	2,6726
<b>A04</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	15,0	0,0273	2,5583
<b>FA04</b>	276	230	0,90	1,3333	2x	2,5	2,5	0,5333	15,0	0,1118	2,6428
<b>A05</b>	10	230	0,90	0,0489	2x	1,5	1,5	0,0326	15,0	0,0068	2,5378

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>FA05</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	15,5	0,0578	2,5888
<b>A06</b>	10	230	0,90	0,0489	2x	1,5	1,5	0,0326	17,5	0,0080	2,5390
<b>A07</b>	10	230	0,90	0,0489	2x	1,5	1,5	0,0326	16,0	0,0073	2,5383
<b>A08</b>	10	230	0,90	0,0489	2x	1,5	1,5	0,0326	14,5	0,0066	2,5376
<b>A09</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	16,0	0,0292	2,5602
<b>FA09</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	18,0	0,0671	2,5981
<b>A10</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	17,5	0,0319	2,5629
<b>A11</b>	65	230	0,90	0,3152	2x	1,5	1,5	0,2101	9,0	0,0264	2,5574
<b>A12</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	2,0	0,0036	2,5346

<b>FA12</b>	276	230	0,90	1,3333	2x	2,5	2,5	0,5333	4,0	0,0298	2,5608
<b>A13</b>	446	230	0,90	2,1522	2x	1,5	1,5	1,4348	37,0	0,7419	3,2729
<b>FA13</b>	2.070	230	0,90	10,0000	2x	2,5	2,5	4,0000	35,0	1,9565	4,4875
<b>A14</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	38,5	0,0351	2,5661
<b>A15</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	37,0	0,0675	2,5985
<b>A16</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	16,0	0,0146	2,5456
<b>A17</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	18,5	0,0337	2,5647
<b>EM01</b>	72	230	0,90	0,3478	2x	1,5	1,5	0,2319	8,5	0,0275	2,5585

**SPS1 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 1**

<b>B01</b>	228	230	0,90	1,1033	2x	1,5	1,5	0,7355	21,5	0,2210	2,2841
<b>FB01</b>	414	230	0,90	2,0000	2x	2,5	2,5	0,8000	8,5	0,0950	2,1581
<b>B02</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	22,0	0,0802	2,1433
<b>FB02</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	18,5	0,0689	2,1320
<b>B03</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	19,0	0,0173	2,0804
<b>B04</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	20,0	0,0182	2,0813
<b>B05</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	20,5	0,0187	2,0818

<b>B06</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	21,5	0,0196	2,0827
<b>B07</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	18,0	0,0656	2,1287
<b>FB07</b>	173	230	0,90	0,8333	2x	2,5	2,5	0,3333	14,0	0,0652	2,1283
<b>B08</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	12,0	0,0109	2,0740
<b>B09</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	13,0	0,0118	2,0749
<b>B10</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	14,0	0,0128	2,0759
<b>B11</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	14,5	0,0132	2,0763
<b>B12</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	15,5	0,0141	2,0772
<b>B13</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	15,5	0,0141	2,0772

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>B14</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	16,5	0,0150	2,0781
<b>B15</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	17,5	0,0159	2,0790
<b>B16</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	19,0	0,0173	2,0804
<b>B17</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	21,0	0,0191	2,0822
<b>B18</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	22,0	0,0200	2,0831
<b>B19</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	14,0	0,0128	2,0759
<b>FB19</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	14,5	0,0540	2,1171
<b>B20</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	9,0	0,0082	2,0713

<b>FB20</b>	1.941	230	0,90	9,3750	2x	2,5	2,5	3,7500	10,0	0,5241	2,5872
<b>B21</b>	360	230	0,90	1,7391	2x	1,5	1,5	1,1594	13,5	0,2187	2,2818
<b>FB21</b>	552	230	0,90	2,6667	2x	2,5	2,5	1,0667	12,5	0,1863	2,2494
<b>B22</b>	142	230	0,90	0,6848	2x	1,5	1,5	0,4565	7,5	0,0479	2,1110
<b>FB22</b>	5.387	230	0,90	26,0254	2x	4	4	6,5064	8,5	0,7729	2,8360
<b>B23</b>	162	230	0,90	0,7826	2x	1,5	1,5	0,5217	16,0	0,1167	2,1798
<b>FB23</b>	1.518	230	0,90	7,3333	2x	2,5	2,5	2,9333	19,5	0,7994	2,8625
<b>B24</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	11,0	0,0100	2,0731
<b>B25</b>	216	230	0,90	1,0435	2x	1,5	1,5	0,6957	17,5	0,1701	2,2332

<b>FB25</b>	276	230	0,90	1,3333	2x	2,5	2,5	0,5333	18,5	0,1379	2,2010
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>EM02</b>	59	230	0,90	0,2826	2x	1,5	1,5	0,1884	6,0	0,0158	2,0789
-------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

**SPS2 - SUBCUADRO PLANTA SOTANO 2**

<b>C01</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	2,5	0,0023	1,4539
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>FC01</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	4,0	0,0149	2,0780
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>C02</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	3,0	0,0027	2,0658
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>C03</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	8,0	0,0146	2,0777
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>FC03</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	6,5	0,0242	2,0873
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>C04</b>	98	230	0,90	0,4728	2x	1,5	1,5	0,3152	6,5	0,0286	2,0917
<b>FC04</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	8,5	0,1901	2,2532
<b>C05</b>	98	230	0,90	0,4728	2x	1,5	1,5	0,3152	12,0	0,0529	2,1160
<b>FC05</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	12,5	0,2795	2,3426
<b>C06</b>	98	230	0,90	0,4728	2x	1,5	1,5	0,3152	16,0	0,0705	2,1336
<b>FC06</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	16,5	0,3689	2,4320
<b>C07</b>	98	230	0,90	0,4728	2x	1,5	1,5	0,3152	20,0	0,0881	2,1512
<b>FC07</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	20,5	0,4584	2,5215

---

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>EM03</b>	27	230	0,90	0,1304	2x	1,5	1,5	0,0869	12,0	0,0146	2,0777
<b>FD03</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	6,0	0,0224	1,4740
<b>D04</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	4,0	0,0036	1,4552
<b>D05</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	3,0	0,0027	1,4543
<b>D06</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	2,5	0,0023	1,4539
<b>D07</b>	33	230	0,90	0,1576	2x	1,5	1,5	0,1051	2,5	0,0037	1,4553
<b>FD07</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	3,0	0,0112	1,4628
<b>EM04</b>	23	230	0,90	0,1087	2x	1,5	1,5	0,0725	15,5	0,0157	1,4673

<b>SPBP - SUBCUADRO PLANTA BAJA PLATEA</b>												
<b>E01</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	47,0	0,0857	0,8789	
<b>E03</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	3,0	0,0055	0,7987	
<b>E05</b>	90	230	0,90	0,4348	2x	1,5	1,5	0,2899	15,5	0,0628	0,8560	
<b>E07</b>	90	230	0,90	0,4348	2x	1,5	1,5	0,2899	27,0	0,1094	0,9026	
<b>E09</b>	90	230	0,90	0,4348	2x	2,5	2,5	0,1739	43,5	0,1057	0,8989	
<b>E10</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	42,5	0,1549	0,9481	
<b>E11</b>	522	230	0,90	2,5217	2x	1,5	1,5	1,6811	44,5	1,0455	1,8387	
<b>E12</b>	356	230	0,90	1,7174	2x	1,5	1,5	1,1449	45,5	0,7280	1,5212	

<b>FE12</b>	1.932	230	0,90	9,3333	2x	2,5	2,5	3,7333	35,0	1,8261	2,6193
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>EM05</b>	32	230	0,90	0,1522	2x	1,5	1,5	0,1015	21,5	0,0305	0,8237
-------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

**SPB2 - SUBCUADRO PLANTA BAJA 2**

<b>FF01</b>	1.380	230	0,90	6,6667	2x	2,5	2,5	2,6667	17,5	0,6522	1,8977
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>F02</b>	168	230	0,90	0,8116	2x	1,5	1,5	0,5411	24,0	0,1815	1,4270
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>FF03</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	5,5	0,0205	1,2660
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>F04</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	2,5	2,5	0,0783	3,0	0,0033	1,2488
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>F05</b>	180	230	0,90	0,8696	2x	1,5	1,5	0,5797	8,0	0,0648	1,3103
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>F06</b>	203	230	0,90	0,9783	2x	1,5	1,5	0,6522	24,0	0,2188	1,4643
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>F08</b>	16	230	0,90	0,0783	2x	1,5	1,5	0,0522	22,0	0,0160	1,2615
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>EM06</b>	32	230	0,90	0,1522	2x	1,5	1,5	0,1015	16,5	0,0234	1,2689
-------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

**SP11 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 1**

<b>G01</b>	446	230	0,90	2,1522	2x	1,5	1,5	1,4348	31,0	0,6216	2,9285
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>G02</b>	61	230	0,90	0,2935	2x	1,5	1,5	0,1957	6,0	0,0164	1,2691
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>G03</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	6,5	0,0059	1,2586
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>G04</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	4,5	0,0082	1,2609
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

---

<b>G06</b>	162	230	0,90	0,7826	2x	1,5	1,5	0,5217	18,0	0,1312	1,3839
<b>G07</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	6,5	0,0059	1,2586
<b>G08</b>	33	230	0,90	0,1576	2x	1,5	1,5	0,1051	6,0	0,0088	1,2615
<b>G09</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	35,5	0,2229	1,4756
<b>G10</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	32,5	0,2040	1,4567
<b>G11</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	25,0	0,1570	1,4097
<b>G12</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	19,0	0,1193	1,3720
<b>G13</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	11,5	0,0722	1,3249

---

<b>G14</b>	844	400	0,90	1,3532	4x	1,5	1,5	0,9021	6,0	0,0377	1,2904
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>G15</b>	281	400	0,90	0,4511	4x	1,5	1,5	0,3007	21,5	0,0450	1,2977
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>G16</b>	281	400	0,90	0,4511	4x	1,5	1,5	0,3007	6,0	0,0126	1,2653
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>EM07</b>	36	230	0,90	0,1739	2x	1,5	1,5	0,1159	7,5	0,0122	1,2649
-------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

**SP12 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 2**

<b>H01</b>	122	230	0,90	0,5870	2x	1,5	1,5	0,3913	23,0	0,1258	1,3569
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>FH01</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	15,0	0,0559	2,3628
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>H02</b>	122	230	0,90	0,5870	2x	1,5	1,5	0,3913	15,0	0,0820	2,3889
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>FH02</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	15,0	0,0559	2,3628
<b>H03</b>	95	230	0,90	0,4565	2x	1,5	1,5	0,3043	6,5	0,0276	2,3345
<b>FH03</b>	552	230	0,90	2,6667	2x	2,5	2,5	1,0667	5,5	0,0820	2,3889
<b>H04</b>	142	230	0,90	0,6848	2x	1,5	1,5	0,4565	2,0	0,0128	2,3197
<b>FH04</b>	1.104	230	0,90	5,3333	2x	2,5	2,5	2,1333	3,0	0,0894	2,3963
<b>FH05</b>	552	230	0,90	2,6667	2x	2,5	2,5	1,0667	5,5	0,0820	2,3889
<b>H06</b>	223	230	0,90	1,0761	2x	1,5	1,5	0,7174	30,5	0,3058	2,6127
<b>EM08</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	22,0	0,0401	2,3470

<b>SP13 - SUBCUADRO PLANTA PRIMERA 3</b>												
<b>I01</b>	216	230	0,90	1,0435	2x	1,5	1,5	0,6957	8,0	0,0778	1,3673	
<b>FI01</b>	828	230	0,90	4,0000	2x	2,5	2,5	1,6000	7,0	0,1565	1,3876	
<b>I02</b>	108	230	0,90	0,5217	2x	1,5	1,5	0,3478	11,0	0,0535	1,2846	
<b>FI02</b>	552	230	0,90	2,6667	2x	2,5	2,5	1,0667	18,0	0,2683	1,4994	
<b>FI03</b>	552	230	0,90	2,6667	2x	2,5	2,5	1,0667	18,0	0,2683	1,4994	
<b>I04</b>	108	230	0,90	0,5217	2x	1,5	1,5	0,3478	16,0	0,0778	1,3089	
<b>I05</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	10,5	0,0191	1,2502	
<b>FI05</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	11,5	0,0429	1,2740	

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>I06</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	10,5	0,0096	1,2407
<b>I07</b>	33	230	0,90	0,1576	2x	1,5	1,5	0,1051	10,0	0,0147	1,2458
<b>FI07</b>	518	230	0,90	2,5000	2x	2,5	2,5	1,0000	11,0	0,1537	1,3848
<b>I08</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	8,5	0,0077	1,2388
<b>I09</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	14,0	0,0128	1,2439
<b>I10</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	13,5	0,0246	1,2557
<b>I11</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	20,0	0,0729	1,3040
<b>I12</b>	81	230	0,90	0,3913	2x	1,5	1,5	0,2609	20,0	0,0729	1,3040

<b>EM9</b>	45	230	0,90	0,2174	2x	1,5	1,5	0,1449	10,5	0,0213	1,2524
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

**SP2 - SUBCUADRO PLANTA SEGUNDA**

<b>J01</b>	261	230	0,90	1,2609	2x	1,5	1,5	0,8406	22,0	0,2584	1,3030
------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>FJ01</b>	1.794	230	0,90	8,6667	2x	2,5	2,5	3,4667	19,0	0,9205	2,2100
-------------	-------	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

<b>J02</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	3,0	0,0055	1,2950
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>FJ02</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	2,5	0,0093	1,2988
-------------	-----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>J03</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	5,5	0,0050	1,2945
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

<b>J04</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	4,0	0,0036	1,2931
------------	----	-----	------	--------	----	-----	-----	--------	-----	--------	--------

*Rehabilitación de un teatro en Santa Coloma de Gramenet*

<b>J05</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	22,0	0,0401	1,3296
<b>FJ05</b>	138	230	0,90	0,6667	2x	2,5	2,5	0,2667	21,0	0,0783	1,3678
<b>J06</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	23,5	0,0428	1,3323
<b>J07</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	24,5	0,0447	1,3342
<b>J08</b>	20	230	0,90	0,0978	2x	1,5	1,5	0,0652	24,0	0,0219	1,3114
<b>J09</b>	54	230	0,90	0,2609	2x	1,5	1,5	0,1739	23,0	0,0559	1,3454
<b>J10</b>	54	230	0,90	0,2609	2x	1,5	1,5	0,1739	9,0	0,0219	1,3114
<b>EM10</b>	41	230	0,90	0,1957	2x	1,5	1,5	0,1305	14,0	0,0255	1,3150

**SASC - SUBCUADRO ASCENSOR**

<b>ASC</b>	7.500	400	0,90	12,0281	4x	2,5	2,5	4,8112	19,0	0,6362	2,0062
------------	-------	-----	------	---------	----	-----	-----	--------	------	--------	--------

## 2.1.6. Métodos de ahorro energético

### A. Sistemas de control y regulación utilizados

Estos sistemas se componen del conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido-apagado o el flujo luminoso de la instalación de iluminación. Puede realizarse bajo demanda del usuario (interruptor manual, pulsador, potenciómetro, etc.), según el aporte de luz natural, según la presencia en la zona, con temporizadores o mediante sistemas centralizados de gestión.

Para una mayor eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del edificio se instalarán:

- Detectores de presencia en todos los servicios de uso público, pasillos y escaleras, por tratarse de zonas con ocupación intermitente o de uso esporádico. Este sistema conecta o desconecta el alumbrado de la habitación en respuesta a la presencia o ausencia de ocupantes en la misma.
- Células fotoeléctricas en el vestíbulo interior, situado en la planta baja, y en el bar, que ocupa la planta primera, ya que son zonas que cuentan con cerramientos acristalados al exterior, y cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:
  - $\theta > 65^\circ$ ; siendo:  
 $\theta$ : ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo (grados sexagesimales).
  - $T \cdot \frac{A_w}{A} > 0,07$

Estos dispositivos están intercalados en un circuito electrónico y abren o cierran un contacto dependiendo de la luz recibida. La automatización del encendido y apagado del sistema de iluminación permiten el máximo aprovechamiento de la luz natural y así, el máximo ahorro energético en cuanto a la iluminación de dichos locales.

### B. Justificación del uso de los sistemas de control y regulación

- Detectores de presencia: Se ha decidido colocar detectores de presencia, tal y como se indica en el CTE, en los aseos, pasillos, escaleras y zonas de tránsito del teatro al estar considerados como zonas de uso esporádico según el Código técnico de la edificación, sección HE.

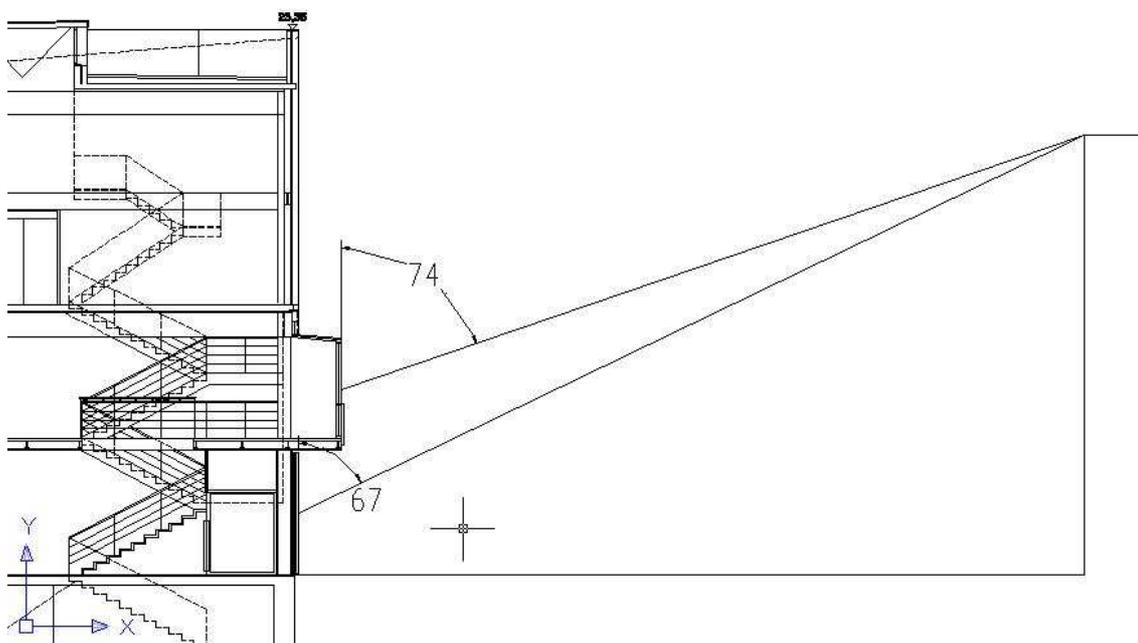
- Células fotoeléctricas: Según el *Código técnico de la edificación* sección HE de ahorro energético, se instalarán células fotoeléctricas en aquellos edificios que dispongan de suficiente luz natural. Estos sistemas serán obligatorios para las luminarias más próximas a las ventanas, situadas a una distancia inferior a 3 metros.

Seguidamente se justifica el uso de células fotoeléctricas por medio del cumplimiento de las condiciones impuestas por el CTE para este tipo de regulación de la iluminación.

a.  $\theta > 65^\circ$ ; siendo:

$\theta$ : ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo (grados sexagesimales).

Se ha comprobado el cumplimiento de este punto para el hall y el bar del teatro, ya que disponen del acristalamiento total de sus cerramientos (Figura 115).



**Figura 115.** Aprovechamiento de luz natural a través de acristalamientos exteriores.

Como se puede observar en la figura XXX ambos locales cumplen con los ángulos mínimos requeridos por este tipo de regulación.

$$b. \quad T \cdot \frac{A_w}{A} > 0,07$$

Siendo:

T: coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local (tanto por uno). Este valor es suministro por el fabricante del vidrio. Lo habitual es que esté entre 0,8 y 0,9; dependiendo del tipo de vidrio a instalar.

$A_w$ : área de acristalamiento de la ventana de la zona en ( $m^2$ ).

A: área total de las superficies interiores del local, incluyendo suelo, techo, paredes y ventanas ( $m^2$ ).

Se ha considerado un coeficiente de transmisión luminosa del vidrio (T) de 0,8.

*b.1.- Zona hall:*

A continuación se exponen los datos requeridos para la ejecución de la ecuación.

$$A_w = 11,52m \times 2,85m = 32,82 \text{ m}^2$$

$$A = A_{\text{suelo}} + A_{\text{techo}} + A_{\text{paredes}} + A_{\text{ventanas}} = 133,40 \text{ m}^2 + 133,40 \text{ m}^2 + 46,97 \text{ m}^2 + 32,82 \text{ m}^2 = 346,59 \text{ m}^2$$

$$T = 0,8$$

$$T \cdot \frac{A_w}{A} = 0,8 \cdot \frac{32,82}{346,59} \approx 0,095 > 0,07 \quad \text{OK} \checkmark$$

La zona del hall de la planta baja cumple todas las exigencias obligatorias para la incorporación de sistemas de aprovechamiento de la luz natural (células fotoeléctricas).

*b.2.- Zona Bar:*

A continuación se exponen los datos requeridos para la ejecución de la ecuación.

$$A_w = 11,58m \times 2,40m = 27,79 \text{ m}^2$$

$$A = A_{\text{suelo}} + A_{\text{techo}} + A_{\text{paredes}} + A_{\text{ventanas}} = 137,80m^2 + 137,80m^2 + 83,56 + 27,79 = 386,95 \text{ m}^2$$

$$T = 0,8$$

$$T \cdot \frac{A_w}{A} = 0,8 \cdot \frac{27,79}{386,95} \approx 0,072 > 0,07 \quad \text{OK} \checkmark$$

La zona del bar de la planta primera cumple todas las exigencias obligatorias para la incorporación de sistemas de aprovechamiento de la luz natural (células fotoeléctricas).

#### - *Aprovechamiento de la luz natural*

Otro de los sistemas considerados para el ahorro energético en el edificio ha sido el del aprovechamiento de la luz natural a través de lucernarios y/o cerramientos acristalados.

El teatro consta de fachadas acristaladas en el hall y en la zona del bar. En el resto de zonas del teatro es imposible la colocación de este tipo de fachadas o de lucernarios debido al uso de las salas, ya que se pretende conseguir la menor iluminación exterior posible para un correcto visualizado de los espectáculos.

## 2.2. Contra incendios

### 2.2.1. *Carga de fuego ponderada*

El nivel de riesgo de incendio, también denominado nivel de riesgo intrínseco de una zona, se determina a través del valor de carga de fuego ponderada evaluada en una zona o sector.

La carga de fuego ponderada de la zona o sector estudiados, se obtiene a partir de las tablas del anejo 1 del Documento Técnico número 15 de CEPREVEN. En el caso de que la actividad no esté contemplada en dicho anejo, la carga de fuego ponderada se calculará utilizando las siguientes formulas:

$$Q_p = \frac{Q_i}{A} \times R_a \qquad Q_p = \frac{\sum P_i \times H_i \times C_i}{A} \times R_a$$

Donde:

$Q_p$  = Carga de fuego ponderada en Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_i$  = Carga de fuego en Mcal.

$H_i$  = Poder calorífico de cada material en Mcal/Kg.

$C_i$  = coeficiente adimensional que indica la peligrosidad de los productos.

A = Superficie construida del local considerada en m<sup>2</sup>.

R<sub>a</sub> = Coeficiente adimensional que pondera el riesgo de la actividad.

P<sub>i</sub> = Peso de los materiales combustibles en Kg.

Una vez encontrado el valor de la carga de fuego ponderada, consultando el real decreto 241/1994 de la Generalitat de Catalunya se obtiene el nivel de riesgo intrínseco de la zona o sector.

El edificio en estudio consta de los siguientes sectores:

SECTORS	DESCRIPCIÓN	SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA
SECTOR I	ZONA LAVABOS Y DESPACHOS PSS	298,92 m <sup>2</sup>
SECTOR II	ALMACEN PSS	203,2 m <sup>2</sup>
SECTOR III	ZONA CAMRINOS PSS Y PBB	222,65 m <sup>2</sup>
SECTOR IV	SALA INSTALACIONES PSS	12,64 m <sup>2</sup>
SECTOR V	ZONA VESTIBULO Y BAR	412,35 m <sup>2</sup>
SECTOR VI	PLATEA Y ESCENARIO PB	593,93 m <sup>2</sup>
SECTOR VII	SALA DE CALDERAS PB	6.21 m <sup>2</sup>
SECTOR VIII	ZONA PASARELA P1 Y P2	241,9 m <sup>2</sup>
SECTOR IX	SALA TEATRO P2	220.91 m <sup>2</sup>

### *SECTOR I*

El sector I del edificio esta constituido por los lavabos, los despachos, el almacén y las zonas de circulación de la planta sótano y tiene una superficie de 289,92 m<sup>2</sup>.

De acuerdo con la tabla 2.1 de la sección 2.1 del código técnico de la edificación, la zona de despachos, lavabos, almacén se considera como local especial de riesgo alto ( $V > 200 \text{ m}^3$ ).

### *SECTOR II*

El sector II esta formado por el almacén de la planta sótano, con una superficie total construida de 203,2 m<sup>2</sup>.

De acuerdo con la tabla 2.1 de la sección 2.1 del código técnico de la edificación, la zona del almacén se considera como local especial de riesgo alto ( $V > 200 \text{ m}^3$ ).

### *SECTOR III*

El sector III esta formado por los camerinos y lavabos de la planta sótano y la planta baja, con una superficie de  $222,65 \text{ m}^2$ .

De acuerdo con la tabla 2.1 de la sección 2.1 del código técnico de la edificación, la zona de los camerinos y lavabos se considera como local especial de riesgo alto ( $S > 200 \text{ m}^2$ ).

### *SECTOR IV*

El sector IV esta formado por la sala de instalaciones de la planta sótano, con una superficie de  $12,64 \text{ m}^2$ .

De acuerdo con la tabla 2.1 de la sección 2.1 del código técnico de la edificación, la zona la sala de instalaciones se considera como local especial de riesgo bajo.

### *SECTOR V*

El sector V esta formado por el vestíbulo de la planta baja y el bar de la planta primera, con una superficie de  $412,35 \text{ m}^2$ .

Según la tabla B.6 del código técnico de la edificación, este sector se puede considerar como de pública concurrencia (teatros, cines) con una carga de  $365 \text{ MJ/m}^2$  ( $87,32 \text{ Mcal/m}^2$ ).

Interpretando el valor obtenemos,  $Q_p \leq 100 \text{ Mcal/m}^2$ , entonces el riesgo será bajo, de nivel 1.

### *SECTOR VI*

El sector VI está formado por la platea y el escenario de la planta baja, con una superficie de  $593,93 \text{ m}^2$ .

Según la tabla B.6 del código técnico de la edificación, este sector se puede considerar como de pública concurrencia (teatros, cines) con una carga de  $365 \text{ MJ/m}^2$  ( $87,32 \text{ Mcal/m}^2$ ).

Interpretando el valor obtenemos,  $Q_p \leq 100 \text{ Mcal/m}^2$ , entonces el riesgo será bajo, de nivel 1.

### *SECTOR VII*

El sector VII está formado por la sala de calderas de la planta baja, con una superficie de  $6,21 \text{ m}^2$ .

De acuerdo con con el Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE), la sala de calderas se considera como una sala de maquinas de riesgo especial bajo.

### SECTOR VIII

El sector VIII está formado por las pasarelas de la planta primera y segunda, con una superficie de 241,9 m<sup>2</sup>.

Según la tabla B.6 del código técnico de la edificación, este sector se puede considerar como de pública concurrencia (teatros, cines) con una carga de 365 MJ/m<sup>2</sup> (87,32 Mcal/m<sup>2</sup>).

Interpretando el valor obtenemos,  $Q_p \leq 100$  Mcal/m<sup>2</sup>, entonces el riesgo será bajo, de nivel 1.

### SECTOR IX

El sector VIII está formado por la sala de teatro de la planta segunda, con una superficie de 220,91 m<sup>2</sup>.

Según la tabla B.6 del código técnico de la edificación, este sector se puede considerar como de pública concurrencia (teatros, cines) con una carga de 365 MJ/m<sup>2</sup> (87,32 Mcal/m<sup>2</sup>).

Interpretando el valor obtenemos,  $Q_p \leq 100$  Mcal/m<sup>2</sup>, entonces el riesgo será bajo, de nivel 1.

#### 2.2.2. Justificación de la compatibilidad de usos.

Las paredes, el techo y los elementos estructurales que conforman la zona de despachos, lavabos y almacén de la planta sótano presentarán una resistencia al fuego R-180 y una eficacia al fuego de EI-180, al tratarse de un local de riesgo especial alto y las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego 2 x EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes, el techo y los elementos estructurales que conforman la zona del almacén de la planta sótano presentarán una resistencia al fuego R-180 y una eficacia al fuego de EI-180, al tratarse de un local de riesgo especial alto y las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego 2 x EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes, el techo y los elementos estructurales que conforman la zona de de los camerinos de la planta sótano y la planta baja presentarán una resistencia al fuego R-180 y una eficacia al fuego de EI-180, al tratarse de un local de riesgo especial alto y las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego 2 x EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes, el techo y los elementos estructurales de la sala de instalaciones de la planta sótano, considerado un local de riesgo especial bajo, presentarán una resistencia al fuego R-90 y una eficacia al fuego de EI-90 y las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes y el techo de separación del sector formado por el vestíbulo de la planta baja y el bar de la planta primera, al ser considerado como local de riesgo bajo, presentarán una eficacia al fuego de EI-90. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 1.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes y el techo de separación del sector formado por la platea y el escenario de la planta baja, al ser considerado como local de riesgo bajo, presentarán una eficacia al fuego de EI-90. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 1.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes, el techo y los elementos estructurales de la sala de calderas de la planta baja, considerado un local de riesgo especial bajo, presentarán una resistencia al fuego R-120 y una eficacia al fuego de EI-120, de acuerdo con el real decreto 1751/1998 del 31 de Julio, por el cual se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) i las instrucciones técnicas complementarias (ITE), superior a los valores exigidos a la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego 2 x EI 30-C5, de acuerdo con la tabla 2.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes y el techo de separación del sector formado por las pasarelas de la planta primera y la planta segunda, al ser considerado como local de riesgo bajo, presentarán una eficacia al fuego de EI-90. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 1.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

Las paredes y el techo de separación del sector formado por sala de teatro de la planta segunda, al ser considerado como local de riesgo bajo, presentarán una eficacia al fuego de EI-90. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI 45-C5, de acuerdo con la tabla 1.2 de la sección SI 1 del código técnico de la edificación.

### 2.2.3. Cálculo de la ocupación según normativa:

La ocupación del edificio se ha calculado según la tabla 2.1 del artículo 2 de la sección del código técnico de la edificación.

ID.	DEPENDENCIAS PLANTA SOTANO	SUPERFICIE ÚTIL	OCUPACIÓN/m <sup>2</sup>	OCUPACIÓN
1	Almacén	159,3 m <sup>2</sup>	40	4
2	Escaleras acceso vestíbulo	15,5 m <sup>2</sup>	-	
3	Ascensor	3,7 m <sup>2</sup>	-	
4	Maquinaria ascensor	3,1 m <sup>2</sup>	-	
5	Sala principal	41,55 m <sup>2</sup>	-	550
6	Escaleras escenario	8,9 m <sup>2</sup>	2	5
7	Escenario	235,7 m <sup>2</sup>	20	12
8	Camerinos	47,52 m <sup>2</sup>	2	24
8 a	Camerinos	6,37 m <sup>2</sup>	2	4
8 b	Camerinos	6,37 m <sup>2</sup>	2	4
9	Sala instalaciones	1,65 m <sup>2</sup>	-	
10	Acceso camerinos	5,15 m <sup>2</sup>	-	
11	Servicios camerinos	14,5 m <sup>2</sup>	2	8
12	Servicios hombres	20,4 m <sup>2</sup>	2	11
13	Servicios mujeres	32,6 m <sup>2</sup>	2	17
14	Servicios minusvalidos	3,1 m <sup>2</sup>	1	4
15	Limpieza	16,45 m <sup>2</sup>	-	
16	Despacho	22,76 m <sup>2</sup>	2	12
17	Despacho	16,2 m <sup>2</sup>	2	9

18	Almacén	66,27 m <sup>2</sup>	40	2
19	Vestíbulo independencia	29,9 m <sup>2</sup>	-	
20	Despacho	9,88 m <sup>2</sup>	2	5
21	Pasillo	29,9 m <sup>2</sup>	-	
22	Salida emergencia	565	-	
23	Montacargas	5656	-	
<b>ID.</b>	<b>DEPENDENCIAS PLANTA BAJA</b>	<b>SUPERFÍCIE ÚTIL</b>	<b>OCUPACIÓN/m<sup>2</sup></b>	<b>OCUPACIÓN</b>
1	Vestíbulo exterior	4,3 m <sup>2</sup>	-	
2	Vestíbulo interior	164,41m <sup>2</sup>	2	83
3	Escaleras vestíbulo	7,5 m <sup>2</sup>	-	
4	Taquilla	8,06 m <sup>2</sup>	1	8
5	Control instalaciones	6,23 m <sup>2</sup>	-	2
6	Recepción	4,10 m <sup>2</sup>	-	1
7	Paso instalaciones	14,25 m <sup>2</sup>	-	-
8	Ascensor	3,7 m <sup>2</sup>	-	-
9	Sala principal	330,56 m <sup>2</sup>	-	-
10	Escaleras escenario	3,2 m <sup>2</sup>	-	
11	Escenario	238,84 m <sup>2</sup>	-	-
12	Camerino	44,15 m <sup>2</sup>	2	4
13	Servicios camerino	8,16 m <sup>2</sup>	2	2
14	Sala de calderas	6,21 m <sup>2</sup>	-	
15	Escalera camerino	4,2 m <sup>2</sup>	-	
16	Salida emergencia de	5,3 m <sup>2</sup>	-	

<b>ID.</b>	<b>DEPENDENCIAS PLANTA PRIMERA</b>	<b>SUPERFÍCIE ÚTIL</b>	<b>OCUPACIÓN/m<sup>2</sup></b>	<b>OCUPACIÓN</b>
1	Bar	112,46m <sup>2</sup>	1,5	75
2	Barra bar	25,4 m <sup>2</sup>	1,5	17
3	Escaleras vestíbulo	19 m <sup>2</sup>	-	
4	Servicios hombres	10,16 m <sup>2</sup>	10	2
5	Servicios mujeres	10,09 m <sup>2</sup>	10	2
6	Pasillo	10,9 m <sup>2</sup>	-	
7	Cabinas de control	21,65 m <sup>2</sup>	-	4
9	Pasarela sala	34,45 m <sup>2</sup>	-	
10	Escaleras escenario	11,45 m <sup>2</sup>	-	
11	Ascensor	3,7m <sup>2</sup>	-	
<b>ID.</b>	<b>DEPENDENCIAS PLANTA SEGUNDA</b>	<b>SUPERFÍCIE ÚTIL</b>	<b>OCUPACIÓN/m<sup>2</sup></b>	<b>OCUPACIÓN</b>
1	Sala pequeña teatro	132,95 m <sup>2</sup>		150
2	Camerinos	12,96 m <sup>2</sup>	4	4
3	Escaleras	14,5 m <sup>2</sup>	-	
4	Puente de luces	6,55 m <sup>2</sup>	-	
5	Puente escenario	28,55 m <sup>2</sup>	-	
6	Pasarela escenario	30,55 m <sup>2</sup>	-	
7	Ascensor	3,7 m <sup>2</sup>	-	
	<b>TOTAL</b>			<b>1.045</b>

### - Vías de evacuación

La planta baja dispone de una salida al exterior y la planta sótano dispone de dos salidas al exterior. La planta baja dispone de una ocupación de 92 personas. También se tendrá en cuenta la ocupación que puede descender o ascender de las plantas sótano, primera y segunda. La planta sótano tiene una ocupación de 667 personas.

- La Planta Baja dispone de una sola salida directa al exterior al disponer de una ocupación inferior a las 100 personas.
- Las vías de evacuación serían horizontales y descendentes.
- La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de las salidas será inferior a 25 m.
- El ancho mínimo de las escaleras y pasillos previstos como recorridos de evacuación será de 1 m.
- El ancho mínimo de las puertas y pasos será de 1 metro de ancho por cada 200 personas y nunca inferior a 0,8 m.
- El ancho de las escaleras protegidas previstas para una evacuación descendente será  $A = P/160$ , donde P es el número de ocupantes y A es el ancho de la escalera en metros.

En nuestro caso tenemos:

- Aplicando la fórmula utilizada para el cálculo del ancho mínimo de pasos y puertas principales obtenemos:

$$92/200 = 0,46 \text{ m. (Puerta principal)}$$

Según el código técnico de la edificación el ancho mínimo que deben tener las puertas principales de evacuación será de 0,8 m, por tanto, al no cumplir con ese valor escogemos 0,8 como el ancho de nuestras puertas principales.

- El ancho de puertas y pasillos existentes es de:

- Puertas de salida: 8 de 0,85 m.

- Ancho de los pasillos: 1,70 m.

- Aplicando la fórmula de las escaleras no protegidas previstas para una evacuación descendente, el ancho mínimo de las escaleras, teniendo en cuenta una ocupación de 254 personas será:

$$A = P / 160$$

$$A = 254 / 160$$

$$A = 1,58 \text{ m}$$

Según el código técnico de la edificación el ancho mínimo que deben tener las escaleras no protegidas para locales de pública concurrencia es de 1,20 m, por tanto estamos cumpliendo con lo estipulado.

- La Planta sótano dispone de dos salidas directas al exterior al disponer de una ocupación mayor a las 100 personas.
  - Las vías de evacuación serán horizontales y descendentes.
  - La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de las salidas será inferior a 50 m.
  - El ancho mínimo de las escaleras y pasillos previstos como recorridos de evacuación será de 1 m.
  - El ancho mínimo de las puertas y pasos será de 1 metro de ancho por cada 200 personas y nunca inferior a 0,8 m.
  - El ancho de las escaleras protegidas previstas para una evacuación descendente será  $A = P/160$ , donde P es el número de ocupantes y A es el ancho de la escalera en metros.

En nuestro caso tenemos:

- Aplicando la fórmula utilizada para el cálculo del ancho mínimo de pasos y puertas principales obtenemos:

$$667/200 = 3,3 \text{ m. (Puerta principal)}$$

Según el código técnico de la edificación el ancho mínimo que deben tener las puertas principales de evacuación será de 0,8 m, por tanto, estamos cumpliendo con lo estipulado.

- El ancho de puertas y pasillos existentes es de:
  - Puertas de salida: 2 de 0,85 m.
  - Ancho de los pasillos: 1,70 m.

#### 2.2.4. Medidas contra incendios

##### A. Extintores

Se instalarán extintores de eficacia 21A113 B en polvo ABC de 6 kg y extintores de CO<sub>2</sub> en los lugares indicados en los planos, teniendo en cuenta que el recorrido desde cualquier punto de origen de evacuación hasta el extintor no supere 15 m.

Se instalarán sobre un soporte en paramenta vertical de manera que la parte superior del extintor quede a menos de 1,70 m de altura.

Cada extintor tendrá el siguiente mantenimiento:

- Cada tres meses se verificará la situación, accesibilidad y buen estado aparente.
- Cada seis meses se verificará la presión y el peso.
- Cada doce meses será verificado por personal especializado

##### B. Sistema de detección de incendios y alarma

De acuerdo con el código técnico de la edificación será necesario un sistema de detección de incendio ya que la superficie del edificio es superior a 1000 m<sup>2</sup>. Se instalará un sistema de detección y alarma formado de pulsadores.

Se colocarán detectores de temperatura en la sala de calderas. En el resto de dependencias se instalarán detectores ópticos de humo.

##### C. Sistema de alarma

El parque dispondrá de una instalación de alarma de acuerdo con el código técnico, ya que la ocupación del edificio es superior a 500 personas. Este sistema está formado por sirenas y megafonía que se activarán mediante los pulsadores o la centralita de incendios las cuales serán audibles desde cualquier punto de la actividad, incluidos los lavabos.

#### D. BIE's

Según el código técnico de la edificación, al tratarse de un edificio de pública concurrencia con una superficie construida superior a 500 m<sup>2</sup> es necesaria la instalación de una red de mangueras compuesta por bocas de incendios equipadas BIE-25.

La determinación del número de bocas de incendios equipadas y su distribución, se hará de tal manera que la totalidad de la superficie a proteger lo esté como a mínimo por una boca de incendios equipada. La distancia desde cualquier punto del local hasta una boca de incendios equipada no será superior a 25 m.

Se instalarán sobre un soporte fijo a una altura máxima de 1,50 metros del centro al suelo, con preferencia en menos 5 m de las puertas y salida y sin constituir ningún obstáculo por el accionamiento de estas puertas.

Las BIES cumplirán las Normas UNE correspondientes y dispondrán de armario, manómetro, manguera semirígida en devanadora, válvula de paso, record y lanza de 3 efectos.

El primordial mínimo será d'1,6 l/s con una presión mínima a punto de lanza de 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las cañerías de alimentación son específicas para la red de arreglas, no permitiéndose la existencia de presas de agua por ningún otro utilización, y estarán dimensionadas para hacer funcionar simultáneamente las dos bocas de incendios más desfavorables durante una hora.

#### E. Hidrantes

El teatro dispondrá de un hidarante exterior tal y como estipula el código técnico de la edificación, ya que la superficie construida está comprendida entre 500 y 10.000 m<sup>2</sup>.

#### F. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.

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

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

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

#### G. Plan de emergencia

Una vez la actividad esté en funcionamiento se redactará el correspondiente plan de emergencia.

## 2.3. Fontanería

### 2.3.1. Datos de la instalación

Presión de suministro en acometida:	25.0 m.c.a.
Velocidad mínima:	0.5 m/s
Velocidad máxima:	2.0 m/s
Velocidad óptima:	1.0 m/s
Coefficiente de pérdida de carga:	1.2
Presión mínima en puntos de consumo:	10.0 m.c.a.
Presión máxima en puntos de consumo:	50.0 m.c.a.
Viscosidad de agua fría:	1.01 x10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
Viscosidad de agua caliente:	0.478 x10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
Factor de fricción:	Colebrook-White
Pérdida de temperatura admisible en red de agua caliente:	5 °C

Planta	Altura	Cotas	Grupos (Fontanería)
Cubierta	0.00	9.00	Cubierta
Planta 2	3.00	6.00	Planta 2
Planta 1	3.00	3.00	Planta 1
Planta baja	3.00	0.00	Planta baja
Sótano	3.00	-3.00	Sótano

### 2.3.2. Métodos de cálculo

#### A. Caudal máximo previsible

Por tramos interiores a un subministramiento, se aplicarán las siguientes expresiones:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha \times (0,035 + 0,035 \times \log(\log n));$$

$$Q_{\max} = k_v \times \sum Q$$

Donde:  $k_v$  = Coeficiente de simultaneidad

$n$  = Numero de aparatos instalados

$\alpha$  = Factor de corrección que depende del uso del edificio.

$Q_{\max}$  = caudal máximo previsible.

$\sum Q$  = Suma de los caudales mínimos de los aparatos instalados.

Para los tramos que alimentan grupos de suministro se utilizarán las siguientes expresiones:

$$k_e = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)};$$

$$Q_{\max,e} = k_e \times \sum Q_{\max}$$

Donde:  $k_e$  = Coeficiente de simultaneidad para un grupo de suministramiento.

$N$  = Numero de suministramientos.

$Q_{\max,e}$  = Caudal máximo previsible del grupo de suministramiento (l/s).

$\Sigma Q$  = Suma de los caudales máximos preVISIBLES de los suministramientos instalados (l/s).

## B. Diámetros

Cada uno de los métodos analizados en los siguientes aspectos nos permite calcular el diámetro inferior de la conducción. De los diámetros calculados por cada método, escogeremos el mayor. Una vez seleccionado escogeremos el diámetro comercial más aproximado.

- Cálculo por limitación de la velocidad

Se obtendrá el diámetro interior basándose en la ecuación de la continuidad del líquido, i fijando una hipótesis de velocidad entre 0,5 y 2 m/s, según las condiciones de cada tramo.

$$Q = V \times S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \times Q}{\Pi \times V}}$$

Donde:  $Q$  = Caudal máximo previsible (l/s)

$V$  = Hipótesis de velocidad (m/s)

$D$  = Diámetro interior (mm)

- Cálculo por limitación de la pérdida de carga lineal

$$V = -2 \times \sqrt{2g \times D \times I} \times \log_{10} \left( \frac{Ka}{3,71D} + \frac{2,51v}{D \sqrt{2g \times D \times I}} \right)$$

Donde:  $V$  = Velocidad del agua (m/s)  
 $D$  = Diámetro interior de la tubería (m)  
 $I$  = Perdida de carga lineal (mm)  
 $k_a$  = Rugosidad uniforme equivalente (m)  
 $\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s)  
 $g$  = gravedad (m/s<sup>2</sup>)

- Cálculo según normas básicas

A partir del tipo de tramo, se selecciona la tabla adecuada de las normas básicas, y en función del número y el tipo de suministro, tipo de tubería, etc., se determinará el diámetro interior mínimo.

- Velocidad

$$V = \frac{4000 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Donde:  $V$  = Velocidad de circulación del agua (m/s)  
 $Q$  = Caudal máximo previsible (l/s)  
 $D$  = Diámetro interior de la tubería (mm)

- Perdidas de carga

$$J_T = J_U \times (L + L_{eq}) + \Delta H$$

Donde:  $J_s$  = Perdida de carga total en el tramo (m.c.a.)  
 $J_u$  = Perdida de carga unitaria (m.c.a.)  
 $L$  = Longitud del tramo (m)  
 $L_{eq}$  = Longitud equivalente de los accesorios (m)  
 $\Delta H$  = Diferencia de cotas (m).

Para determinar la longitud equivalente de los accesorios, se utilizará la relación L/D considerada en la siguiente tabla:

Accesorios	L/D
Codo a 90°	45
Codo a 45°	18
Curva a 180°	150
Curva a 90°	18
Curva a 45°	9
T de paso directo	16
T de derivación	40
Cruceta	50

### 2.3.3. Listado de cálculos

#### Biblioteca de tuberías

Serie: COBRE	
Descripción: Tubo de cobre	
Rugosidad absoluta: 0.0420 mm	
Referencias	Diámetro interno
Ø12	10.4
Ø15	13.0
Ø18	16.0
Ø22	20.0

Ø28	25.6
Ø35	32.0
Ø42	39.0
Ø54	50.0
Ø64	60.0
Ø76	72.0
Ø89	85.0
Ø108	103.0

*Biblioteca de elementos*

Referencias	Tipo de pérdida	Descripción
Llave de paso	Pérdida de presión	0.25 m.c.a.
Calentador	Pérdida de presión	2.50 m.c.a.

*Resultados de los Montantes*

Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V1	Sótano - Planta baja	COBRE-Ø76	Caudal: 4.65 l/s Caudal bruto: 36.65 l/s Velocidad: 1.14 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

V2, Agua caliente	Sótano - Planta baja	COBRE-Ø35	Caudal: 0.72 l/s Caudal bruto: 3.60 l/s Velocidad: 0.90 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
V3	Planta baja - Planta 1	COBRE-Ø54	Caudal: 1.89 l/s Caudal bruto: 8.45 l/s Velocidad: 0.96 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	COBRE-Ø54	Caudal: 1.89 l/s Caudal bruto: 8.45 l/s Velocidad: 0.96 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
V4, Agua caliente	Planta baja - Planta 1	COBRE-Ø28	Caudal: 0.48 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 0.94 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	COBRE-Ø28	Caudal: 0.48 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 0.94 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
V5, Agua caliente	Planta 1 - Planta 2	COBRE-Ø42	Caudal: 1.45 l/s Caudal bruto: 3.10 l/s Velocidad: 1.21 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

V6	Planta 1 - Planta 2	COBRE-Ø22	Caudal: 0.35 l/s  Caudal bruto: 0.60 l/s  Velocidad: 1.10 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
----	------------------------	-----------	---	-------------------------------------

*Resultados de las tuberías*

<b>Grupo: Planta 2</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1 -> N3	COBRE-COBRE  Longitud: 10.75 m	Caudal: 1.45 l/s  Caudal bruto: 3.10 l/s  Velocidad: 1.21 m/s  Pérdida presión: 0.61 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N6	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 10.75 m	Caudal: 0.35 l/s  Caudal bruto: 0.60 l/s  Velocidad: 1.10 m/s  Pérdida presión: 1.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A5	COBRE-COBRE  Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A6	COBRE-COBRE  Longitud: 2.06 m	Caudal: 1.25 l/s  Velocidad: 1.05 m/s  Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N3 -> A4	COBRE-COBRE Longitud: 17.22 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.85 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> A4	COBRE-COBRE Longitud: 2.63 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> A1	COBRE-COBRE Longitud: 0.88 m	Caudal: 1.45 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.21 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> A1	COBRE-COBRE Longitud: 1.87 m	Caudal: 1.45 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.21 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N5	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 17.31 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 1.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N5	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 2.44 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N6 -> N8	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.86 m	Caudal: 0.30 l/s  Velocidad: 0.95 m/s  Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N8	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.99 m	Caudal: 0.30 l/s  Velocidad: 0.95 m/s  Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A3	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 3.05 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.33 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A1	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A2	COBRE-COBRE  Longitud: 2.05 m	Caudal: 1.45 l/s  Velocidad: 1.21 m/s  Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A3	COBRE-COBRE  Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N5 -> A4	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> N4	COBRE-COBRE  Longitud: 2.16 m	Caudal: 1.35 l/s  Velocidad: 1.13 m/s  Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A5	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 2.71 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.71 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Planta 1</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N3 -> N5	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N3	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 14.00 m	Caudal: 0.21 l/s  Caudal bruto: 0.30 l/s  Velocidad: 1.06 m/s  Pérdida presión: 1.71 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N4 -> N3	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 7.45 m	Caudal: 0.21 l/s  Caudal bruto: 0.30 l/s  Velocidad: 1.06 m/s  Pérdida presión: 0.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N4	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.60 m	Caudal: 0.29 l/s  Caudal bruto: 0.50 l/s  Velocidad: 0.92 m/s  Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N8	COBRE-COBRE  Longitud: 0.60 m	Caudal: 1.40 l/s  Caudal bruto: 3.00 l/s  Velocidad: 1.17 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A4	COBRE-COBRE  Longitud: 14.28 m	Caudal: 1.40 l/s  Caudal bruto: 2.80 l/s  Velocidad: 1.17 m/s  Pérdida presión: 0.76 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A4	COBRE-COBRE  Longitud: 3.77 m	Caudal: 1.40 l/s  Caudal bruto: 2.80 l/s  Velocidad: 1.17 m/s  Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N7	COBRE-COBRE  Longitud: 1.75 m	Caudal: 1.40 l/s  Caudal bruto: 3.20 l/s  Velocidad: 1.17 m/s  Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N21 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 0.25 m	Caudal: 1.43 l/s Caudal bruto: 5.35 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 5.65 m	Caudal: 1.43 l/s Caudal bruto: 5.35 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.31 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> N11	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.22 m	Caudal: 0.38 l/s Caudal bruto: 1.00 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> N11	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 5.68 m	Caudal: 0.38 l/s Caudal bruto: 1.00 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.67 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N9	COBRE-COBRE Longitud: 1.14 m	Caudal: 1.40 l/s Caudal bruto: 3.35 l/s Velocidad: 1.17 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N9	COBRE-COBRE Longitud: 6.46 m	Caudal: 1.40 l/s Caudal bruto: 3.35 l/s Velocidad: 1.17 m/s Pérdida presión: 0.34 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N10 -> N17	COBRE-COBRE Longitud: 0.48 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N17	COBRE-COBRE Longitud: 0.27 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N6	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.15 m	Caudal: 0.35 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N6	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 8.49 m	Caudal: 0.35 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.87 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N18	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.51 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.06 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N18	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.54 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.06 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N13 -> A6	COBRE-COBRE Longitud: 1.10 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A7	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 4.65 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 1.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A12	COBRE-COBRE Longitud: 1.05 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.80 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N15	COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N16	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A2	COBRE-COBRE Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N3 -> A1	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A3	COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.23 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A2	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A3	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A5	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A1	COBRE-COBRE Longitud: 3.15 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.06 m/s Pérdida presión: 0.42 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N13 -> A7	COBRE-COBRE Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A8	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A8	COBRE-COBRE Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A9	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> A9	COBRE-COBRE Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> N13	COBRE-COBRE Longitud: 2.25 m	Caudal: 1.35 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A11 -> A10	COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A11	COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m	Caudal: 1.35 l/s Caudal bruto: 1.65 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A13	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A13	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A14	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A14	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N9 -> A15	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N21	COBRE-COBRE Longitud: 0.30 m	Caudal: 1.89 l/s Caudal bruto: 8.45 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N21	COBRE-COBRE Longitud: 1.07 m	Caudal: 1.89 l/s Caudal bruto: 8.45 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N22	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.48 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N22	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.11 m	Caudal: 0.48 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Planta baja</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N13 -> N16	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.40 l/s  Caudal bruto: 0.50 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A4	COBRE-COBRE  Longitud: 1.05 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N7	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 4.43 m	Caudal: 0.40 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N5	COBRE-COBRE  Longitud: 6.52 m	Caudal: 4.70 l/s  Caudal bruto: 38.50 l/s  Velocidad: 1.16 m/s  Pérdida presión: 0.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N9	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 3.03 m	Caudal: 0.78 l/s  Caudal bruto: 4.20 l/s  Velocidad: 0.97 m/s  Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N12	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 3.26 m	Caudal: 0.78 l/s  Caudal bruto: 4.20 l/s  Velocidad: 0.97 m/s  Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N10 -> N12	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 2.99 m	Caudal: 0.78 l/s  Caudal bruto: 4.20 l/s  Velocidad: 0.97 m/s  Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N12	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.78 l/s  Caudal bruto: 4.20 l/s  Velocidad: 0.97 m/s  Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A5	COBRE-COBRE  Longitud: 3.99 m	Caudal: 1.25 l/s  Caudal bruto: 1.65 l/s  Velocidad: 1.05 m/s  Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A1	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A1	COBRE-COBRE  Longitud: 0.90 m	Caudal: 1.25 l/s  Caudal bruto: 1.75 l/s  Velocidad: 1.05 m/s  Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A2	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N7 -> A3	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A3	COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A4	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> N6	COBRE-COBRE Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.78 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 0.33 m	Caudal: 4.70 l/s Caudal bruto: 38.50 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 0.24 m	Caudal: 4.70 l/s Caudal bruto: 38.50 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N2 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 3.55 m	Caudal: 4.70 l/s Caudal bruto: 38.50 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N10	COBRE-COBRE Longitud: 0.92 m	Caudal: 4.70 l/s Caudal bruto: 38.50 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	COBRE-COBRE Longitud: 22.00 m	Caudal: 4.65 l/s Caudal bruto: 36.65 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	COBRE-COBRE Longitud: 0.40 m	Caudal: 4.65 l/s Caudal bruto: 36.65 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A2	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.85 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A2	COBRE-COBRE Longitud: 0.24 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.85 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N9 -> N4	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 22.00 m	Caudal: 0.72 l/s  Caudal bruto: 3.60 l/s  Velocidad: 0.90 m/s  Pérdida presión: 0.82 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N4	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.41 m	Caudal: 0.72 l/s  Caudal bruto: 3.60 l/s  Velocidad: 0.90 m/s  Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N13	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.40 l/s  Caudal bruto: 0.60 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N13	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.40 l/s  Caudal bruto: 0.60 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Sótano</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2 -> A3	COBRE-COBRE  Longitud: 1.70 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N13 -> A2	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.14 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A3	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N4	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.36 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.36 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> A10	COBRE-COBRE  Longitud: 2.55 m	Caudal: 0.40 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N17	COBRE-COBRE  Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.40 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N32	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 2.45 m	Caudal: 0.40 l/s  Velocidad: 0.78 m/s  Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N17 -> A9	COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N31	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.60 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.78 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> N30	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.60 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> A7	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> N29	COBRE-COBRE Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A8	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N17 -> A8	COBRE-COBRE Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A9	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A10	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> A11	COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A11	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A14	COBRE-COBRE Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N24 -> A14	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.24 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A15	COBRE-COBRE  Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> A15	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> A16	COBRE-COBRE  Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A16	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s  Velocidad: 1.18 m/s  Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A2	COBRE-COBRE  Longitud: 0.55 m	Caudal: 0.30 l/s  Velocidad: 0.95 m/s  Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A4 -> A7	COBRE-COBRE Longitud: 2.60 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A4	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 2.15 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A5	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 1.39 l/s Caudal bruto: 3.40 l/s Velocidad: 1.16 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A13	COBRE-COBRE Longitud: 2.90 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.84 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> A21	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A20	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N27 -> A22	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> A23	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> A24	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A25 -> A26	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.50 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26 -> A27	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> A18	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.50 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A18 -> A19	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A28 -> A29	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 2.65 l/s Caudal bruto: 3.75 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29 -> A30	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.50 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30 -> A31	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32 -> A39	COBRE-COBRE Longitud: 4.46 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.60 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33 -> A32	COBRE-COBRE Longitud: 0.55 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.75 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A34 -> A33	COBRE-COBRE Longitud: 0.60 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.90 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35 -> A34	COBRE-COBRE Longitud: 0.55 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 6.05 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A36 -> A28	COBRE-COBRE Longitud: 0.80 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.00 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A37 -> A36	COBRE-COBRE Longitud: 0.55 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.15 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38 -> A37	COBRE-COBRE Longitud: 0.55 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.30 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39 -> A38	COBRE-COBRE Longitud: 0.60 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.45 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A41 -> A40	COBRE-COBRE Longitud: 1.20 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 6.30 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A41	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40 -> A35	COBRE-COBRE Longitud: 1.85 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 6.20 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A40	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.34 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N5	COBRE-COBRE Longitud: 0.13 m	Caudal: 1.96 l/s Caudal bruto: 6.20 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N5	COBRE-COBRE Longitud: 28.47 m	Caudal: 1.96 l/s Caudal bruto: 6.20 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.82 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N1 -> N8	COBRE-COBRE Longitud: 27.24 m	Caudal: 4.26 l/s Caudal bruto: 30.45 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.54 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N6	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N6	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 28.42 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 1.58 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N10	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 27.24 m	Caudal: 0.57 l/s Caudal bruto: 2.40 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 1.98 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> A1	COBRE-COBRE Longitud: 0.20 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N3	COBRE-COBRE Longitud: 2.18 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N5 -> N3	COBRE-COBRE Longitud: 1.56 m	Caudal: 1.25 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A6	COBRE-COBRE Longitud: 2.05 m	Caudal: 1.76 l/s Caudal bruto: 4.65 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A6	COBRE-COBRE Longitud: 0.25 m	Caudal: 1.76 l/s Caudal bruto: 4.65 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N13	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 2.22 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N13	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 2.61 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.95 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N33	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 2.09 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N6 -> N33	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 4.45 m	Caudal: 0.46 l/s  Caudal bruto: 0.90 l/s  Velocidad: 0.90 m/s  Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A41	COBRE-COBRE  Longitud: 9.28 m	Caudal: 2.89 l/s  Caudal bruto: 6.40 l/s  Velocidad: 1.02 m/s  Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A41	COBRE-COBRE  Longitud: 0.89 m	Caudal: 2.89 l/s  Caudal bruto: 6.40 l/s  Velocidad: 1.02 m/s  Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N14	COBRE-COBRE  Longitud: 4.47 m	Caudal: 3.90 l/s  Caudal bruto: 14.25 l/s  Velocidad: 0.96 m/s  Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N20	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 9.11 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 1.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N20	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.76 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N9 -> N16	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 4.47 m	Caudal: 0.29 l/s  Caudal bruto: 0.50 l/s  Velocidad: 0.92 m/s  Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A42	COBRE-COBRE  Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A42	COBRE-COBRE  Longitud: 1.50 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.18 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N11	COBRE-COBRE  Longitud: 1.27 m	Caudal: 3.90 l/s  Caudal bruto: 14.05 l/s  Velocidad: 0.96 m/s  Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N11	COBRE-COBRE  Longitud: 4.73 m	Caudal: 3.90 l/s  Caudal bruto: 14.05 l/s  Velocidad: 0.96 m/s  Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N25	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.24 m	Caudal: 0.21 l/s  Caudal bruto: 0.30 l/s  Velocidad: 1.06 m/s  Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N16 -> N25	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 13.02 m	Caudal: 0.21 l/s  Caudal bruto: 0.30 l/s  Velocidad: 1.06 m/s  Pérdida presión: 1.59 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A42	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 0.47 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A42	Agua caliente, COBRE-COBRE  Longitud: 1.88 m	Caudal: 0.20 l/s  Velocidad: 0.99 m/s  Pérdida presión: 0.21 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N12	COBRE-COBRE  Longitud: 0.30 m	Caudal: 3.26 l/s  Caudal bruto: 10.30 l/s  Velocidad: 1.15 m/s  Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A17	COBRE-COBRE  Longitud: 0.35 m	Caudal: 2.65 l/s  Caudal bruto: 3.75 l/s  Velocidad: 0.94 m/s  Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N18	COBRE-COBRE  Longitud: 6.01 m	Caudal: 3.13 l/s  Caudal bruto: 6.55 l/s  Velocidad: 1.11 m/s  Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N12 -> A25	COBRE-COBRE Longitud: 0.35 m	Caudal: 2.65 l/s Caudal bruto: 3.75 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N21	COBRE-COBRE Longitud: 3.64 m	Caudal: 3.13 l/s Caudal bruto: 6.25 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N22	COBRE-COBRE Longitud: 1.65 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.06 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> N23	COBRE-COBRE Longitud: 0.95 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> N19	COBRE-COBRE Longitud: 0.95 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.27 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> N24	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.95 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N21 -> N26	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 2.89 l/s Caudal bruto: 5.00 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N27	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.65 l/s Caudal bruto: 3.75 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> N28	COBRE-COBRE Longitud: 0.90 m	Caudal: 2.50 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N15	COBRE-COBRE Longitud: 0.85 m	Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N7	COBRE-COBRE Longitud: 2.19 m	Caudal: 4.16 l/s Caudal bruto: 29.10 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A12	COBRE-COBRE Longitud: 1.93 m	Caudal: 1.35 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N8 -> A12	COBRE-COBRE Longitud: 1.93 m	Caudal: 1.35 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N9	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 2.19 m	Caudal: 0.56 l/s Caudal bruto: 2.30 l/s Velocidad: 1.08 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A13	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.93 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.51 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A13	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 4.83 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 1.27 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

*Resultados de los nudos*

<b>Grupo: Planta 2</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 12.55 m.c.a.	
N2	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 32.54 m.c.a.	
N4	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 10.60 m.c.a.	
N5	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 29.71 m.c.a.	
N3	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 11.94 m.c.a.	

N6	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.47 m.c.a.	
N8	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.00 m.c.a.	
A1	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 30.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 11.53 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 2.20 m Inodoro con fluxómetro: Sf	Presión: 11.42 m.c.a. Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a. Presión: 13.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m Ducha: Du	Presión: 30.67 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Presión: 31.29 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m Ducha: Du	Presión: 11.31 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Presión: 11.93 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A4	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 29.70 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 30.32 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A4	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 10.71 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 11.32 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A5	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 29.00 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 30.25 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A5	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 10.53 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 11.74 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A6	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 10.51 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 12.62 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

<b>Grupo: Planta 1</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N5	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 30.65 m.c.a.	
N3	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 30.77 m.c.a.	
N4	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 33.65 m.c.a.	
N6	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 33.69 m.c.a.	
N7	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.38 m.c.a.	

N8	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.35 m.c.a.	
N9	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.48 m.c.a.	
N21	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 15.70 m.c.a.	
N22	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 35.87 m.c.a.	
N10	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 15.13 m.c.a.	

N11	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.93 m.c.a.	
N13	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.57 m.c.a.	
N16	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.46 m.c.a.	
N15	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.80 m.c.a.	
N17	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 14.84 m.c.a.	

N18	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.55 m.c.a.	
A1	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 12.69 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a. Presión: 13.90 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 30.74 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 32.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 12.55 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a. Presión: 13.76 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 30.62 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 31.88 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A3	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 12.32 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 13.53 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A3	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 30.41 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 31.67 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A4	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 13.15 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 15.25 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A5	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 13.11 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 15.22 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A6	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 14.52 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.63 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A7	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 33.24 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 34.49 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A7	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 14.55 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 15.77 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A8	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 34.39 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 35.65 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A8	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 14.76 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 15.97 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A9	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 34.48 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 35.74 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A9	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 14.80 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.01 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A10	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 14.68 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.44 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A11	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 14.72 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.48 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A12	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 14.75 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.51 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A13	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Fregadero de cocina: Fr</p>	<p>Presión: 14.36 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.27 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.29 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A13	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Fregadero de cocina: Fr</p>	<p>Presión: 33.68 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.24 m.c.a.</p> <p>Presión: 35.64 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A14	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Fregadero de cocina: Fr</p>	<p>Presión: 14.33 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.27 m.c.a.</p> <p>Presión: 16.26 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A14	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Fregadero de cocina: Fr</p>	<p>Presión: 33.64 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.24 m.c.a.</p> <p>Presión: 35.60 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A15	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.90 m</p> <p>Lavavajillas: Lvd</p>	<p>Presión: 14.44 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.38 m.c.a.</p> <p>Presión: 15.96 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
N1	<p>Con desnivel: 2.70 m</p>	<p>Presión: 15.99 m.c.a.</p>	

N2	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 36.20 m.c.a.	
----	----------------------	-----------------------	--

<b>Grupo: Planta baja</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N13		Presión: 45.15 m.c.a.	
N16		Presión: 45.12 m.c.a.	
N6		Presión: 22.67 m.c.a.	
N7		Presión: 44.95 m.c.a.	
N10		Presión: 23.38 m.c.a.	
N12		Presión: 45.59 m.c.a.	
A1	COBRE-COBRE Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 22.89 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.29 m.c.a. Presión: 21.60 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 45.09 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.26 m.c.a. Presión: 43.83 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A2	<p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.00 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 22.93 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.29 m.c.a.</p> <p>Presión: 21.64 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A2	<p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.00 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 45.13 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.26 m.c.a.</p> <p>Presión: 43.86 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A3	<p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.00 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 44.94 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.22 m.c.a.</p> <p>Presión: 42.73 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A3	<p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.00 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 22.66 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.24 m.c.a.</p> <p>Presión: 20.42 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A4	<p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.00 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 44.84 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.22 m.c.a.</p> <p>Presión: 42.62 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A4	COBRE-COBRE Longitud: 2.00 m Ducha: Du	Presión: 22.54 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a. Presión: 20.30 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	COBRE-COBRE Longitud: 0.50 m Inodoro con fluxómetro: Sf	Presión: 22.72 m.c.a. Caudal: 1.25 l/s Velocidad: 1.05 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Presión: 22.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1		Presión: 22.45 m.c.a.	
N2		NUDO ACOMETIDA	
N4		Presión: 44.37 m.c.a.	
N5		Presión: 23.22 m.c.a.	
N9		Presión: 45.46 m.c.a.	
N8		Presión: 21.84 m.c.a.	
N11		Presión: 42.20 m.c.a.	

<b>Grupo: Sótano</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m	Presión: 21.20 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

A2	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE	Presión: 42.19 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m	Presión: 20.71 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE	Presión: 41.74 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones
N13	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.20 m.c.a.	
N29	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.11 m.c.a.	
N30	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.22 m.c.a.	
N32	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.13 m.c.a.	
N17	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.08 m.c.a.	
N31	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.20 m.c.a.	
N33	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.25 m.c.a.	
A7	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 42.22 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 43.48 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 21.13 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a. Presión: 22.34 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A8	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 42.19 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 42.81 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A8	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 21.07 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 21.69 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A9	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 42.10 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 42.72 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A9	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 20.98 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 21.60 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A10	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 0.70 m</p> <p>Ducha: Du</p>	<p>Presión: 42.12 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.20 l/s</p> <p>Velocidad: 0.99 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.08 m.c.a.</p> <p>Presión: 42.74 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A10	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m Ducha: Du	Presión: 21.00 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Presión: 21.61 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m Ducha: Du	Presión: 42.03 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Presión: 42.65 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 0.70 m Ducha: Du	Presión: 20.90 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Presión: 21.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 20.92 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a. Presión: 22.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 40.65 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 41.90 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A14	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 20.88 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 22.09 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A14	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 39.78 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 41.03 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A15	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 21.16 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 22.37 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A15	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 40.03 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 41.28 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A16	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 21.27 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 22.48 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A16	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>Agua caliente, COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 40.13 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.45 m.c.a.</p> <p>Presión: 41.39 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A1	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.25 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.35 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A4	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.28 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.38 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A5	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.31 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.42 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A6	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.36 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.47 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A12	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.75 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.86 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A21	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.38 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.49 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A20	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.35 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.45 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A22	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.40 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.51 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A23	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.42 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.52 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A24	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.44 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.54 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A25	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.71 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.81 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A26	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.69 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.80 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A27	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.65 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.76 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>
A17	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.72 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.82 m.c.a.</p>	<p>Se cumplen todas las comprobaciones</p>

A18	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.70 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.81 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A19	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.66 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.77 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A28	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.38 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.48 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A29	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.36 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.47 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A30	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.34 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.45 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones

A31	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Inodoro con fluxómetro: Sf</p>	<p>Presión: 21.31 m.c.a.</p> <p>Caudal: 1.25 l/s</p> <p>Velocidad: 1.05 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.09 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.41 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A32	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.54 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.30 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A33	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.56 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.32 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A34	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.57 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.33 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A35	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.59 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.34 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones

A36	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.40 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.16 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A37	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.41 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.17 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A38	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.42 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.18 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A39	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 2.20 m</p> <p>Urinario con grifo temporizado: Ugt</p>	<p>Presión: 21.44 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.15 l/s</p> <p>Velocidad: 1.13 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.44 m.c.a.</p> <p>Presión: 23.20 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones
A41	<p>Con desnivel: 2.70 m</p> <p>COBRE-COBRE</p> <p>Longitud: 1.70 m</p> <p>Lavabo: Lv</p>	<p>Presión: 21.66 m.c.a.</p> <p>Caudal: 0.10 l/s</p> <p>Velocidad: 1.18 m/s</p> <p>Pérdida presión: 0.49 m.c.a.</p> <p>Presión: 22.87 m.c.a.</p>	Se cumplen todas las comprobaciones

A41	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 41.16 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 42.42 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 21.63 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a. Presión: 22.84 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 40.85 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Presión: 42.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42	Con desnivel: 2.70 m COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavadero: Ld	Presión: 21.59 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.21 m.c.a. Presión: 23.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, COBRE-COBRE Longitud: 1.70 m Lavadero: Ld	Presión: 41.70 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.99 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a. Presión: 43.21 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 22.74 m.c.a.	

N2	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 44.66 m.c.a.	
N3	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.25 m.c.a.	
N4	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 41.85 m.c.a.	
N5	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.66 m.c.a.	
N6	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.82 m.c.a.	
N7	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 22.15 m.c.a.	
N9	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.52 m.c.a.	
N14	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 22.08 m.c.a.	
N15	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.36 m.c.a.	
N16	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.20 m.c.a.	
N11	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.72 m.c.a.	
N12	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.72 m.c.a.	
N18	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.55 m.c.a.	
N19	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 20.94 m.c.a.	
N22	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.33 m.c.a.	
N23	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.21 m.c.a.	
N24	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 40.10 m.c.a.	
N25	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 40.21 m.c.a.	
N21	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.45 m.c.a.	
N26	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.43 m.c.a.	
N27	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.41 m.c.a.	
N28	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 21.39 m.c.a.	
N8	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 22.19 m.c.a.	

N10	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 42.68 m.c.a.	
N20	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 41.19 m.c.a.	

## 7.- ELEMENTOS

<b>Grupo: Planta 2</b>		
Referencia	Descripción	Resultados
N3 -> A4, (20.45, 1.28), 17.22 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 11.09 m.c.a. Presión de salida: 10.84
N3 -> A1, (20.40, 14.83), 0.88 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 11.89 m.c.a. Presión de salida: 11.64
N6 -> N5, (20.55, 1.29), 17.31 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 30.15 m.c.a. Presión de salida: 29.90
N6 -> N8, (20.50, 14.91), 0.86 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 31.40 m.c.a. Presión de salida: 31.15

<b>Grupo: Planta 1</b>		
Referencia	Descripción	Resultados
N4 -> N3, (24.05, -0.40), 14.00 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 31.93 m.c.a. Presión de salida: 31.68
N8 -> A4, (23.97, -0.50), 14.28 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 13.60 m.c.a. Presión de salida: 13.35
N21 -> N10, (23.55, 19.30), 0.25 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 15.69 m.c.a. Presión de salida: 15.44

N22 -> N11, (23.62, 19.40), 0.22 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 35.85 m.c.a. Presión de salida: 35.60
N10 -> N9, (24.16, 14.20), 1.14 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 15.07 m.c.a. Presión de salida: 14.82
N10 -> N17, (24.22, 14.80), 0.48 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 15.10 m.c.a. Presión de salida: 14.85
N11 -> N6, (24.24, 14.30), 1.15 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 34.81 m.c.a. Presión de salida: 34.56
N11 -> N18, (24.29, 14.90), 0.51 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 34.86 m.c.a. Presión de salida: 34.61
N1 -> N21, (22.23, 19.30), 0.30 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 15.98 m.c.a. Presión de salida: 15.73
N2 -> N22, (22.29, 19.40), 0.26 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 36.18 m.c.a. Presión de salida: 35.93

<b>Grupo: Planta baja</b>		
Referencia	Descripción	Resultados
N10 -> N12, (-17.69, 1.00), 3.26 m	Grupo de presión con depósito: 25.0 m.c.a.	Presión de entrada: 20.73 m.c.a. Presión de salida: 45.73
N10 -> N12, (-18.02, 1.40), 6.25 m	Pérdida de carga: Calentador 2.50 m.c.a.	Presión de entrada: 23.36 m.c.a. Presión de salida: 20.86
N2 -> N10, (-22.72, 0.90), 0.33 m	Llave general Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.99 m.c.a. Presión de salida: 24.49

N2 -> N10, (-22.48, 0.90), 0.57 m	Contador Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.49 m.c.a.  Presión de salida: 23.99
N2 -> N10, (-18.94, 0.90), 4.11 m	Llave de abonado Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 23.90 m.c.a.  Presión de salida: 23.40
N5 -> N1, (-7.50, 18.90), 22.00 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.70 m.c.a.  Presión de salida: 22.45
N5 -> A2, (-15.11, 3.65), 0.85 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 23.19 m.c.a.  Presión de salida: 22.94
N9 -> N4, (-7.40, 18.99), 22.00 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 44.64 m.c.a.  Presión de salida: 44.39
N9 -> N13, (-15.05, 3.75), 0.90 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 45.42 m.c.a.  Presión de salida: 45.17

<b>Grupo: Sótano</b>		
Referencia	Descripción	Resultados
N1 -> N5, (-7.50, 19.17), 0.13 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.73 m.c.a.  Presión de salida: 22.48
N2 -> N6, (-7.40, 19.21), 0.19 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 44.65 m.c.a.  Presión de salida: 44.40
N5 -> N3, (-20.59, 1.60), 2.18 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 21.57 m.c.a.  Presión de salida: 21.32
N5 -> A6, (-19.00, 0.15), 2.05 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 21.62 m.c.a.  Presión de salida: 21.37

N6 -> N13, (-20.53, 1.70), 2.22 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.65 m.c.a.  Presión de salida: 42.40
N6 -> N33, (-18.95, 0.25), 2.09 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.72 m.c.a.  Presión de salida: 42.47
N7 -> A41, (27.80, 21.51), 9.28 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 21.93 m.c.a.  Presión de salida: 21.68
N9 -> N20, (27.90, 21.44), 9.11 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 41.52 m.c.a.  Presión de salida: 41.27
N14 -> A42, (21.25, 23.55), 0.45 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.02 m.c.a.  Presión de salida: 21.77
N14 -> N11, (21.70, 24.82), 1.27 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.05 m.c.a.  Presión de salida: 21.80
N16 -> N25, (21.80, 24.89), 1.24 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.05 m.c.a.  Presión de salida: 41.80
N16 -> A42, (21.33, 23.65), 0.47 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.15 m.c.a.  Presión de salida: 41.90
N8 -> A12, (19.74, 21.23), 1.93 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.10 m.c.a.  Presión de salida: 21.85
N10 -> A13, (19.84, 21.33), 1.93 m	Pérdida de carga: Llave de paso  0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.17 m.c.a.  Presión de salida: 41.92

## 2.4. Saneamiento

### 2.4.1. Datos de grupos y plantas

Planta	Altura	Cotas	Grupos (Saneamiento)
Cubierta	0.00	9.00	Cubierta
Planta 2	3.00	6.00	Planta 2
Planta 1	3.00	3.00	Planta 1
Planta baja	3.00	0.00	Planta baja
Sótano	3.00	-3.00	Sótano

### 2.4.2. Datos de obra

Edificios de uso público

Intensidad de lluvia: 110.00 mm/h

Distancia máxima entre inodoro y bajante: 1.00 m

Distancia máxima entre bote sifónico y bajante: 2.00 m

### 2.4.3. Biblioteca

- Tubos

Serie: PVC liso	
Descripción: Serie B (UNE-EN)	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	26.0
Ø40	34.0
Ø50	44.0
Ø63	57.0
Ø75	69.0
Ø80	74.0
Ø82	76.0
Ø90	84.0
Ø100	94.0
Ø110	103.6
Ø125	118.6

Ø140	133.6
Ø160	153.6
Ø180	172.8
Ø200	192.2
Ø250	240.2
Ø315	302.6

Serie: PVC	
Descripción: Policloruro de vinilo	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	29.6
Ø40	37.6
Ø50	47.6
Ø75	72.0
Ø90	86.8
Ø110	105.6
Ø125	120.0
Ø140	134.4
Ø160	153.6
Ø200	192.0
Ø250	240.2
Ø315	302.6

- Bajantes

Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V4, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 18.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 18.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

V3, Ventilación primaria	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V6, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 4.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 4.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V7, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 12.00	Se cumplen todas las comprobaciones

			Plantas con acometida: 1	
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 12.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V2, Ventilación primaria	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 11.00  Plantas con acometida: 2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 11.00  Plantas con acometida: 2	Se cumplen todas las comprobaciones
V5, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 20.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones

			Unidades de desagüe: 20.00 Plantas con acometida: 1	
V8, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V9, Ventilación primaria	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø110	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

V10, Ventilación primaria	Planta 1 - Planta 2	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V1, Ventilación primaria	Sótano - Planta baja	PVC-Ø110	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 20.00  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V13, Ventilación primaria	Planta 2 - Cubierta	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.82  Área total de descarga: 58.83 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta 1 - Planta 2	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de	Se cumplen todas las comprobaciones

			desagüe: 3.82 Área total de descarga: 58.83 m2	
	Planta baja - Planta 1	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.82  Área total de descarga: 58.83 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.82  Área total de descarga: 58.83 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
V14, Ventilación primaria	Planta 2 - Cubierta	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.57  Área total de descarga: 54.91 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta 1 - Planta 2	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.57  Área total de descarga: 54.91 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de	Se cumplen todas las comprobaciones

			desagüe: 3.57 Área total de descarga: 54.91 m2	
	Sótano - Planta baja	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.57  Área total de descarga: 54.91 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
V11, Ventilación primaria	Planta 2 - Cubierta	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.61  Área total de descarga: 55.56 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta 1 - Planta 2	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.61  Área total de descarga: 55.56 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.61  Área total de descarga: 55.56 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de	Se cumplen todas las comprobaciones

			desagüe: 3.61 Área total de descarga: 55.56 m <sup>2</sup>	
V12, Ventilación primaria	Planta 2 - Cubierta	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.87  Área total de descarga: 59.53 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta 1 - Planta 2	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.87  Área total de descarga: 59.53 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.87  Área total de descarga: 59.53 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
	Sótano - Planta baja	PVC liso- Ø100	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.87  Área total de descarga: 59.53 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones

-Tramos horizontales

<b>Grupo: Cubierta</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1 -> N3	Ramal, PVC liso- Ø82  Longitud: 1.06 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.8 Uds.  Área total de descarga: 58.83 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> N4	Ramal, PVC liso- Ø82  Longitud: 1.02 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.6 Uds.  Área total de descarga: 54.91 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> N2	Ramal, PVC liso- Ø82  Longitud: 1.47 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.9 Uds.  Área total de descarga: 59.53 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> N1	Ramal, PVC liso- Ø82  Longitud: 1.29 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales  Unidades de desagüe: 3.6 Uds.  Área total de descarga: 55.56 m2	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Planta 2</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1 -> A8	Ramal, PVC-Ø40  Longitud: 0.35 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A2 -> N1	Ramal, PVC- Ø110  Longitud: 0.81 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> A8	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 1.54 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A7	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 0.96 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> A5	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 0.71 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> N4	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 1.10 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 2	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> N3	Ramal, PVC- Ø110  Longitud: 0.91 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A8 -> N2	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 0.80 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 5.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Planta 1</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1 -> A2	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> N6	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.72 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> A18	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.07 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A18	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.66 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A16	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.88 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A16	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.65 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> A16	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.96 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A8 -> N2	Ramal, PVC- Ø110  Longitud: 0.58 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A9 -> N2	Ramal, PVC- Ø110  Longitud: 0.74 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> A17	Ramal, PVC-Ø40  Longitud: 1.41 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11 -> A17	Ramal, PVC-Ø40  Longitud: 0.63 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A17	Ramal, PVC-Ø40  Longitud: 0.87 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13 -> N3	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 3.12 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 6.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A14 -> N3	Ramal, PVC-Ø50  Longitud: 2.50 m  Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 6.0 Uds.  Descarga a bajante  Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

A15 -> N3	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 2.06 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.89 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A16 -> N8	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.42 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 2	Se cumplen todas las comprobaciones
A18 -> N5	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.28 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Planta baja</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1 -> A6	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.31 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A6	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A3 -> N11	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A6	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.45 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A6	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.82 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> N11	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.52 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

<b>Grupo: Sótano</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A43 -> A2	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.20 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A49	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 3.55 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> A5	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A43	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.58 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A8 -> A48	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.97 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9 -> A48	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.97 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> A48	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.98 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11 -> A48	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.01 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A47	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A47 -> A13	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.89 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13 -> A50	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 4.05 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 14.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15 -> N7	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 2.58 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 60.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16 -> A15	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> A18	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18 -> A15	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.65 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 30.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19 -> A17	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A20 -> A16	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A21 -> A25	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.64 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A24 -> N8	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.30 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 50.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A28 -> A46	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29 -> A53	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.60 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30 -> A53	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.60 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A31 -> A45	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.99 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32 -> A45	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.56 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33 -> A45	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.58 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A34 -> A45	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.96 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35 -> A52	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.97 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A36 -> A52	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.60 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A37 -> A52	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.67 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38 -> A52	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.04 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39 -> A40	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40 -> A41	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A41 -> A42	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 30.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42 -> N4	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 3.81 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 40.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A44 -> A3	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.68 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14 -> A47	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.31 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A48 -> A49	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 6.24 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A50 -> N11	Colector, PVC-Ø125 Longitud: 3.60 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 218.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A45 -> N6	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.46 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A52 -> N6	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 2.68 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A53 -> N5	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.96 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A50	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 7.72 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 60.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N4	Ramal, PVC-Ø90 Longitud: 2.61 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N5	Ramal, PVC-Ø90 Longitud: 3.65 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 16.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22 -> A25	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.57 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23 -> A25	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.41 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A25 -> N7	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.95 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N8	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 2.25 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 66.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26 -> A24	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 40.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A27 -> A26	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.90 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 30.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A46 -> A27	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A50	Ramal, PVC-Ø125 Longitud: 2.93 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 116.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A49 -> N14	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 1.37 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 59.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A54 -> N10	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 14.15	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 18.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A56 -> N13	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 2.54 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A57 -> N11	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 2.70 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A58 -> A50	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 2.53 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N2	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 10.40	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 222.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A61 -> A50	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 3.32 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 11.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A59 -> N12	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 5.57 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A60 -> N12	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 0.95 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N3	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 9.13 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 26.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A55 -> N13	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 1.12 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A51 -> A50	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 1.24 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

N13 -> N1	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 9.11 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N9	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 26.83	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 79.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A62 -> N14	Colector, PVC- Ø125 Longitud: 4.23 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A64 -> N19	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.42 m Pendiente: 2.0%	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.8 Uds. Área total de descarga: 58.83 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
A63 -> N17	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.03 m Pendiente: 2.0%	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.6 Uds. Área total de descarga: 54.91 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N19	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 11.47 m	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.6 Uds. Área total de descarga: 54.91 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> N18	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 4.19 m Pendiente: 2.0%	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 7.4 Uds. Área total de descarga: 113.74 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
A65 -> N20	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 2.74 m Pendiente: 2.0%	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.6 Uds. Área total de descarga: 55.56 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
A66 -> N22	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 3.48 m Pendiente: 2.0%	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.9 Uds. Área total de descarga: 59.53 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N22	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 11.35 m	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.6 Uds. Área total de descarga: 55.56 m <sup>2</sup>	Se cumplen todas las comprobaciones

N22 -> N21	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 3.70 m	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 7.5 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A43	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.62 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A6	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.85 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 22.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A49	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 2.15 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 32.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> A44	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.50 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

- Nudos

Grupo: Cubierta		
Referencia	Descripción	Resultados
N3		Red de aguas pluviales
N4		Red de aguas pluviales
A1	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
A2	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
A3	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
A4	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds.

		Red de aguas pluviales
N1		Red de aguas pluviales
N2		Red de aguas pluviales

<b>Grupo: Planta 2</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1	Ramal, PVC- Ø40  Longitud: 1.00 m  Lavabo: Lv	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 0.81 m	
A3	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A4	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A5	Ramal, PVC- Ø40  Longitud: 1.00 m  Lavabo: Lv	Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 1.10 m  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds.  Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 0.91 m	

A7	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A8	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas fecales	
N4		Red de aguas fecales	
N1		Red de aguas fecales	
N3		Red de aguas fecales	
N7		Red de aguas pluviales	
N8		Red de aguas pluviales	
N5		Red de aguas pluviales	
N6		Red de aguas pluviales	

<b>Grupo: Planta 1</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A3	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Ramal, PVC-Ø40	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las

	Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	comprobaciones
A5	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 0.58 m	
A9	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 0.74 m	
A10	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

	Lavabo: Lv		
A12	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.50 m Lavavajillas: Lp	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N3		Red de aguas fecales	
A16	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A18	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N4		Red de aguas fecales	
N5		Red de aguas fecales	
N6		Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas fecales	
N8		Red de aguas fecales	

N1		Red de aguas fecales	
N7		Red de aguas fecales	
N9		Red de aguas fecales	
N12		Red de aguas pluviales	
N13		Red de aguas pluviales	
N10		Red de aguas pluviales	
N11		Red de aguas pluviales	

<b>Grupo: Planta baja</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales  Distancia a la bajante: 0.57 m	
A4	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.  Red de aguas fecales	

A5	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds. Red de aguas fecales	
A6	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N1		Red de aguas fecales	
N5		Red de aguas fecales	
N6		Red de aguas fecales	
N7		Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas fecales	
N3		Red de aguas fecales	
N8		Red de aguas fecales	
N9		Red de aguas fecales	
N10		Red de aguas fecales	
N11		Red de aguas fecales	
N13		Red de aguas pluviales	
N14		Red de aguas pluviales	
N4		Red de aguas pluviales	
N12		Red de aguas pluviales	

<b>Grupo: Sótano</b>			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2	Inodoro con fluxómetro: If	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	

A3	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	
A4	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A8	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A9	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A10	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A11	Ducha: Du	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A12	Ramal, PVC-Ø40  Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales  Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A15	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A16	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A17	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A18	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A19	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	
A20	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.  Red de aguas fecales	

A21	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A24	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A28	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A29	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A31	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A34	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A36	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A37	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A40	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A41	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A42	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A43	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A44	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A14	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A47	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A48	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A50	Arqueta	Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas fecales	
A45	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A52	Bote sifónico	Red de aguas fecales	

A53	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N4		Red de aguas fecales	
N5		Red de aguas fecales	
N6		Red de aguas fecales	
A25	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N7		Red de aguas fecales	
A26	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	
A27	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	
A46	Inodoro con	Unidades de desagüe: 10.0	
N8		Red de aguas fecales	
A49	Arqueta	Red de aguas fecales	
N9		Red de aguas fecales	
A54	Arqueta	Red de aguas fecales	
N10		Red de aguas fecales	
A56	Arqueta	Red de aguas fecales	
N1		Red de aguas fecales	
A57	Arqueta	Red de aguas fecales	
A58	Arqueta	Red de aguas fecales	
N11		Red de aguas fecales	
A61	Arqueta	Red de aguas fecales	
A59	Arqueta	Red de aguas fecales	
A60	Arqueta	Red de aguas fecales	
N3		Red de aguas fecales	
N12		Red de aguas fecales	
A55	Arqueta	Red de aguas fecales	
A51	Arqueta	Red de aguas fecales	
N13		Red de aguas fecales	
N14		Red de aguas fecales	
A62	Arqueta	Red de aguas fecales	
A64	Pozo de registro	Red de aguas pluviales	
A63	Pozo de registro	Red de aguas pluviales	

N17		Red de aguas pluviales	
N18		Red de aguas pluviales	
N19		Red de aguas pluviales	
A65	Pozo de registro	Red de aguas pluviales	
A66	Pozo de registro	Red de aguas pluviales	
N20		Red de aguas pluviales	
N21		Red de aguas pluviales	
N22		Red de aguas pluviales	
A1	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A6	Inodoro con fluxómetro: lf	Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Red de aguas fecales	
A7	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

## 2.5. Ventilación

### 2.5.1. Datos del edificio

Uso del edificio: Administrativo y de oficinas

Altitud geográfica: 700 m.

#### - SUBSISTEMA WC PLANTA SOTANO

##### CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Caudal de aspiración y descarga:	1.656,0 m <sup>3</sup> /h.
Presión estática necesaria:	14,46 mmca.
Presión total necesaria:	6,49 mmca.
Temperatura del aire en los conductos:	20,0 °C.
Velocidad de descarga:	5,75 m/s.

#### - SUBSISTEMA CAMERINOS PLANTA SOTANO

##### CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Caudal de aspiración y descarga:	14.330,0 m <sup>3</sup> /h.
Presión estática necesaria:	20,24 mmca.
Presión total necesaria: 2	4,09 mmca.
Temperatura del aire en los conductos:	20,0 °C.
Velocidad de descarga:	7,92 m/s.

#### - SUBSISTEMA CAMERINOS PLANTA BAJA

##### CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Caudal de aspiración y descarga:	14.330,0 m <sup>3</sup> /h.
Presión estática necesaria:	20,24 mmca.
Presión total necesaria:	4,09 mmca.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.  
Velocidad de descarga: 7,92 m/s.

- SUBSISTEMA WC PLANTA PRIMERA

CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Caudal de aspiración y descarga: 54,0 m<sup>3</sup>/h.  
Presión estática necesaria: 0,57 mmca.  
Presión total necesaria: 0,79 mmca.  
Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.  
Velocidad de descarga: 1,91 m/s.

- SUBSISTEMA WC PLANTA SEGUNDA

CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Caudal de aspiración y descarga: 44,4 m<sup>3</sup>/h.  
Presión estática necesaria: 1,01 mmca.  
Presión total necesaria: 1,16 mmca.  
Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.  
Velocidad de descarga: 1,57 m/s.

*2.5.2. Métodos de cálculo*

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado fueron las expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK. FUNDAMENTALS 1997 editado por el American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. de donde reproducimos las más importantes:

A. Pérdidas de presión por fricción:

$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Y utilizando la ecuación de Blasius se obtiene la ecuación por el aire húmedo:

$$f = 0,173 \cdot \alpha \cdot \text{Re}^{-0.18} \cdot Dh^{-0.04}$$

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Esta ecuación se válida para temperaturas comprendidas entre 15° y 40°, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1000 m. y humedad relativa compresas entre 0% y 90.

Siendo:

Pf: Pérdidas de presión por fricción en Pa.

f: Factor de fricción (adimensional).

$\alpha$  : Rugosidad absoluta del material en mm.

Dh: Diámetro hidráulico en m.

v: Velocidad en m/s.

Re: Numero de Reynolds (adimensional).

L: Longitud total en m.

$\rho$  : Factor que depende del material utilizado (adimensional).

B. Pérdidas de presión por singularidades:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Siendo:

Ps: Pérdidas de presión por singularidades en Pa.

Co: coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).

v: Velocidad en m/s.

$\rho$  : Densidad del aire húmedo kg/m<sup>3</sup>.

Los coeficientes Co de pérdida de carga dinámica están tabulados por los diferentes tipos de accesorios utilizados habitualmente en las redes de conductos.

### C. Métodos de dimensionado:

El circuito de impulsión se ha calculado usando el método de Rozamiento constante. Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado el método de velocidad constante Rozamiento constante.

### D. Método de Fricción Constante

Consiste a calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por lo tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de resistencia mayor y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

## 2.5.3. Dimensiones seleccionadas

### - Conductos de impulsión

La red de conductos de impulsión consta de 6 conductas y 4 bocas de distribución. Los resultados detallados tramo en tramo se exponen en los anexas de cálculo incluidos en esta memoria. A continuación se detallan los resultados más importantes:

- Caudal de impulsión 1.656,0 m<sup>3</sup>/h.

Pérdida de carga en el conducto principal: 0,15 mmca/m.

La pérdida mayor de carga se produce en la boca Boca [6] y llega al valor 12,18 mmca.

La menor pérdida de carga se produce en la boca Boca [8] y llega al valor 2,44 mmca.

A la máxima velocidad se llega en el conducto Conducto [4-5] y tiene el valor 5,908 m/s.

A la mínima velocidad se llega en el conducto Conducto [4-8] y tiene el valor 1,273 m/s.

### Conductos de retorno

La red de conductas de retorno consta de 1 conducto y 1 boca de distribución. Los resultados detallados tramo en tramo se exponen en los anexo de cálculo incluidos en esta memoria. A continuación se detallan los resultados más importantes:

Caudal de retorno 1.656,0 m<sup>3</sup>/h.

Pérdida de carga en el conducto principal 0,15 mmca/m.

La pérdida mayor de carga se produce en la boca Boca retorno [2] y llega al valor 4,31 mmca mm.c.a.

La menor pérdida de carga se produce en la boca Boca retorno| [2] y llega al valor 4,31 mmca mm.c.a.

A la máxima velocidad se llega en el conducto Conducto [1-2] y tiene el valor 5,750 m/s.

A la mínima velocidad se llega en el conducto Conducto [1-2] y tiene el valor 5,750 m/s.

Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado el método de velocidad constante Rozamiento constante.

#### - Método de Fricción Constante

Consiste a calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por lo tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de resistencia mayor y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

### 2.5.4. Cálculo de los conductos

#### SUBSISTEMA WC PLANTA SOTANO

IMPULSION Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca [6]	9"	936,0	936,0	44,7	0,052	5,15	0,41	6,63	0,00	0,01	12,18
Boca [7]	6"	108,0	108,0	11,0	0,023	1,32	0,35	0,44	7,30	0,02	12,18

Boca [8]	6"	36,0	36,0	3,7	0,023	0,44	0,04	0,05	9,74	0,00	12,18
Boca [3]	9"	576,0	576,0	27,5	0,052	3,17	0,71	2,51	8,67	0,01	12,18

RETORNO Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca retorno [2]	450x250	1.656,0	1.656,0	40,2	0,112	5,36	0,54	3,56	0,00	0,01	4,31

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

#### CALCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPULSIÓN Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m³/h)	Velc. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-3]	400x200	0,080	304	1,91	0,00	1.656,0	5,75	0,00	0,28	0,28	11,90
Conducto [3-4]	250x250	0,062	273	3,81	1,38	1.080,0	4,80	0,16	0,43	0,59	11,31
Conducto [4-5]	ø 250	0,049	250	9,40	1,01	1.044,0	5,91	0,17	1,56	1,73	9,58
Conducto [5-6]	ø 250	0,049	250	2,80	15,71	936,0	5,30	2,14	0,38	2,53	7,05
Conducto [5-7]	ø 100	0,008	100	3,68	2,67	108,0	3,82	0,61	0,85	1,46	8,12
Conducto [4-8]	ø 100	0,008	100	3,00	44,49	36,0	1,27	1,39	0,09	1,48	9,83

RETORN Tramo	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m³/h)	Velc. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-2]	400x200	0,080	304	1,30	0,00	1.656,0	5,75	0,00	0,19	0,19	4,12

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

### SUBSISTEMA CAMERINOS PLANTA SOTANO

IMPUL. Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca impulsion [14]	900x600	14.330,0	14.330,0	122,9	0,540	9,66	9,64	9,51	0,00	0,07	19,85

RETORN. Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca [2]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	0,63	0,88	2,67	0,00	4,24
Boca [3]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	0,51	0,88	3,32	0,00	4,24
Boca [4]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	0,40	0,88	3,84	0,00	4,24
Boca [5]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	-1,53	0,88	4,24	0,00	4,24
Boca [6]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	-1,12	0,88	4,13	0,00	4,24
Boca [7]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	-0,42	0,88	3,64	0,00	4,24
Boca [8]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	0,11	0,88	3,28	0,00	4,24
Boca [9]	600x200	1.433,0	1.433,0	38,2	0,120	4,19	0,23	0,88	2,24	0,00	4,24
Boca [10]	600x200	1.433,0	1.433,1	38,2	0,120	4,19	0,62	0,88	0,66	0,00	4,24
Boca[11]	600x200	1.433,0	1.432,7	38,2	0,120	4,19	0,70	0,88	0,00	0,01	4,24

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

## CALCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPUL. Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Velc. (m/s)	□Ps. (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-12]	ø 800	0,503	800	0,20	0,00	14.330,0	7,92	0,00	0,01	0,01	19,83
Conducto [12-13]	ø 800	0,503	800	5,00	0,00	14.330,0	7,92	0,00	0,34	0,34	19,49
Conducto [13-14]	ø 500	0,196	500	0,42	0,00	14.330,0	20,27	0,00	0,28	0,28	19,21

RETORN. Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Velc. (m/s)	□Ps. (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-2]	ø 800	0,503	800	0,90	0,00	14.330,0	7,92	0,00	0,06	0,06	4,18
Conducto [2-3]	ø 800	0,503	800	1,70	-11,07	12.897,0	7,13	-0,63	0,10	-0,53	4,71
Conducto [3-4]	ø 800	0,503	800	2,10	-11,11	11.463,9	6,34	-0,51	0,10	-0,41	5,12
Conducto [4-5]	ø 630	0,312	630	1,80	11,60	10.030,9	8,94	1,33	0,21	1,53	3,59
Conducto [5-6]	ø 630	0,312	630	1,90	-5,36	8.597,9	7,66	-0,46	0,16	-0,30	3,89
Conducto [6-7]	ø 630	0,312	630	2,10	-5,49	7.164,8	6,38	-0,34	0,13	-0,21	4,10
Conducto [7-8]	ø 630	0,312	630	1,90	-6,01	5.731,8	5,11	-0,25	0,08	-0,17	4,27
Conducto [8-9]	ø 500	0,196	500	2,10	10,11	4.298,8	6,08	0,76	0,16	0,92	3,35
Conducto [9-10]	ø 400	0,126	400	2,10	9,07	2.865,8	6,33	0,97	0,22	1,19	2,16
Conducto [10-11]	ø 300	0,071	300	2,10	2,56	1.432,7	5,63	0,31	0,26	0,57	1,59

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema

**SUBSISTEMA CAMERINOS PLANTA BAJA**

IMPUL. Ref.	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca impulsion [2]	6"	54,0	54,0	9,7	0,018	1,78	0,08	0,23	0,00	0,01	0,58

RETORN Ref.	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Madel LMT [3]	200x150	27,0	27,0	10,8	0,031	0,24	0,05	0,09	0,03	0,00	0,21
Madel LMT [4]	200x150	27,0	27,0	10,8	0,031	0,24	0,05	0,09	0,00	0,00	0,21

Q Nom.: Cabal nominal;  
 Q real: Cabal real;  
 Nivell s.: Nivell sonor;  
 S Ent.: Secció a l'entrada;  
 V Sal.: Velocitat a la sortida;  
 Δ Ps: Pèrdua de pressió en transformacions de connexió;  
 Δ Pb: Pèrdua de pressió a la boca;  
 Δ Pc: Pèrdua de pressió al conducte de connexió;  
 Δ Pe.: Pèrdua de pressió necessària per a l'equilibrat del sistema;  
 Δ Pv: Pressió total necessària des del ventilador.

**CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS**

IMPUL. Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Àrea (m <sup>2</sup> )	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Velc. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-2]	ø 100	0,008	100	4,00	0,00	54,0	1,91	0,00	0,26	0,26	0,32

RETORN. Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Àrea (m <sup>2</sup> )	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Velc. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-3]	ø 100	0,008	100	0,60	0,00	54,0	1,91	0,00	0,04	0,04	0,17
Conducto [3-4]	ø 100	0,008	100	0,50	1,33	27,0	0,95	0,02	0,01	0,03	0,14

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

### SUBSISTEMA WC PLANTA PRIMERA

IMPUL. Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca impulsion [5]	6"	44,4	44,4	8,0	0,018	1,47	0,06	0,16	0,00	0,00	0,90

RETORN Ref.	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
WC Minus [3]	200x150	24,9	24,9	10,0	0,031	0,22	0,04	0,07	0,00	0,00	0,26
Boca [4]	200x150	19,5	19,5	7,8	0,031	0,17	0,03	0,04	0,12	0,00	0,26

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

### CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPUL. Tramo	Dimensión (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m³/h)	Velc. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-5]	ø 100	0,008	100	14,26	0,76	44,4	1,57	0,03	0,65	0,69	0,22

RETORN. Tramo	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Àrea (m <sup>2</sup> )	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Velc. (m/s)	□Ps. (mmca)	□Pf. (mmca)	□Pt (mmca)	Pt. final (mmca)
Conducto [1-2]	ø 100	0,008	100	0,30	0,00	44,4	1,57	0,00	0,01	0,01	0,25
Conducto [2-3]	ø 100	0,008	100	0,90	7,40	24,9	0,88	0,12	0,01	0,13	0,12
Conducto [2-4]	ø 100	0,008	100	0,90	5,06	19,5	0,69	0,05	0,01	0,06	0,19

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

### SUBSISTEMA WC PLANTA SEGUNDA

IMPUL. Ref.	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
Boca impulsion [5]	6"	44,4	44,4	8,0	0,018	1,47	0,06	0,16	0,00	0,00	0,90

RETORN. Ref.	Dimensió (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivell s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	□Ps (mmca)	□Pb (mmca)	□Pe (mmca)	□Pc (mmca)	□Pv (mmca)
WC Minus [3]	200x150	24,9	24,9	10,0	0,031	0,22	0,04	0,07	0,00	0,00	0,26
Boca Abocador [4]	200x150	19,5	19,5	7,8	0,031	0,17	0,03	0,04	0,12	0,00	0,26

Q Nom.: Caudal nominal  
 Q real: Caudal real  
 Nivell s.: Nivel sonoro  
 S Ent.: Sección en la entrada  
 V Sal.: Velocidad de salida  
 Δ Ps: Perdida de presión  
 Δ Pb: Perdida de presión en la boca  
 Δ Pc: Perdida de presión en el conducto entrada  
 Δ Pe.: Perdida de presión por equilibrado de sistema  
 Δ Pv: Presión total necesaria por el ventilador

CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

<b>IMPULSIÓ</b> <b>Tramo</b>	<b>Dimensió</b> <b>(Horz.xVert.)</b> <b>ó Ø (mm)</b>	<b>Àrea</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ø eqv.</b> <b>(mm)</b>	<b>Long</b> <b>(m)</b>	<b>Leqv.</b> <b>(m)</b>	<b>Cabal</b> <b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Velc.</b> <b>(m/s)</b>	<b>□Ps.</b> <b>(mmca)</b>	<b>□Pf.</b> <b>(mmca)</b>	<b>□Pt</b> <b>(mmca)</b>	<b>Pt. final</b> <b>(mmca)</b>
Conducto [1-5]	ø 100	0,008	100	14,26	0,76	44,4	1,57	0,03	0,65	0,69	0,22

<b>RETORN</b> <b>Tramo</b>	<b>Dimensió</b> <b>(Horz.xVert.)</b> <b>ó Ø (mm)</b>	<b>Àrea</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ø eqv.</b> <b>(mm)</b>	<b>Long</b> <b>(m)</b>	<b>Leqv.</b> <b>(m)</b>	<b>Cabal</b> <b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Velc.</b> <b>(m/s)</b>	<b>□Ps.</b> <b>(mmca)</b>	<b>□Pf.</b> <b>(mmca)</b>	<b>□Pt</b> <b>(mmca)</b>	<b>Pt. final</b> <b>(mmca)</b>
Conducto [1-2]	ø 100	0,008	100	0,30	0,00	44,4	1,57	0,00	0,01	0,01	0,25
Conducto [2-3]	ø 100	0,008	100	0,90	7,40	24,9	0,88	0,12	0,01	0,13	0,12
Conducto [2-4]	ø 100	0,008	100	0,90	5,06	19,5	0,69	0,05	0,01	0,06	0,19