

5. MEMORIA ESTRUCTURAL

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ADOPTADA.

5.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA.

5.3. ESTIMACIÓN DE ACCIONES.

5.4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO Y COMBINACIÓN DE ACCIONES.

5.5. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA.

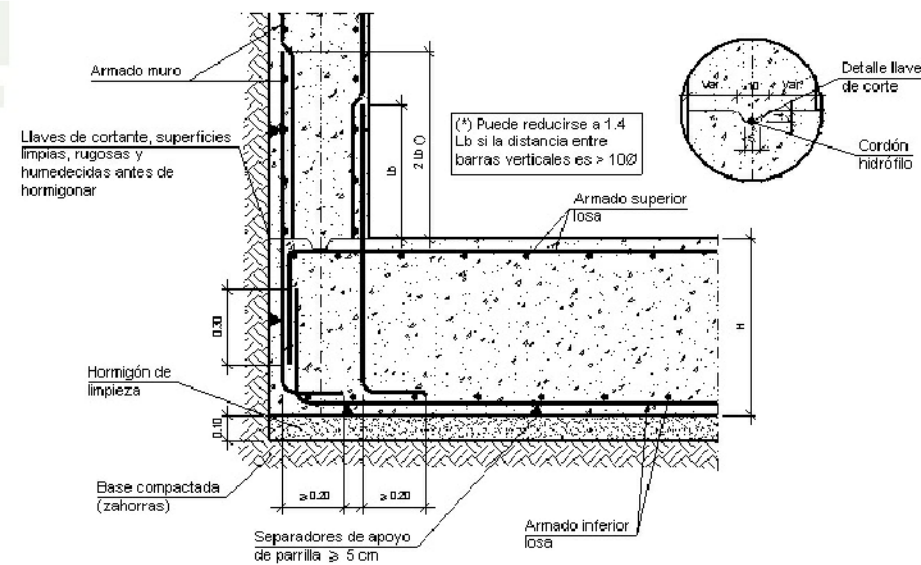
La estructura elegida para la realizaci3n del proyecto es una estructura bidireccional mediante un forjado reticular de casetones recuperables, con un espesor de 50cm (40 +10) y pilares rectangulares de hormig3n armado. En uno de sus l3mites la estructura se resuelve con un muro de hormig3n armado que cierra el edificio en direcci3n sureste, proporcionando as3 mayor rigidez a la estructura.




El edificio se dispone en dos vol3menes unidos entre s3 por la planta s3tano. Debido a la complejidad de la parcela y los l3mites edificables, se opta por una modulaci3n de la estructura diferente en sus dos direcciones para poder amoldarse a los l3mites establecidos. Para absorber la discontinuidad de la medianera , la estructura principal se separa de 3sta mediante un vac3o que sirve para la comunicaci3n vertical del edificio.

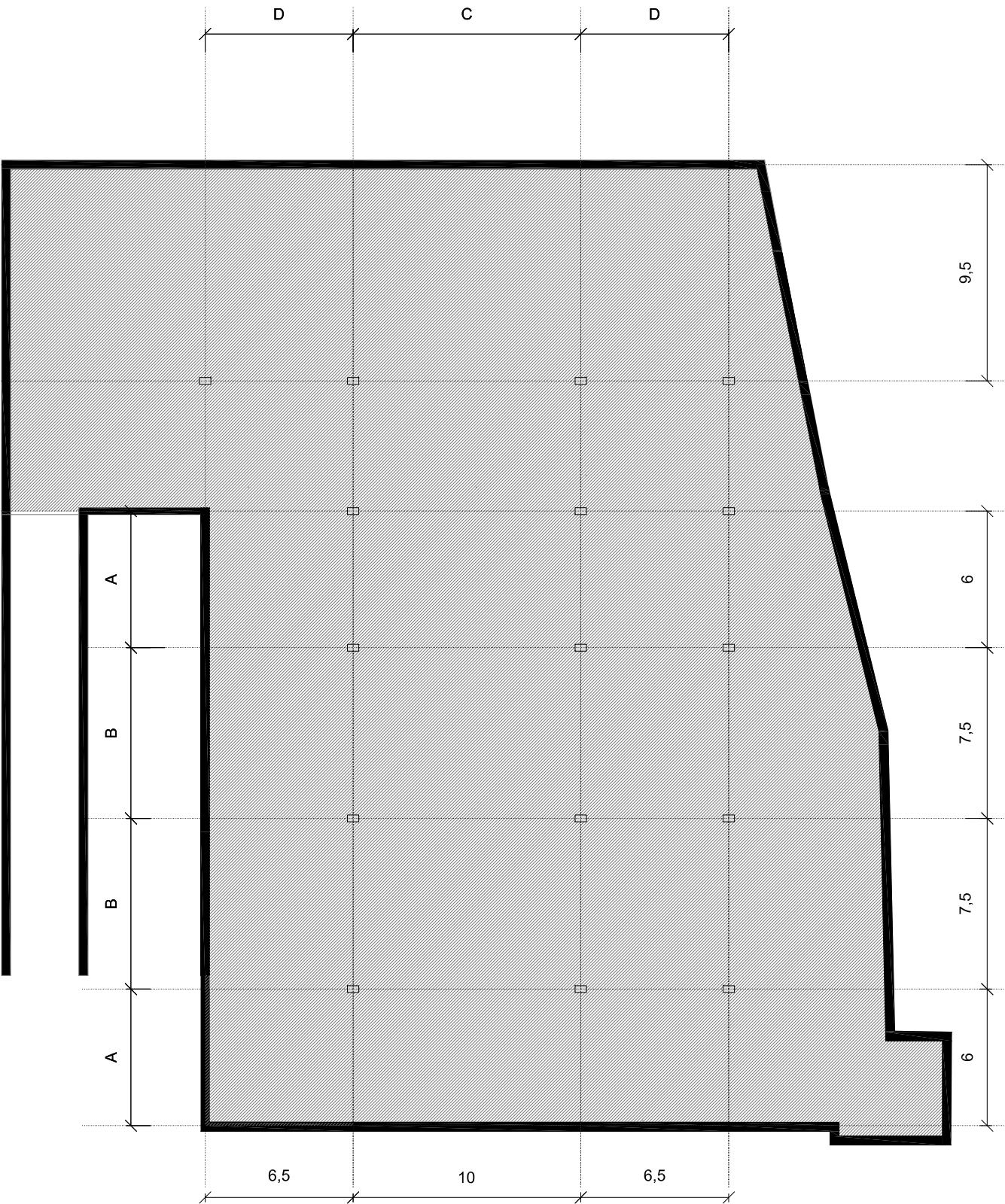
La cimentación se resuelve mediante una losa de cimentación de 70 cm. Se trata de una cimentación superficial que tiene por objeto transmitir las cargas del edificio al terreno distribuyendo los esfuerzos uniformemente. La losa junto con los muros de cimentación crea un vaso compacto que (con ayuda de impermeabilizantes) evita la filtración de agua al sótano.

Estas losas llevan una armadura principal en la parte superior para contrarrestar la contrapresión del terreno y el empuje del agua subterránea, y una armadura inferior, debajo de las paredes portantes y pilares, para excluir en lo posible la producción de flechas desiguales.

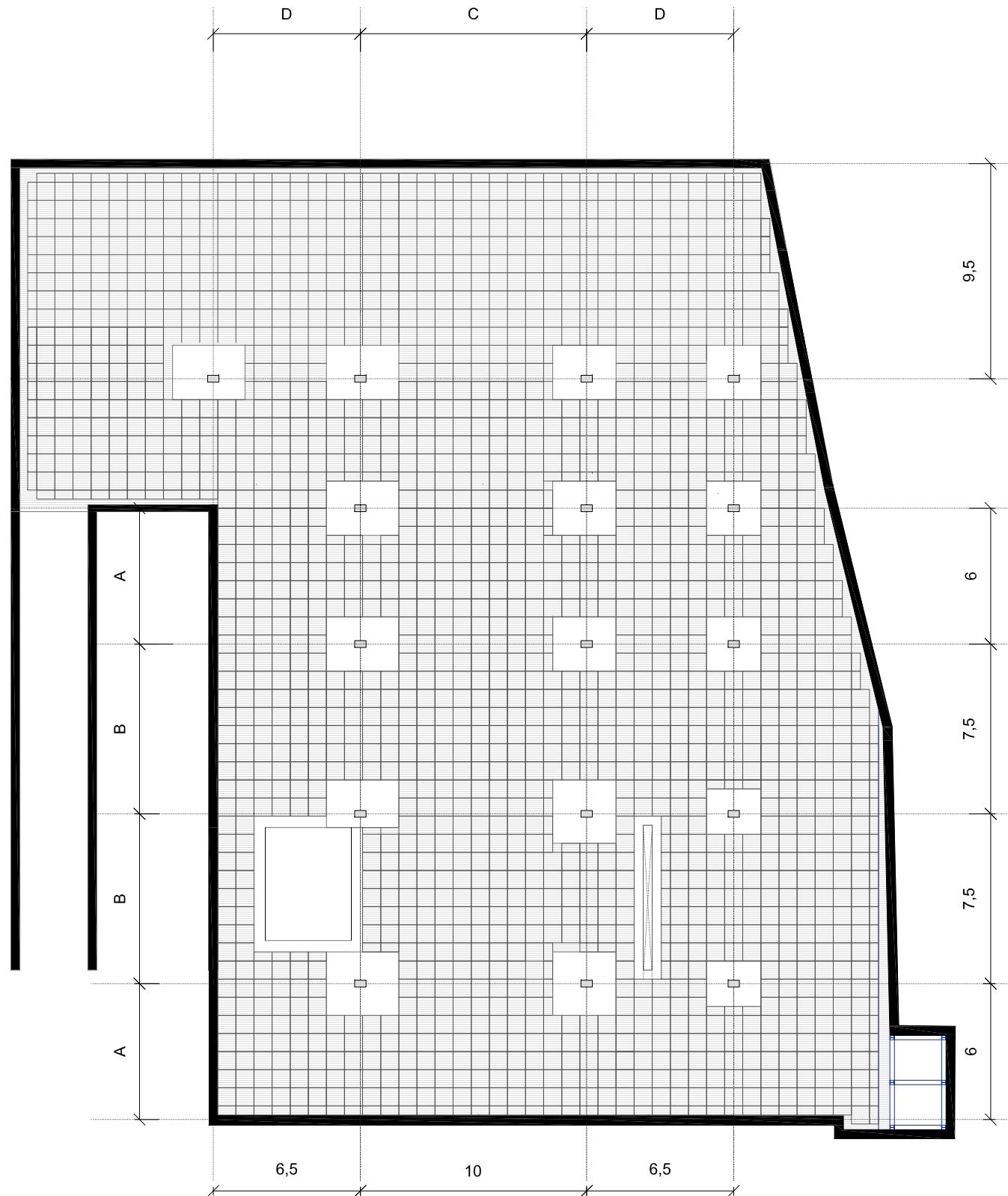
No sería necesaria la colocación de juntas de dilatación ya que lo que se quiere lograr es un vaso estanco que evite la filtración de agua al edificio debido a su alto nivel freático. Se podría lograr ya que la diferencia entre las cargas que transmiten los diferentes pilares a la cimentación son muy parecidas y los asentamientos diferenciales mínimos. Además al mantenerse la cimentación enterrada, las contracciones y dilataciones debido al calor influyen poco. Se debe utilizar un hormigón de calidad para controlar la fluencia y retracción.

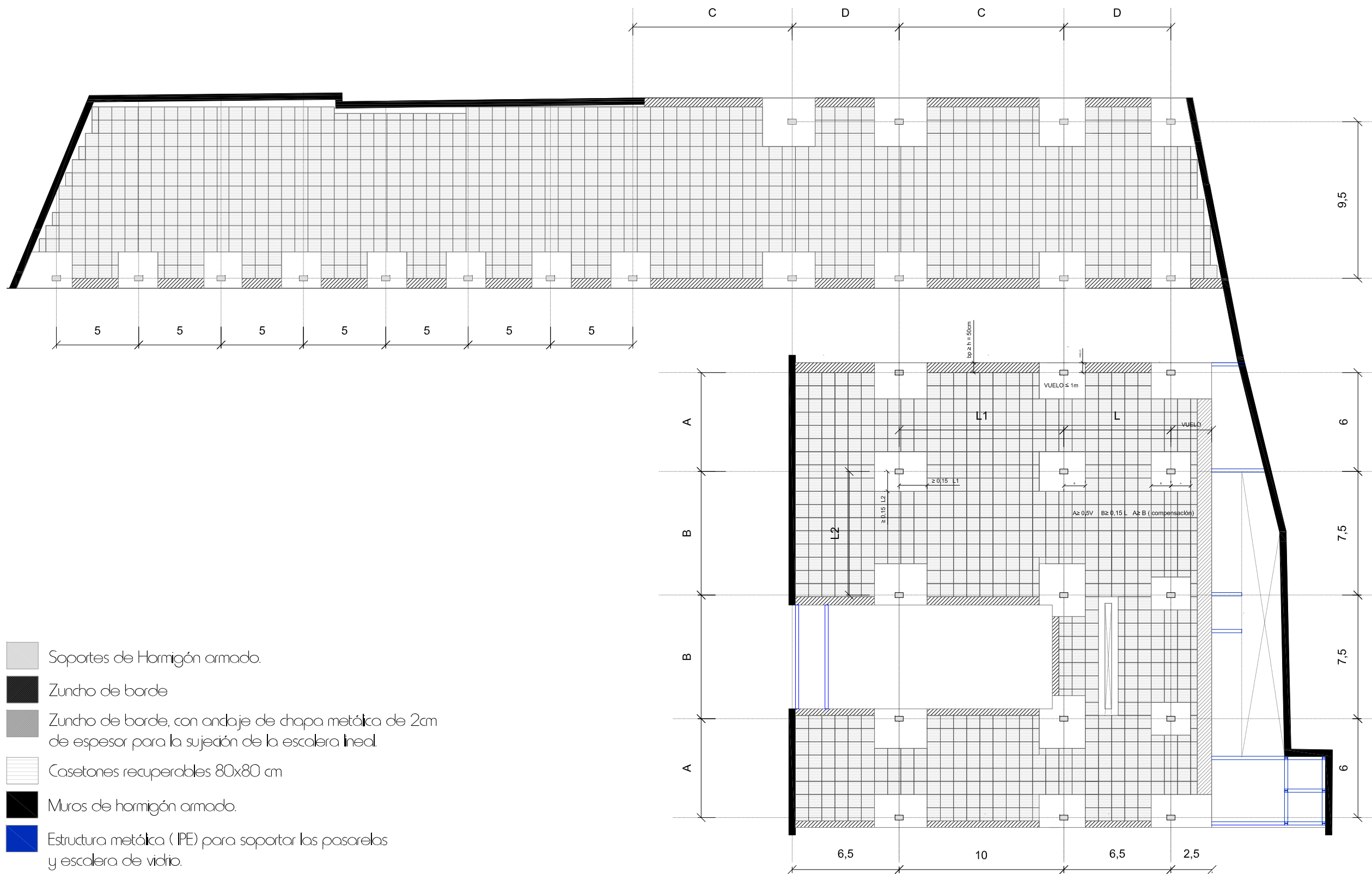


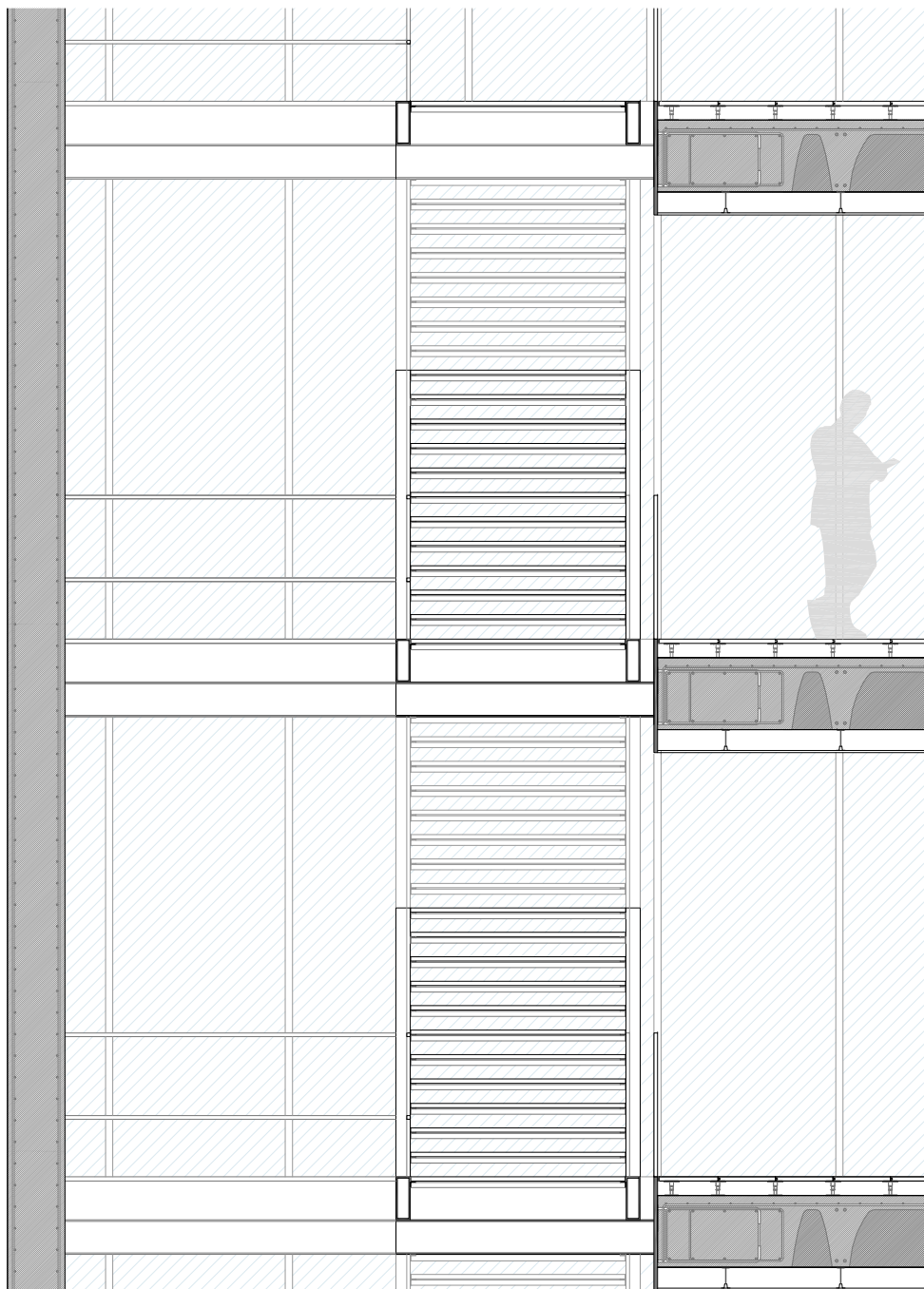
-  Soportes de Hormigón armado.
-  Losa de hormigón armado. Cimentación superficial
-  Muros de hormigón armado.



- Soportes de Hormigón armado.
- Casetones recuperables 80x80 cm
- Muros de hormigón armado.

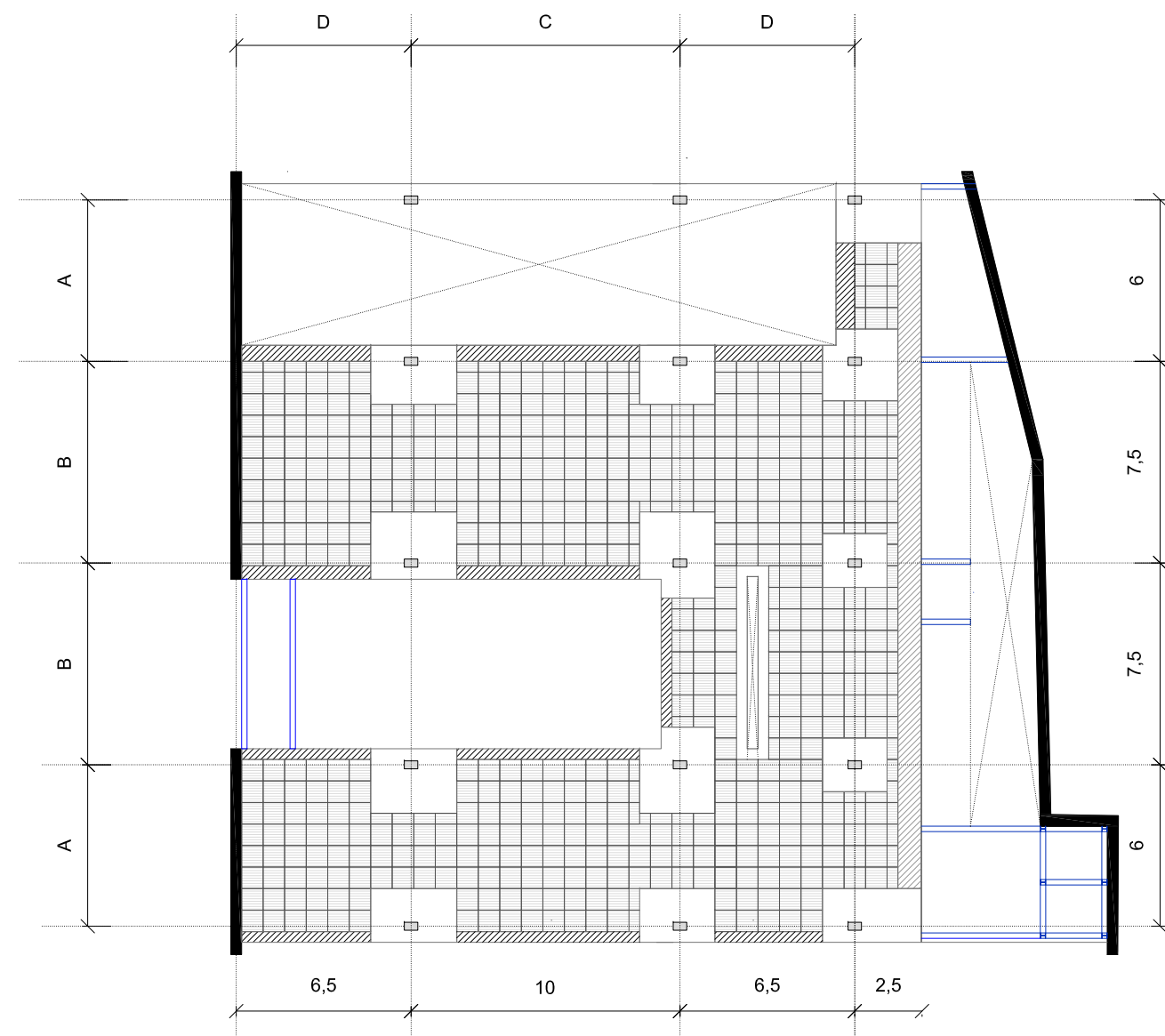










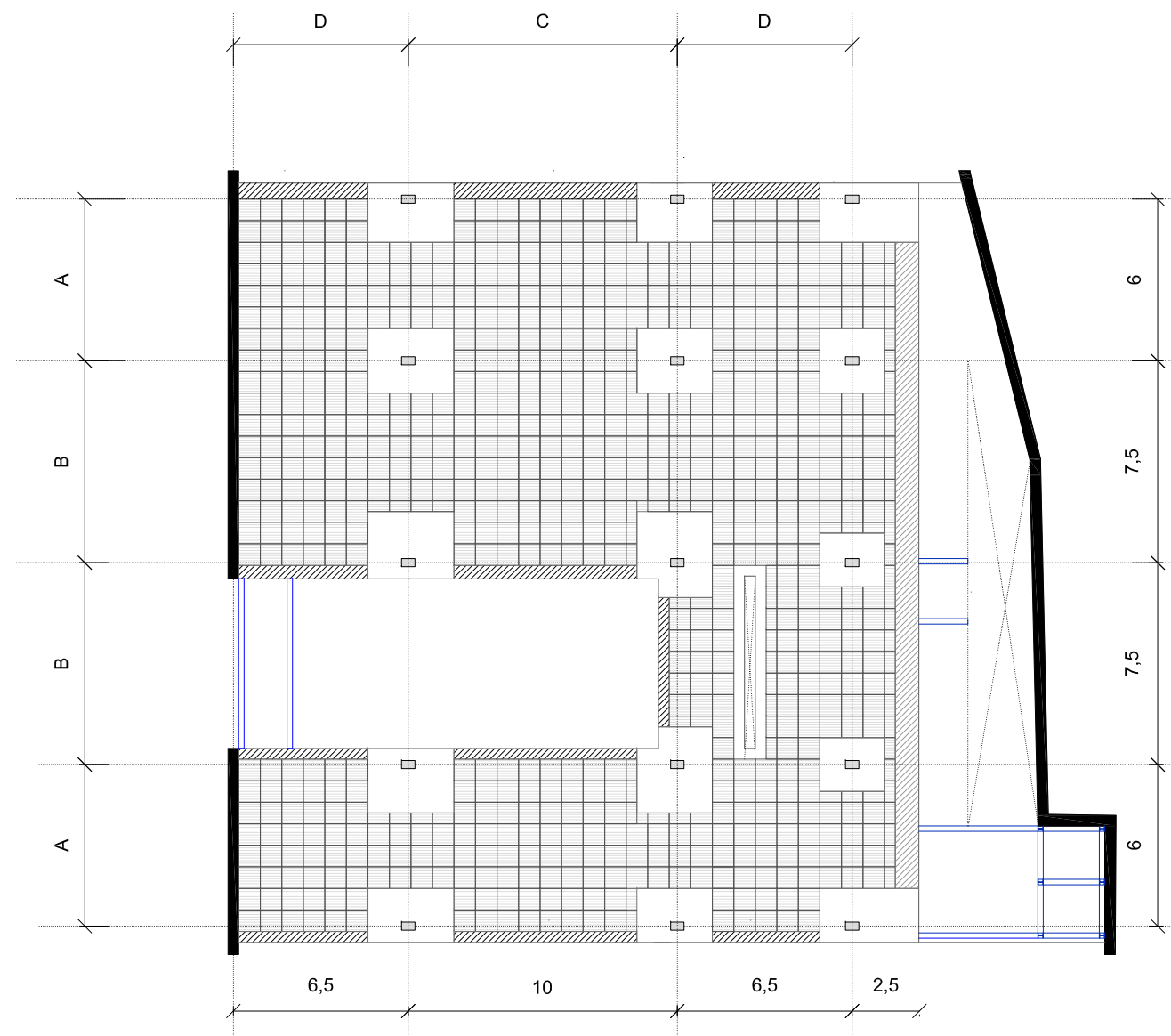
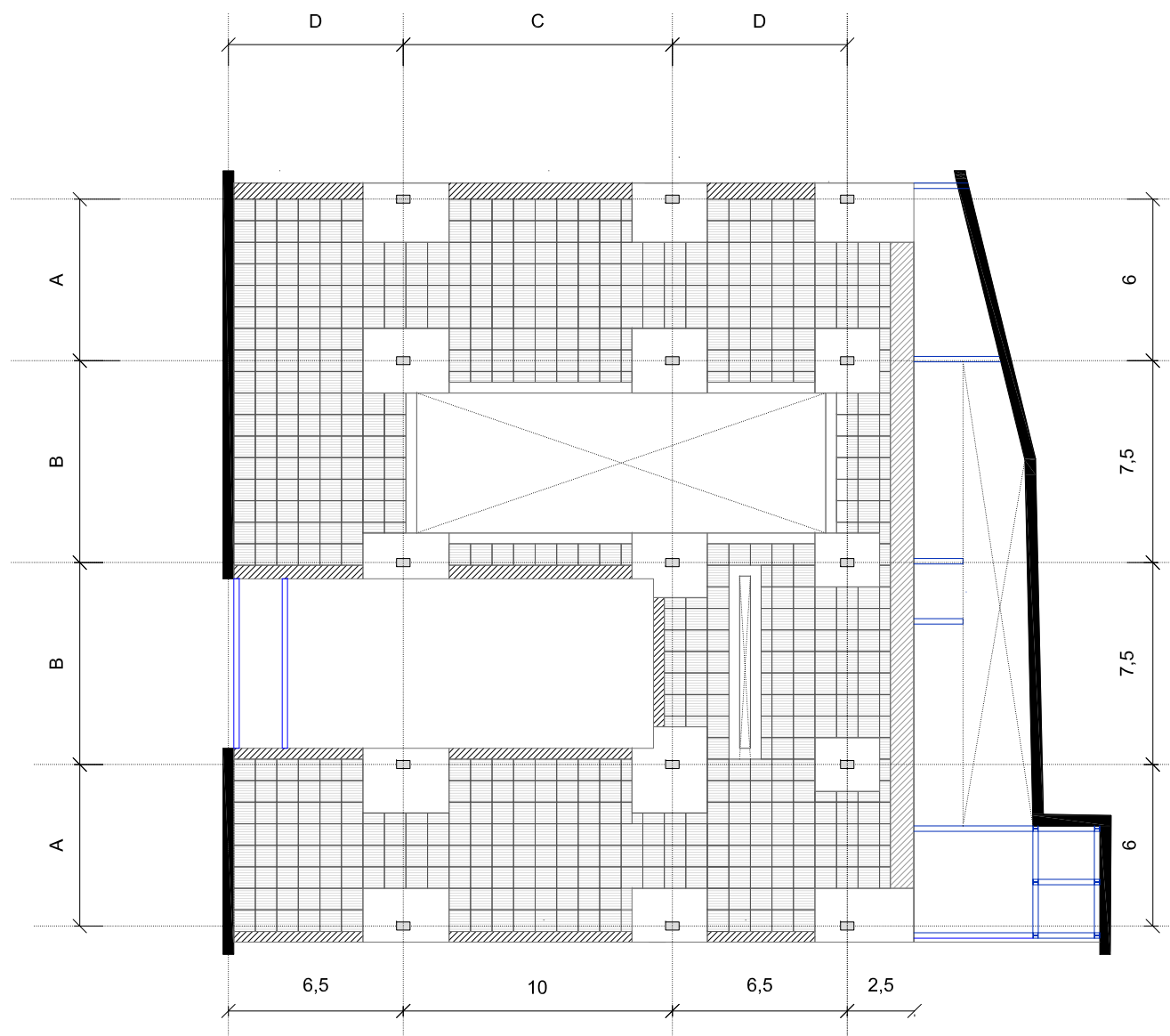


Detalle escalera metálica, E: 1 / 50

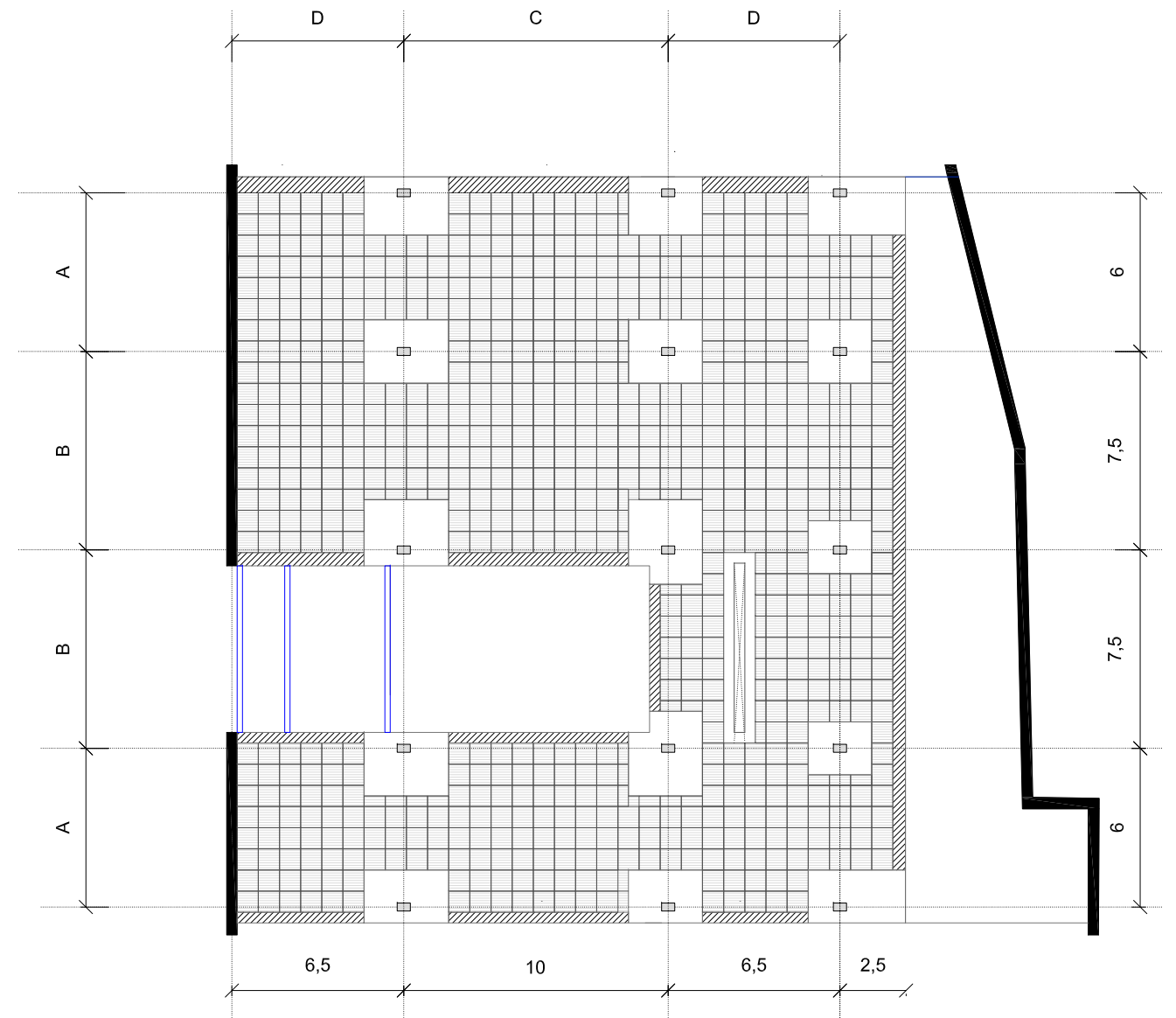
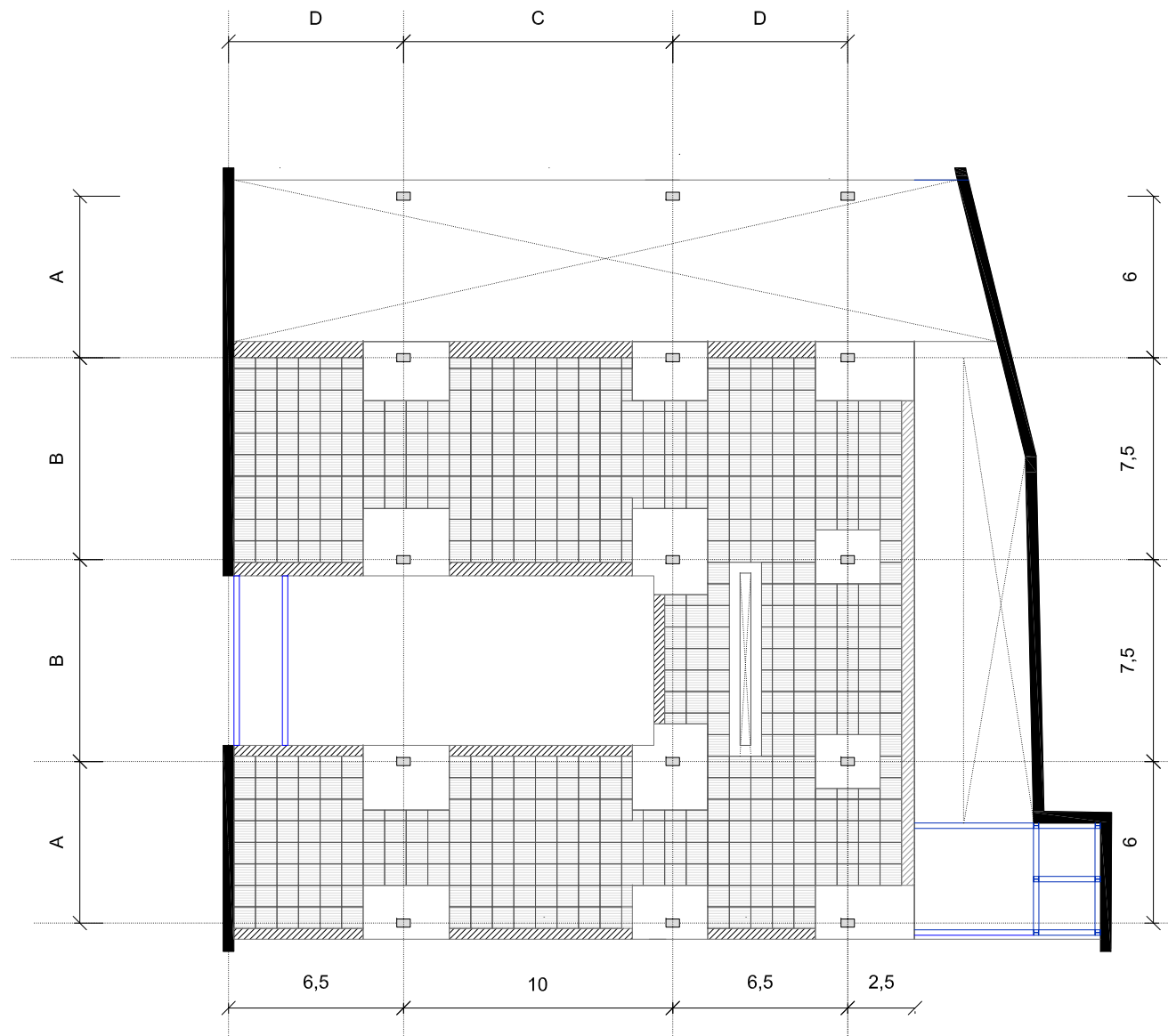
La escalera metálica está formada por dos perfiles tubulares 300x100mm (prontuario), que apoyan en perfiles IPE anclados al forjado mediante una chapa metálica de 2 cm de espesor que reparte la carga de la escalera al forjado mediante un zuncho de borde, con una longitud de anclaje ≥ 70 mm



-  Soportes de Hormigón armado.
-  Zuncho de borde
-  Zuncho de borde, con anclaje de chapa metálica de 2cm de espesor para la sujeción de la escalera lineal.
-  Casetones recuperables 80x80 cm
-  Muros de hormigón armado.
-  Estructura metálica (IPE) para soportar las pasarelas y escalera de vidrio.



- Soportes de Hormigón armado.
- Zuncho de borde
- Zuncho de borde, con anclaje de chapa metálica de 2cm de espesor para la sujeción de la escalera lineal.
- Casetones recuperables 80x80 cm
- Muros de hormigón armado.
- Estructura metálica (IPE) para soportar las pasarelas y escalera de vidrio.



- Soportes de Hormigón armado.
- Zuncho de borde
- Casetones recuperables 80x80 cm
- Muros de hormigón armado.
- Estructura metálica (IPE) para soportar las pasarelas y escalera de vidrio.

DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES Y COMBINACIONES DE CARGA.

- MEMORIA DE CARGAS DB SE-AE

FORJADO 0.

- Permanentes: **peso propio** (cargas lineales)
Fachada (muro cortina) -----0,6 kN/m
Fachada (lamas aluminio).-----0,26 kN/m
- Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Suelo técnico----- 0,4 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2

- Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso (zona de exposiciones C3) —5 kN/m2

13,2 kN/m2

FORJADO 1.

- Permanentes: **peso propio** (cargas lineales y puntuales)
Fachada (muro cortina) -----0,6 kN/m
Fachada (lamas aluminio).-----0,26 kN/m
- Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Tabiques----- 1 kN/m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Suelo técnico----- 0,4 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2

- Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso (zona con mesas y sillas C1) —3 kN/m2

12,2 kN/m2

FORJADO 2.

- Permanentes: **peso propio** (cargas lineales)
Fachada (muro cortina) -----0,6 kN/m
Fachada (lamas aluminio).-----0,26 kN/m
- Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Tabiques----- 1 kN/m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Suelo técnico----- 0,4 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2

- Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso 1 (zona con mesas y sillas C1) —3 kN/m2
Uso 2 (zona sin obstáculos C3)----- 5 kN/m2

12,2 kN/m2 , 14,2 kN/m2

FORJADO 3. (planta de almacenaje y consulta de libros)

- Permanentes: **peso propio** (cargas lineales)
Fachada (muro cortina) -----0,6 kN/m
Fachada (lamas aluminio).-----0,26 kN/m
- Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Tabiques----- 1 kN/m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Suelo técnico----- 0,4 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2
Libros y librerías----- 10 kN7m2

- Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso (zona con mesas y sillas C1) —3 kN/m2

19,2 kN/m2

FORJADOS 4 y 5.

-Permanentes: **peso propio** (cargas lineales)
Fachada (muro cortina) -----0,6 kN/m
Fachada (lamas aluminio).-----0,26 kN/m

-Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Suelo técnico----- 0,4 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2

-Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso (zona con mesas y sillas C1) —3 kN/m2

11,2 kN/m2

FORJADO CUBIERTA.

-Permanentes: **peso propio** (cargas repartidas)

Forjado----- 7,6 kN/ m2
Falso techo----- 0,15 kN/m2
Instalaciones----- 0,05 kN/m2
Cubierta de gravas----- 2,5 kN/m2

-Variables: **sobrecarga de uso.**

Uso (cubierta no transitable) -----1 kN/m2

-Nieve.
La estructura está situada en Valencia, por lo tanto tenemos un valor característico = 0,2.
La carga de nieve por unidad de superficie horizontal se obtiene con :
 $q_n = \mu \cdot s_k$

donde: $s_k = 0,2$ y $\mu = 1$, por tanto la carga será de 0,2 kN/m2

11,5 kN/m2

ESTIMACIÓN CARGA DE LA ESCALERA LINEAL (17,4 x 1,5 m)

Perfiles tubulares 300x100x10 (prontuario)-----peso lineal 0,6 kN/m

2 tubulares = 1,20 kN/m x 17,4m = 20,9 kN

Vidrio de 3 cm---- 0,78 kN/m2 x 17,4 x 1,5 = 20,3 kN

41,2 kN

Esta carga la aplicamos como carga puntual en los 4 puntos de apoyo de la escalera en el forjado , por lo tanto tendremos 4 cargas puntuales de 10,3 kN.

ESTIMACIÓN PESO PROPIO DEL FORJADO.

Volumen total del casetón = 80 x 80 x 50 = 320000 cm3
Volumen real del casetón = 56 x 56 x 40 = 125440 cm3

Volumen real hormigón = 194560 cm3

194560 /80 /80 = 30,4

El forjado reticular equivale a una losa maciza de 30,4 cm de canto.----- 7,6 kN/m2

-Viento.

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

$q = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

- q_b =adoptamos el valor 0,5 KN/m²
- c_e = se puede adoptar el valor extraído de la tabla 3.4 (zona urbana en general) 2,2 kN/m2

Comprobamos la acción del viento en dirección sur- norte. Puesto que parece ser la dirección más desfavorable.

Aun, asi, como marca el CTE, al estudiar una dirección en concreto, tendremos en cuenta las acciones de viento de dos direcciones perpendiculares a la vez.

- coef de presión: (tabla 3,5)
 dirección sur-norte
 presión 0,8
 succión -0,65
 dirección oeste-este
 presión 0,7
 succión -0,35

Luego, la presión estática será:

<u>Dirección sur-norte</u>	
PRESION	q=0,5x2,2x(0,8)=0,88KN/ m ²
SUCCION	q=0,5x2,2x(-0,65)=-0,715 KN/m ²
<u>Dirección oeste-este</u>	
PRESION	q=0,5x2,2x(0,7)=0,77KN/ m ²
SUCCION	q=0,5x2,2x(-0,35)=-0,385 KN/m ²

Sismo:

No es necesario aplicar la norma NCSE-02 dado que la aceleración sísmica básica en Valencia es menor a 0,08g y contamos con menos de 7 plantas.

COMBINACIONES E.L.U.

SITUACION PERSISTENTE O TRANSITORIA:

$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$				
Combinación 1	Variable principal:	- Uso.		
	Variables secundarias:	- Viento	$\psi_0=0,6$	
		- Nieve	$\psi_0=0,5$	
Combinación 2	Variable principal:	- Viento		
	Variables secundarias:	- Uso	$\psi_0=0,7(0 \text{ en cubierta})$	
		- Nieve	$\psi_0=0,5$	

COMBINACION E.L.S.

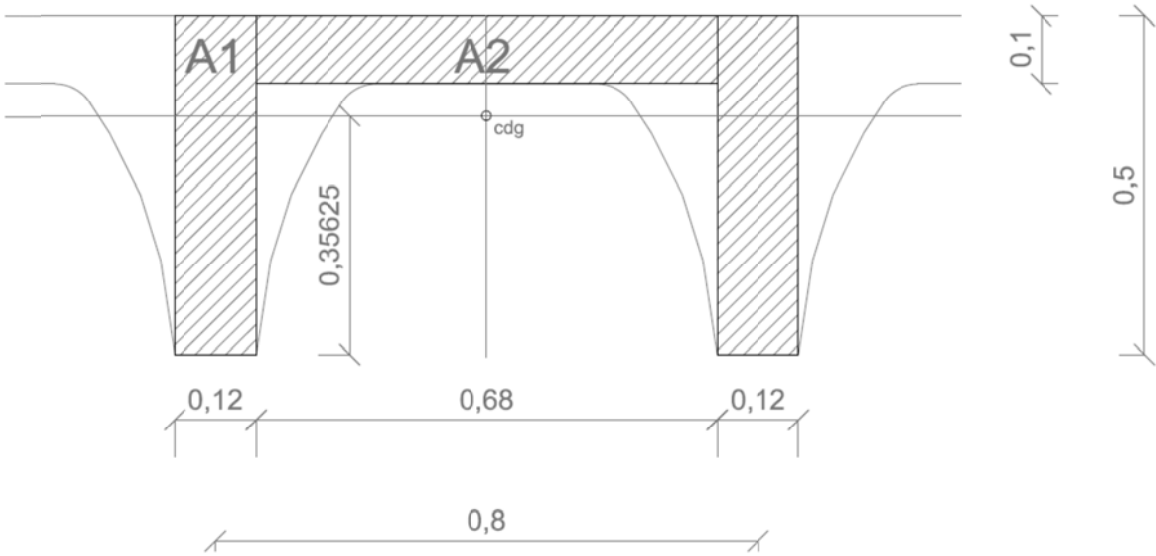
Hemos considerado una combinación de acciones sin minorar, y despreciando la acción del viento y de la nieve, puesto que sus coeficientes ψ_2 tienen valor 0. De este modo quedamos del del lado de la seguridad y la combinación es válida tanto para acciones de corta duración cómo de larga duración:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,i}$$

Para el cálculo de las solicitaciones se utilizará el programa de cálculo **SAP 2000**.

Para modelizar la losa aligerada en el programa lo asimilamos a una losa maciza de canto 0,304 m para el peso propio y 0,3384 para la rigidez.

Bending (momento de inercia equivalente).



$$I_{A1} = \frac{12 \times 50^3}{12} = 50^3 = 125000 \text{ cm}^4.$$

$$I_{A2} = \frac{68 \times 10^3}{12} = 5666,6 \text{ cm}^4$$

Hallamos el centro de gravedad (cdg) (cota z).

$$Z_{cdg} = \frac{A_1 \times z_1 + A_2 \times z_2}{A_1 + A_2} = \frac{12 \times 50 \times 25 + 68 \times 10 \times 45}{12 \times 50 + 68 \times 10} = 35,625 \text{ cm (cota del cdg)}$$

Momento de inercia de la sección (Steiner).

$$I_{1cdg} = I_1 + A_1 \times d^2 = 125000 + 600 \cdot (10,625)^2 = 192734,375 \text{ cm}^4$$

$$I_{2cdg} = I_2 + A_2 \times d^2 = 5666,6 + 680 \cdot (9,375)^2 = 65432,5 \text{ cm}^4$$

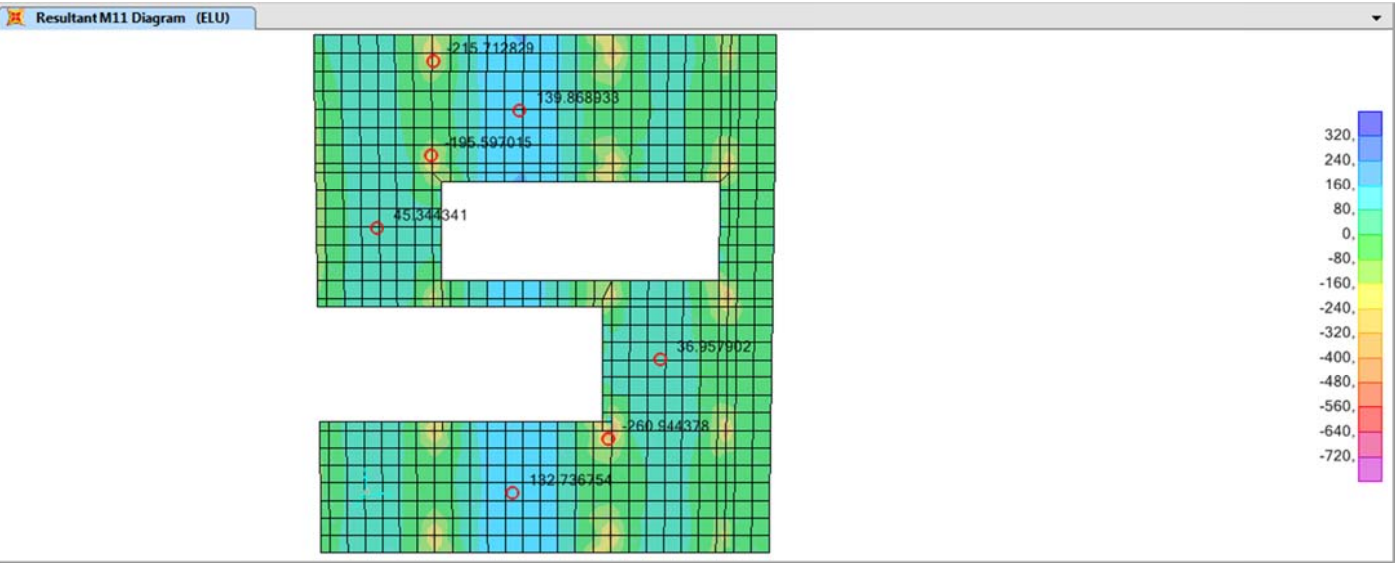
$$I_{total} = 258166,65 \text{ cm}^4 \quad \text{que equivale a una losa maciza de:}$$

$$I = \frac{80 \times h^3}{12} = 258166,65 \text{ cm}^4.$$

$$h = 33,84 \text{ cm} \quad \text{de Bending}$$

CÁLCULO FORJADO 3. Estudiamos este forjado ya que es el más desfavorable debido a las cargas de los libros.

Momentos en Dirección 1-1



M(+) (positivos) (armado de nervios en la cara inferior)

Tenemos 3 vanos que armar, los exteriores tienen menos momento, y el central tiene más.

Vanos 1 y 3:

M(+)_{max}=45kN.m x 0,8m (intereje) =36kN.m (en cada nervio del forjado).

MATERIALES					
Fck [N/mm2]	35,00	Coefficiente minoración Gc	1,50	Fcd [N/mm2]	23,33
Fyk [N/mm2]	500,00	Coefficiente minoración Gy	1,15	Fyd [N/mm2]	434,78
SECCION					
Ancho B [mm]	150,00	Recubrimiento neto [mm]	35,00	Recubrimiento mecánico C [mm]	41,00
Carto H [mm]	500,00	Abertura A min [mm]	50,00	Canto útil D [mm]	459,00
<input checked="" type="checkbox"/> Doble capa de armadura				Volumen [m3/m.L]	0.0750
ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	36,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	12	Usd / cara [N]	98345,43
Cuantiá reducida w	0.0612	Momento reducido	0.0585	Momento último [kNm]	43,13
Prof. fibra neutra [mm]	59,78	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	56,00
Peso [kg/mL]	3,5513	Usd / cara [N] min (A)	83817,39	Usd/cara [N] min (max)	83817,39
Cuantiá [kg/m3]	0,1015	Usd / cara [N] min (B)	64260,00	Armadura mínima	SI CUMPLE

Disponemos en cada nervio 2Ø12

Vano intermedio:

M(+)_{max}=140kN.m x 0,8m (intereje) =112kN.m (en cada nervio del forjado).

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	112,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	20	Usd / cara [N]	273181,74
Cuántia reducida w	0,1287	Momento reducido	0,1184	Momento último [kNm]	114,41
Prof. fibra neutra [mm]	93,06	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	90,00
Peso [kg/m.l.]	9,8646	Usd / cara [N] min (A)	110782,61	Usd/cara [N] min (max)	110782,61
Cuántia [kg/m3]	0,2818	Usd / cara [N] min (B)	84933,33	Armadura mínima	SI CUMPLE

Cumple con 2Ø20

M(-) (Negativos) (armado de losa en la cara superior)

Para las zonas de apoyos más solicitadas (hasta 260kN.m)

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	260,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	20	Usd / cara [N]	546363,48
Cuántia reducida w	0,0515	Momento reducido	0,0494	Momento último [kNm]	238,40
Prof. fibra neutra [mm]	54,36	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	283,33
Peso [kg/m.l.]	19,7292	Usd / cara [N] min (A)	553913,04	Usd/cara [N] min (max)	553913,04
Cuántia [kg/m3]	0,5637	Usd / cara [N] min (B)	424666,67	Armadura mínima	
REFUERZOS					
REFUERZO TIPO 1					
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	20	Usd total [N]	682954,35
Cuántia reducida w	0,0643	Momento reducido	0,0614	Momento último [kNm]	296,47
Prof. fibra neutra [mm]	60,82	Dominio	2	Abertura máxima final [mm]	283,33

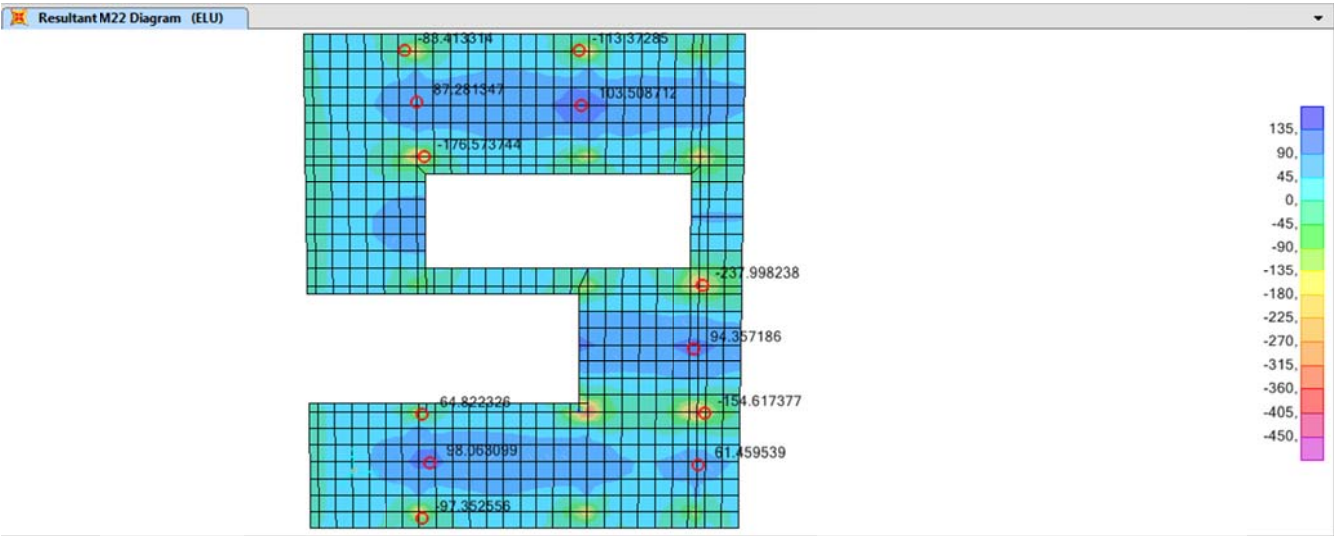
Con 5Ø20 (es decir, 1Ø20 cada 20cm) resiste hasta 296kN.m

Para las zonas de negativos menos solicitadas podemos utilizar 5Ø16, que resiste hasta 192kN.m:

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	190,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]	349672,63
Cuántia reducida w	0,0328	Momento reducido	0,0315	Momento último [kNm]	153,74
Prof. fibra neutra [mm]	45,17	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	288,67
Peso [kg/m.l]	12,6267	Usd / cara [N] min (A)	556347,83	Usd/cara [N] min (max)	556347,83
Cuántia [kg/m3]	0,3608	Usd / cara [N] min (B)	426533,33	Armadura mínima	
REFUERZOS					
REFUERZO TIPO 1					
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	16	Usd total [N]	437090,78
Cuántia reducida w	0,0410	Momento reducido	0,0394	Momento último [kNm]	192,09
Prof. fibra neutra [mm]	49,31	Dominio	2	Abertura máxima final [mm]	288,67

Para resistir los esfuerzos de cortante en las zonas de los apoyos disponemos de los ábacos descritos en la memoria gráfica .

Momentos en Dirección 2-2



M(+) (positivos) (armado de nervios en la cara inferior)

Tenemos que armar 4 vanos y tienen todos momentos parecidos.

M(+)max=103kN.m x 0,8m (intereje)=82,4kN.m (en cada nervio del forjado).

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	82,40	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	20	Usd / cara [N]	273181,74
Cuántia reducida w	0,1715	Momento reducido	0,1536	Momento último [kNm]	111,32
Prof. fibra neutra [mm]	114,48	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	40,00
Peso [kg/m.l]	9,8646	Usd / cara [N] min (A)	83086,96	Usd/cara [N] min (max)	83086,96
Cuántia [kg/m3]	0,2818	Usd / cara [N] min (B)	63700,00	Armadura mínima	

Disponemos en cada nervio 2Ø12, igual que antes en la dirección perpendicular.

BIBLIOTECA PÚBLICA ISABEL LA CATÓLICA

Cristian Ortega Muñoz PFC Taller 5 Curso 2011-2012

lugar

idea

programa

documentación gráfica

estructura

construcción-materialidad

instalaciones

M(-) (Negativos) (armado de losa en la cara superior)

Excepto en un apoyo, en las zonas de momentos negativos, bastará con disponer 5Ø16 por metro de ancho, que resiste hasta -192kN.m:

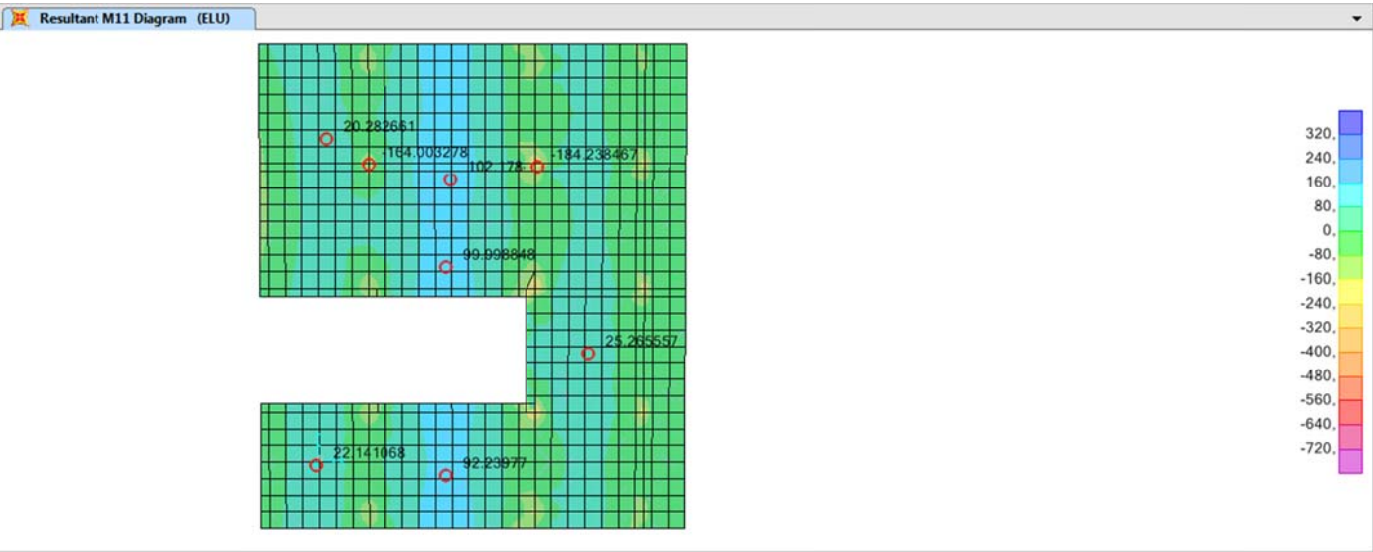
ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	190,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]	349672,63
Cuántia reducida w	0,0328	Momento reducido	0,0315	Momento último [kNm]	153,74
Prof. fibra neutra [mm]	45,17	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	288,67
Peso [kg/m.l]	12,6267	Usd / cara [N] min (A)	556347,83	Usd/cara [N] min (max)	556347,83
Cuántia [kg/m3]	0,3608	Usd / cara [N] min (B)	426533,33	Armadura mínima	
REFUERZOS					
REFUERZO TIPO 1					
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	16	Usd total [N]	437090,78
Cuántia reducida w	0,0410	Momento reducido	0,0394	Momento último [kNm]	192,09
Prof. fibra neutra [mm]	49,31	Dominio	2	Abertura máxima final [mm]	288,67

En el apoyo donde tenemos más momento (237kN.m) dispondremos 5Ø20, que resiste hasta -296kN.m

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	260,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	20	Usd / cara [N]	546363,48
Cuántia reducida w	0,0515	Momento reducido	0,0494	Momento último [kNm]	238,40
Prof. fibra neutra [mm]	54,36	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	283,33
Peso [kg/m.l]	19,7292	Usd / cara [N] min (A)	553913,04	Usd/cara [N] min (max)	553913,04
Cuántia [kg/m3]	0,5637	Usd / cara [N] min (B)	424666,67	Armadura mínima	
REFUERZOS					
REFUERZO TIPO 1					
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	20	Usd total [N]	682954,35
Cuántia reducida w	0,0643	Momento reducido	0,0614	Momento último [kNm]	296,47
Prof. fibra neutra [mm]	60,82	Dominio	2	Abertura máxima final [mm]	283,33

FORJADO 4, en representación del resto de forjados, digamos “Forjado Tipo”

Momentos en Dirección 1-1



M(+) (positivos) (armado de nervios en la cara inferior)

Tenemos 3 vanos que armar, al igual que en el Forjado 3, los exteriores tienen menos momento, y el central tiene más.

Vanos 1 y 3:

M(+)max=25kN.m x 0,8m (intereje) =20kN.m (en cada nervio del forjado).

DATOS INICIALES					
MATERIALES					
Fcx [N/mm2]	35,00	Coficiente minoración Gc	1,50	Fcd [N/mm2]	23,33
Fyx [N/mm2]	500,00	Coficiente minoración Gy	1,15	Fyd [N/mm2]	434,78
SECCION					
Ancho B [mm]	120,00	Recubrimiento neto [mm]	35,00	Recubrimiento mecánico C [mm]	41,00
Canto H [mm]	500,00	Abertura A min [mm]	50,00	Canto útil D [mm]	459,00
<input checked="" type="checkbox"/> Doble capa de armadura				Volumen [m3/m.L]	0,0600
ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	20,00	Md base [%]	0,00	Md base [kNm]	0,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	12	Usd / cara [N]	98345,43
Cuántia reducida w	0,0765	Momento reducido	0,0726	Momento último [kNm]	42,81
Prof. fibra neutra [mm]	67,53	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	26,00
Peso [kg/m.L]	3,5513	Usd / cara [N] min (A)	67053,91	Usd/cara [N] min (max)	67053,91
Cuántia [kg/m3]	0,1015	Usd / cara [N] min (B)	51408,00	Armadura mínima	

Disponemos en cada nervio 2Ø12

Vano intermedio:

M(+)max=102kN.m x 0,8m (intereje) =81,6kN.m (en cada nervio del forjado).

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	81,00	Md base [%]	100,00	Md base [kNm]	81,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	20	Usd / cara [N]	273181,74
Cuántia reducida w	0,1715	Momento reducido	0,1536	Momento último [kNm]	111,32
Prof. fibra neutra [mm]	114,48	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	40,00
Peso [kg/m.L]	9,8646	Usd / cara [N] min (A)	83086,96	Usd/cara [N] min (max)	83086,96
Cuántia [kg/m3]	0,2818	Usd / cara [N] min (B)	63700,00	Armadura mínima	

Dispondremos 2Ø20 en cada cara inferior de cada nervio.

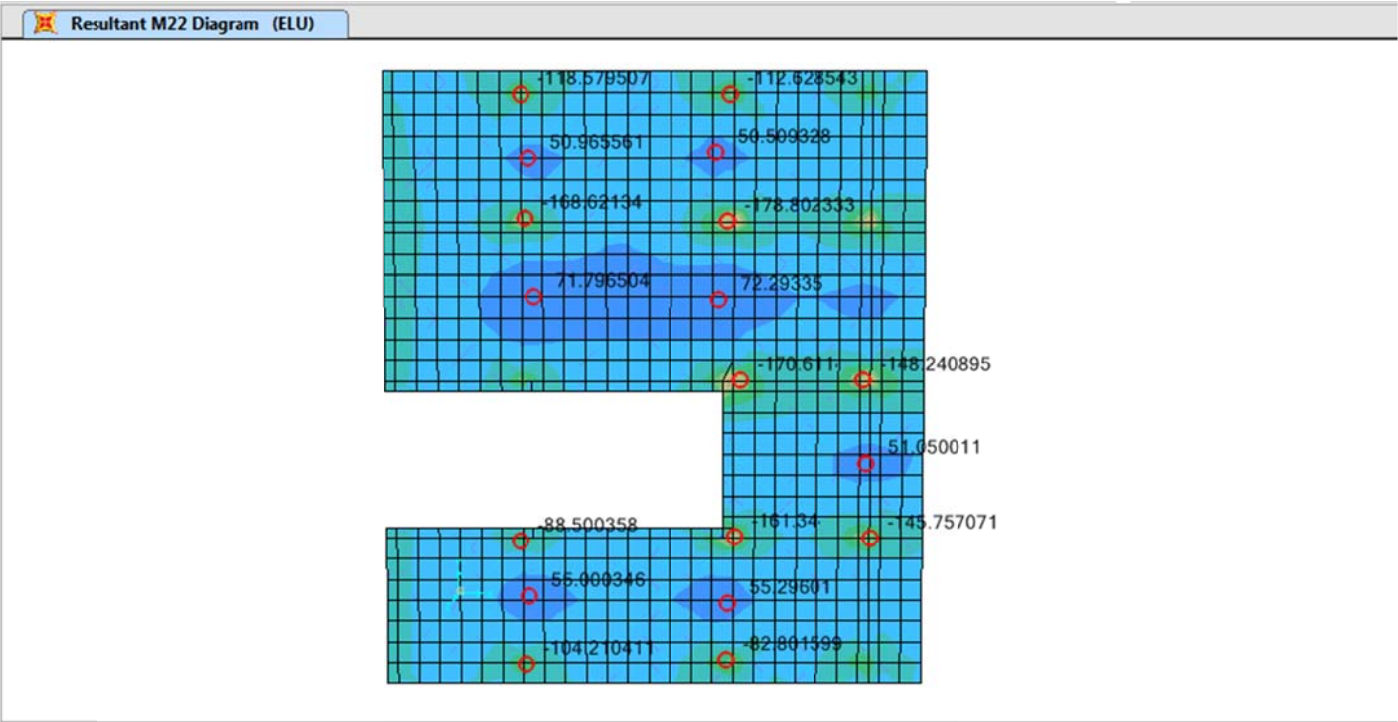
M(-) (Negativos) (armado de losa en la cara superior)

M(-)max=-184kN.m

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	184,00	Md base [%]	60,00	Md base [kNm]	110,40
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]	349672,63
Cuántia reducida w	0,0937	Momento reducido	0,0880	Momento último [kNm]	150,17
Prof. fibra neutra [mm]	75,89	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	72,00
Peso [kg/m.L]	12,6267	Usd / cara [N] min (A)	194721,74	Usd/cara [N] min (max)	194721,74
Cuántia [kg/m3]	0,3608	Usd / cara [N] min (B)	149286,67	Armadura mínima	
REFUERZOS					
REFUERZO TIPO 1					
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	16	Usd total [N]	437090,78
Cuántia reducida w	0,1171	Momento reducido	0,1086	Momento último [kNm]	185,16
Prof. fibra neutra [mm]	87,67	Dominio	2	Abertura máxima final [mm]	72,00

Dispondremos pues, 5Ø16 por metro de ancho en cara superior de las zonas de momento negativo.

Momentos en Dirección 2-2



M(+) (positivos) (armado de nervios en la cara inferior)

Tenemos 4 vanos que armar,

Vanos 1 y 3:

M(+)max=51kN.m x 0,8m (intereje)=40,8kN.m (en cada nervio del forjado).

DATOS INICIALES					
MATERIALES					
Fck [N/mm2]	35,00	Coefficiente minoración Gc	1,50	Fcd [N/mm2]	23,33
Fyk [N/mm2]	500,00	Coefficiente minoración Gy	1,15	Fyd [N/mm2]	434,78
SECCION					
Ancho B [mm]	120,00	Recubrimiento neto [mm]	35,00	Recubrimiento mecánico C [mm]	41,00
Canto H [mm]	500,00	Abertura A min [mm]	50,00	Canto útil D [mm]	459,00
<input checked="" type="checkbox"/> Doble capa de armadura				Volumen [m3/ml.]	0.0600
ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	48,20	Md base [%]	66,00	Md base [kNm]	31,81
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	12	Usd / cara [N]	98345,43
Cuantiá reducida w	0,0765	Momento reducido	0,0726	Momento último [kNm]	42,81
Prof. fibra neutra [mm]	67.53	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	26,00
Peso [kg/ml.]	3,5513	Usd / cara [N] min (A)	67053,91	Usd/cara [N] min (max)	67053,91
Cuantiá [kg/m3]	0,1015	Usd / cara [N] min (B)	51408,00	Armadura minima	SI CUMPLE

Disponemos en cada nervio 2Ø12

Vanos 2 y 4:

M(+)max=72,3kN.m x 0,8m (intereje)=57,84kN.m (en cada nervio del forjado).

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	57,84	Md base [%]	100,00	Md base [kNm]	57,84
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	2	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]	174836,31
Cuantiá reducida w	0,1366	Momento reducido	0,1251	Momento último [kNm]	73,18
Prof. fibra neutra [mm]	97,48	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	18,00
Peso [kg/m.l.]	6,3133	Usd / cara [N] min (A)	66761,74	Usd/cara [N] min (max)	66761,74
Cuantiá [kg/m3]	0,1804	Usd / cara [N] min (B)	51184,00	Armadura mínima	SI CUMPLE

Dispondremos 2Ø16 en cada cara inferior de cada nervio.

M(-) (Negativos) (armado de losa en la cara superior)

En la primera y última línea de soportes, los momentos negativos son de una magnitud menor, por tanto:

En la primer y última línea de soportes,

M(-)max=-112kN.m

ESFUERZOS MAYORADOS					
Md max [kNm]	112,00	Md base [%]	100,00	Md base [kNm]	112,00
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kN]	0,00
FLEXION					
BASE					
ARMADO BASE CONSTANTE					
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]	349672,63
Cuantiá reducida w	0,1312	Momento reducido	0,1205	Momento último [kNm]	146,86
Prof. fibra neutra [mm]	94,73	Dominio	2	Abertura media de base [mm]	38,67
Peso [kg/m.l.]	12,6267	Usd / cara [N] min (A)	139086,96	Usd/cara [N] min (max)	139086,96
Cuantiá [kg/m3]	0,3608	Usd / cara [N] min (B)	106633,33	Armadura mínima	SI CUMPLE

Dispondremos pues, 4Ø16 por metro de ancho en cara superior de las zonas de momento negativo, es decir 1Ø16/25cm.

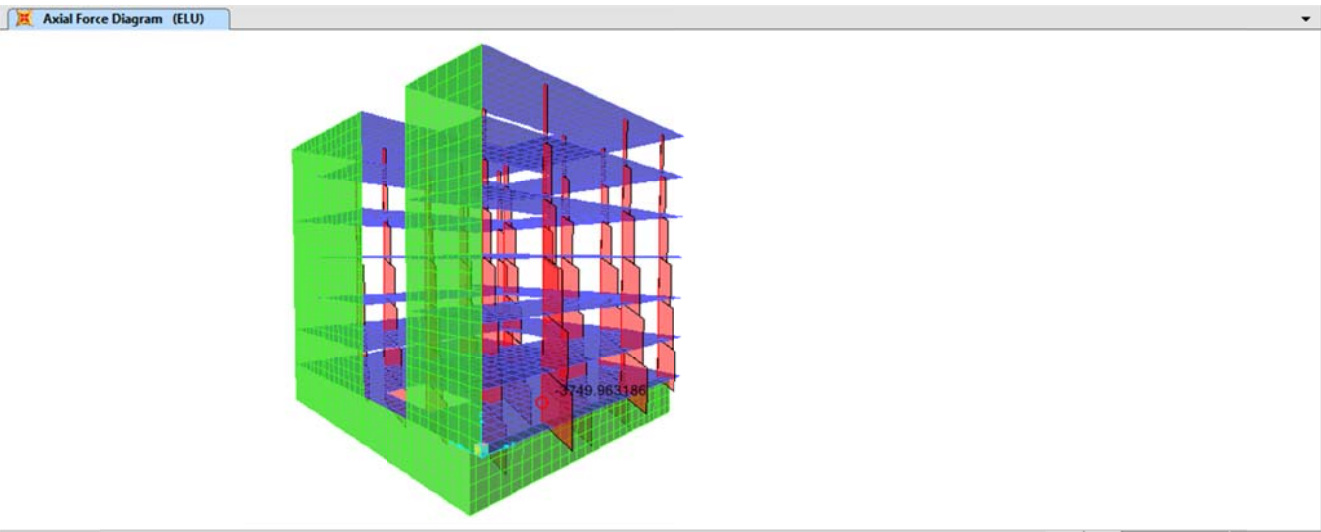
En el resto de los soportes (pilares interiores):

$M(-)_{max} = -178,8 \text{ kN.m}$

ESFUERZOS MAYORADOS				
Md max [kNm]	178,80	Md base [%]	66,00	Md base [kNm]
Vrd max [kNm]	0,00	Vrd base [%]	75,00	Vrd base [kNm]
FLEXION				
BASE				
ARMADO BASE CONSTANTE				
N barras / cara (sup. e inf.)	4	Diametro [mm]	16	Usd / cara [N]
Cuantía reducida w	0,1312	Momento reducido	0,1205	Momento último [N]
Prof. fibra neutra [mm]	94,73	Dominio	2	Abertura media de ba
Peso [kg/m.l.]	12,6267	Usd / cara [N] min (A)	139086,96	Usd/cara [N] min (r
Cuantía [kg/m3]	0,3608	Usd / cara [N] min (B)	106633,33	Armadura minim
REFUERZOS				
REFUERZO TIPO 1				
N barras de refuerzo	1	Diametro [mm]	16	Usd total [N]
Cuantía reducida w	0,1640	Momento reducido	0,1476	Momento último [N]
Prof. fibra neutra [mm]	111,19	Dominio	2	Abertura máxima fin

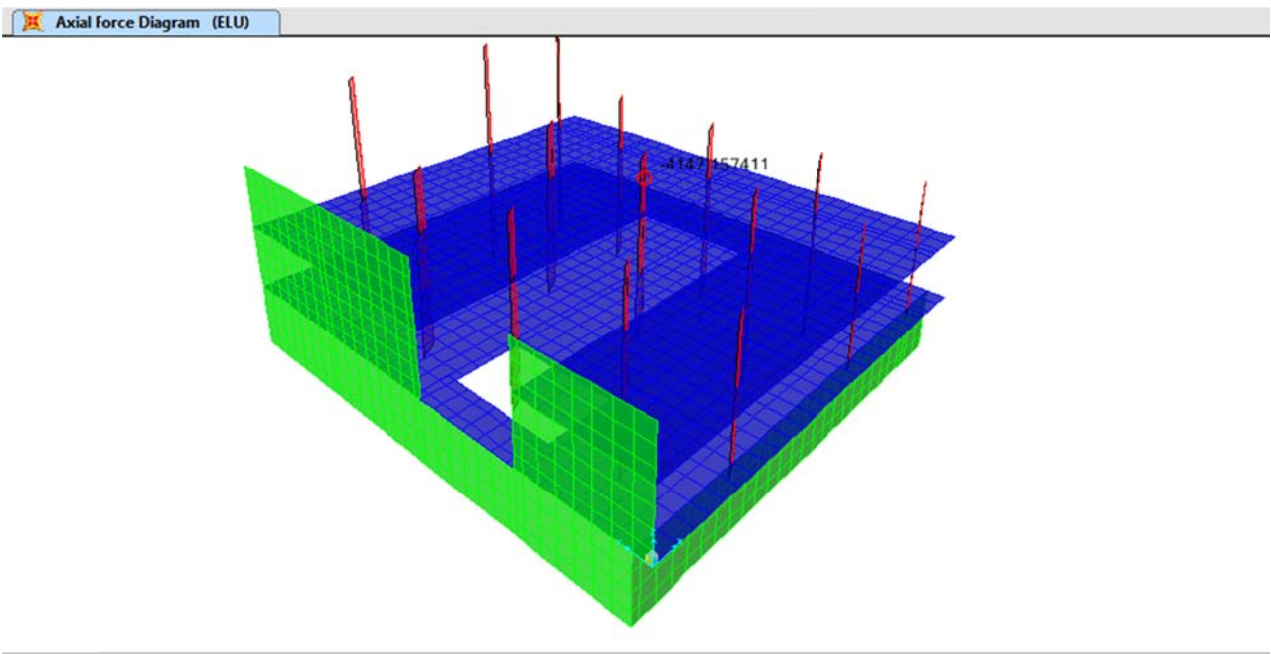
Dispondremos pues como en la dirección 1-1, 5Ø16 por metro de ancho en cara superior de las zonas de momento negativo, es decir 1Ø16/20cm.

CÁLCULO DEL PILAR TIPO. (Más desfavorable)

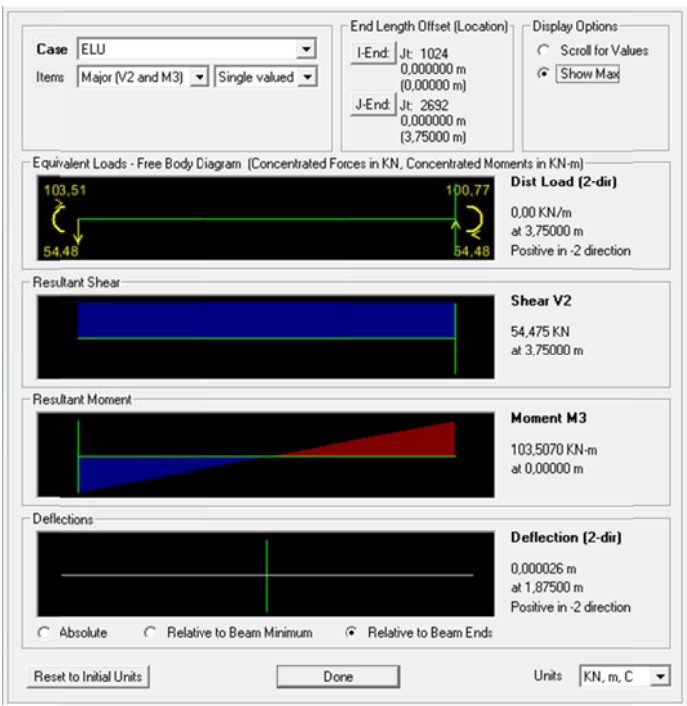
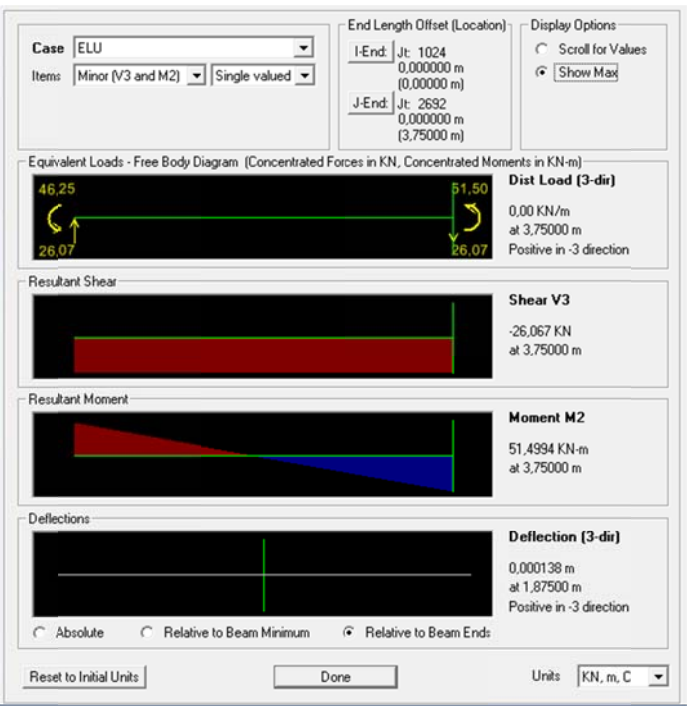
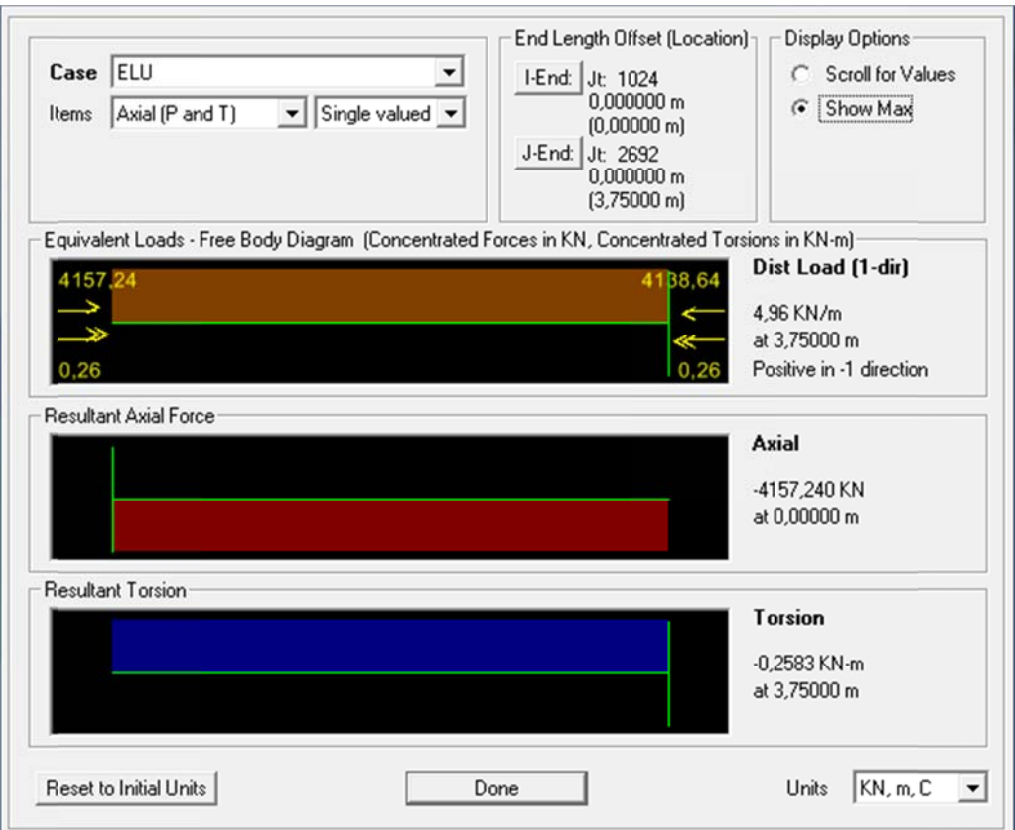


PLANTA PRIMERA.

El pilar que vamos a calcular es el que aparece en la imagen.



Los esfuerzos a los que está sometido son los siguientes :

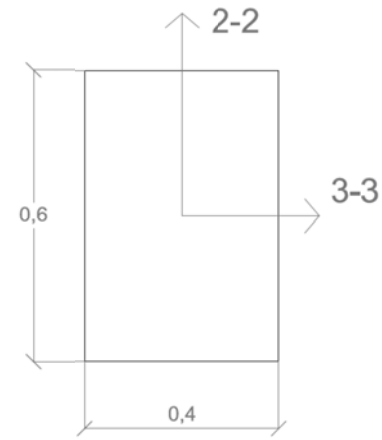


De modo que tenemos unos esfuerzos de:

$$N_d = -4157 \text{ KN}$$

$$M_{d2-2} = 51,5 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_{d3-3} = 103,5 \text{ KN} \cdot \text{m}$$



En general sabemos que:

- Armadura mínima

$$U_{stot} \geq \frac{4}{1000} \times b \times h \times f_{yd} \times 10^{-3} = \frac{4}{1000} \times 400 \times 600 \times 434,78 \times 10^{-3} = 417 \text{ KN}$$

Armadura $\rightarrow 6\varnothing 16$ (524KN)

- Armadura máxima.

$$U_{stot} \leq b \times h \times f_{cd} = 400 \times 600 \times \frac{35}{1,5} \times 10^{-3} = 5600 \text{ KN}$$

Dirección 2-2 (h=0,4m)

$$M_{d2-2} = 51,5 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Momento producido por la excentricidad mínima $h/20 = 0,015 \text{ m}$ que es: $N_d \cdot 0,02 = 4157 \times 0,02 = 83,14 \text{ KN} \cdot \text{m}$

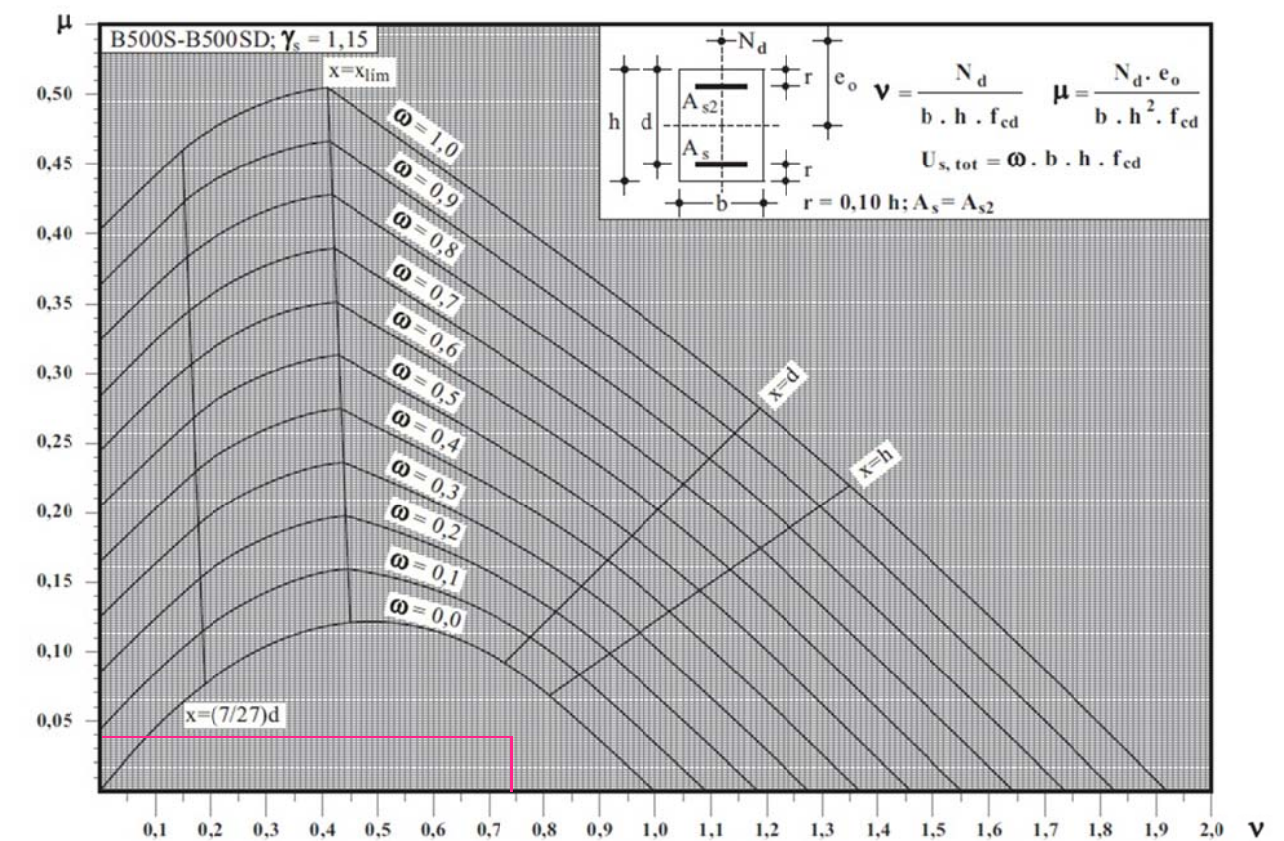
$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,4 \times 5600 = 2240 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{4157}{5600} = 0,74$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = \frac{83,14}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,037$$

Si entramos ahora en el ábaco:



Nos encontramos en una zona $\omega = 0$.

Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{stot} = (6\varnothing 16)$

Dirección 3-3 (h=0,6m)

$M_{d3-3} = 103,5 \text{ KN} \cdot m$

Momento producido por la excentricidad mínima $h/20 = 0,03 \text{ m}$

que es: $N_d \cdot 0,03 = 4157 \times 0,03 = 124,71 \text{ KN} \cdot m$

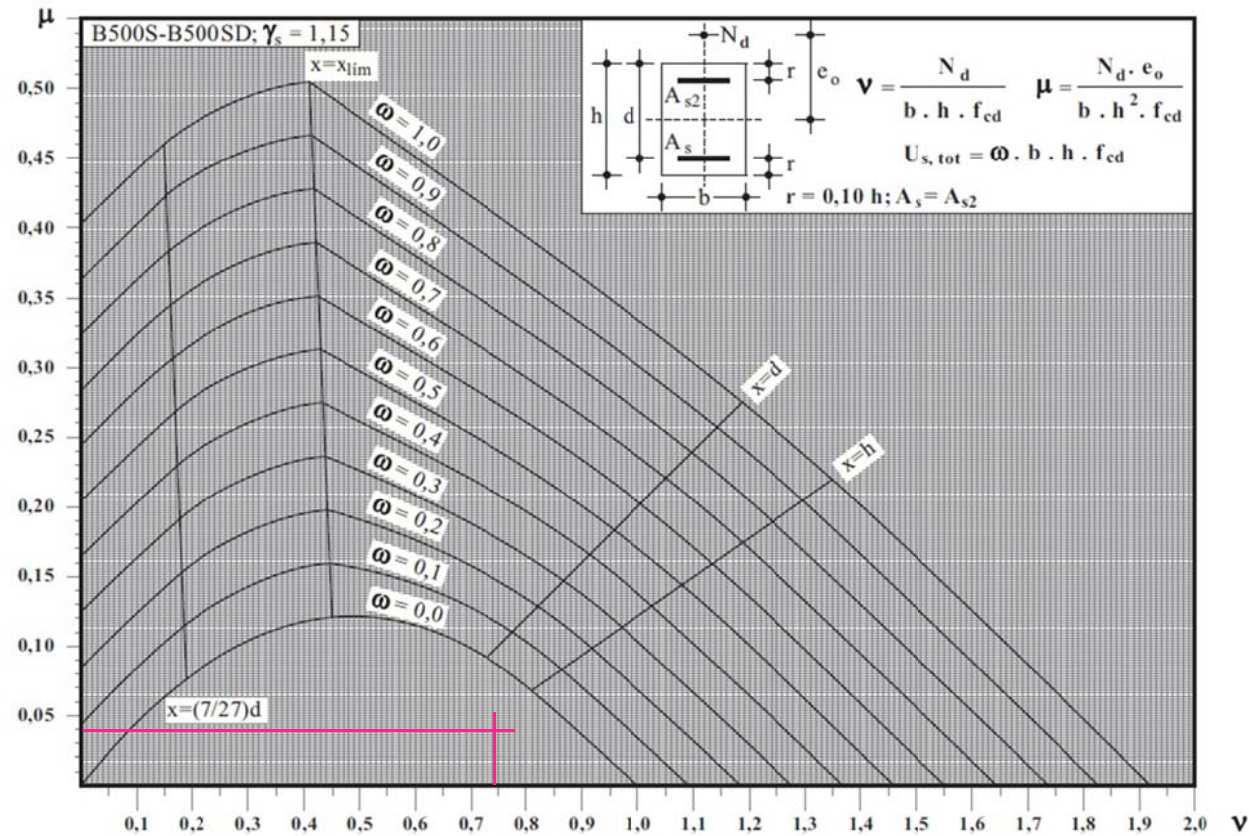
$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$

$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,6 \times 5600 = 3360 \text{ KN} \cdot m$

$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{4157}{5600} = 0,74$

$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = \frac{124,71}{3360} = 0,037$

Si entramos ahora en el ábaco:

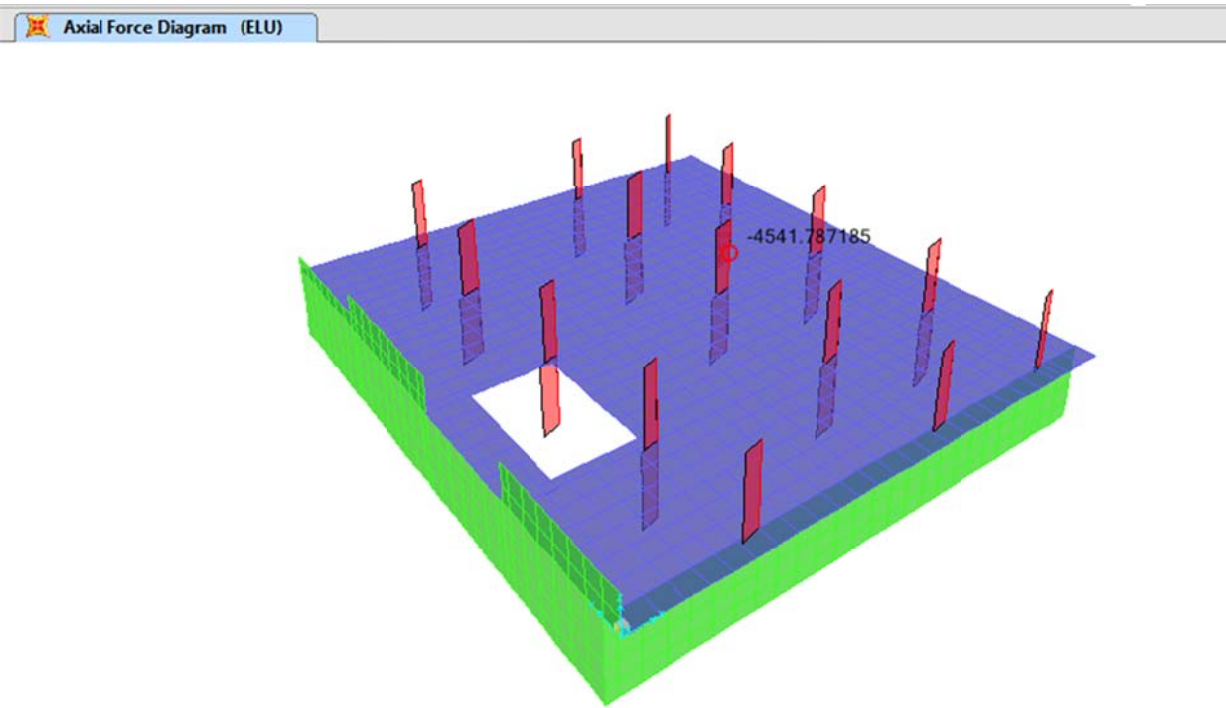


Nos encontramos en una zona $\omega = 0$.

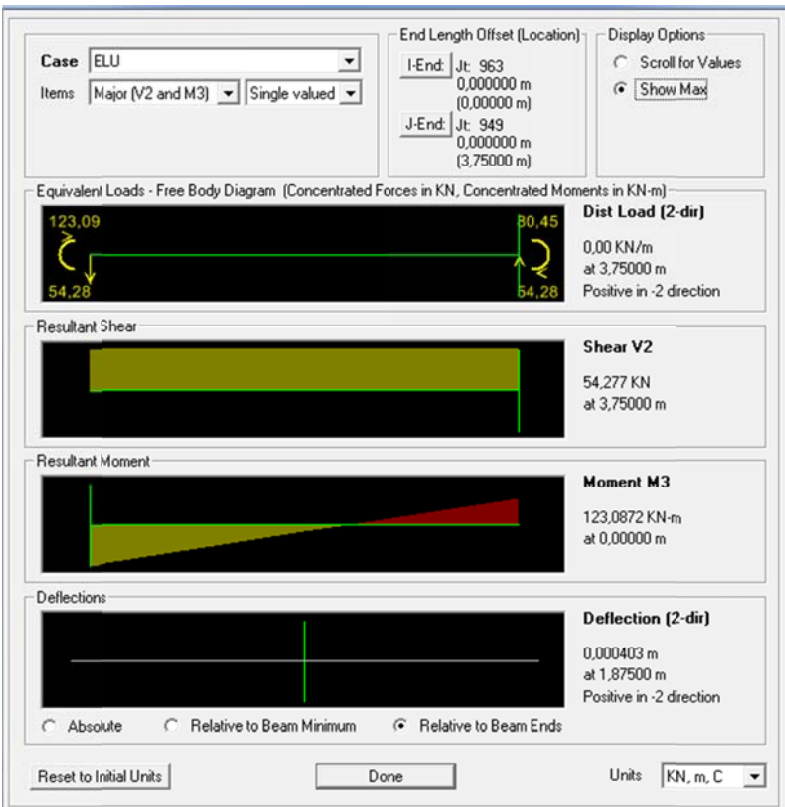
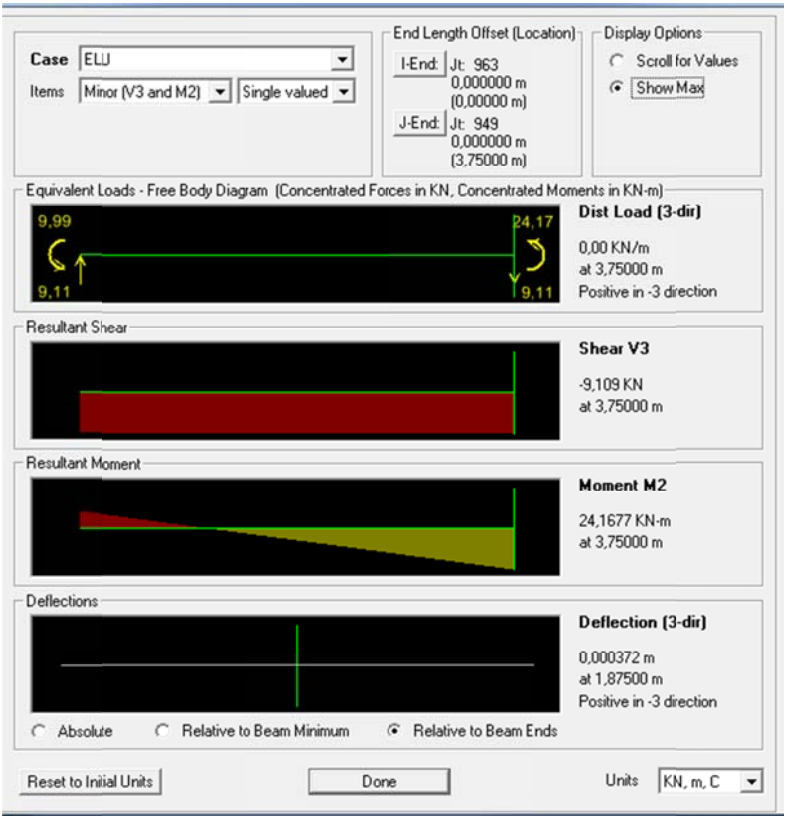
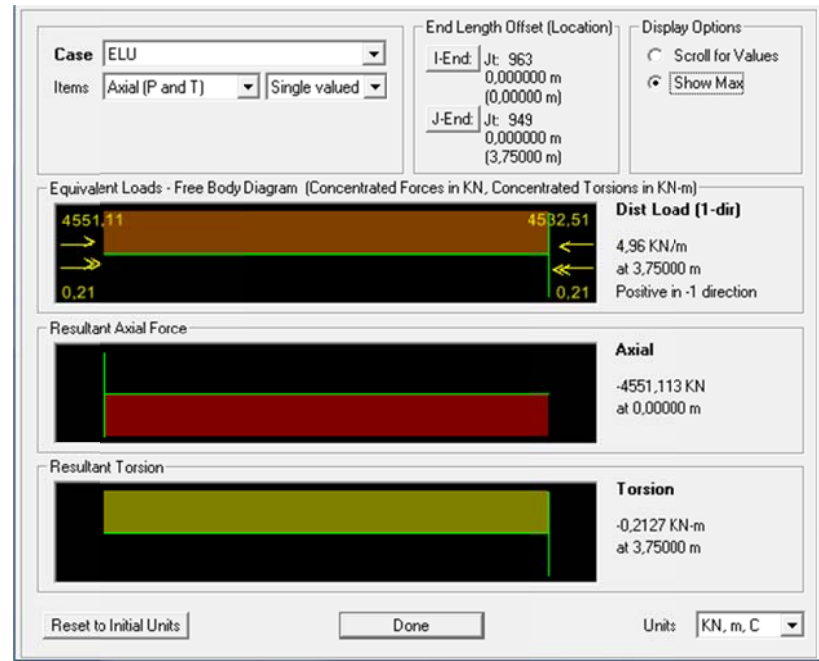
Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{s,tot} = (6\varnothing 16)$

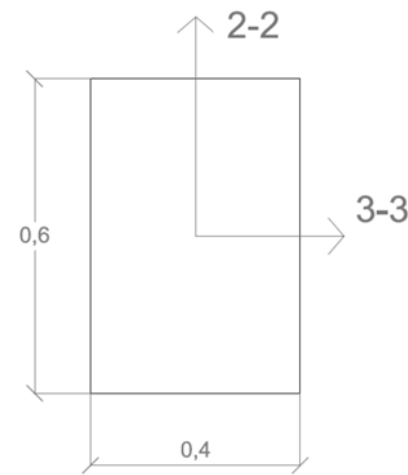
PLANTA BAJA.

El pilar que vamos a calcular es el que aparece en la imagen.



Los esfuerzos a los que está sometido son los siguientes:





De modo que tenemos unos esfuerzos de:

$$N_d = -4551 \text{ KN}$$

$$M_{d2-2} = 24,2 \text{ KN} \cdot m$$

$$M_{d3-3} = 123 \text{ KN} \cdot m$$

En general sabemos que:

- Armadura mínima

$$U_{stot} \geq \frac{4}{1000} \times b \times h \times f_{yd} \times 10^{-3} = \frac{4}{1000} \times 400 \times 600 \times 434,78 \times 10^{-3} = 417 \text{ KN}$$

Armadura $\rightarrow 6\emptyset 16$ (524KN)

- Armadura máxima.

$$U_{stot} \leq b \times h \times f_{cd} = 400 \times 600 \times \frac{35}{1,5} \times 10^{-3} = 5600 \text{ KN}$$

Dirección 2-2 (h=0,4m)

$M_{d2-2} = 24,2 \text{ KN} \cdot m \rightarrow$ pero tomaremos el momento producido por la excentricidad mínima $h/20 = 0,02 \text{ m}$ que es: $N_d \cdot 0,02 = 4551 \times 0,02 = 91 \text{ KN} \cdot m$

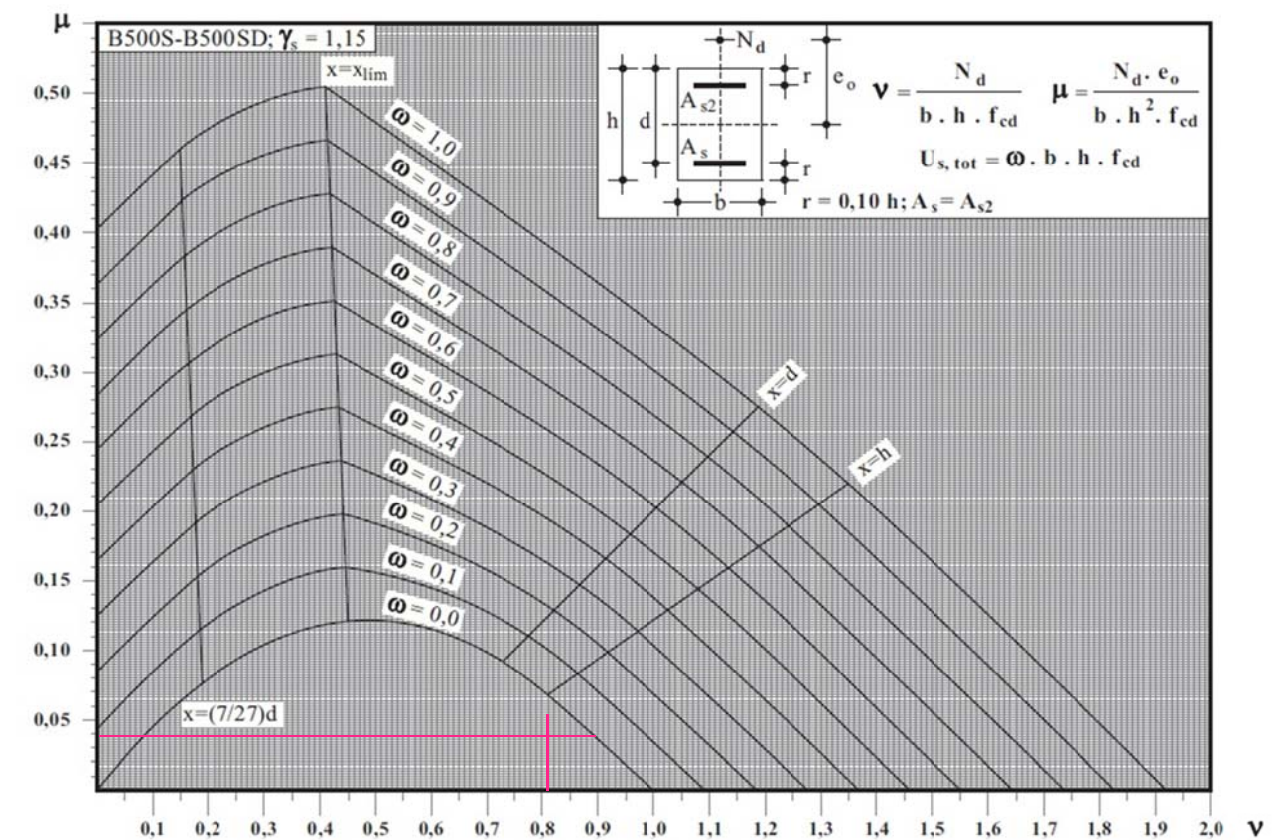
$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,4 \times 5600 = 2240 \text{ KN} \cdot m$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{4551}{5600} = 0,81$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,04$$

Si entramos ahora en el ábaco:



Nos encontramos en una zona $\omega = 0$.

Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{stot} = (6\emptyset 16)$

Dirección 3-3 (h=0,6m)

$M_{d3-3} = 123 \text{ KN} \cdot \text{m} \rightarrow$ pero tomaremos el momento producido por la excentricidad mínima $e_{\min} = 0,03 \text{ m}$

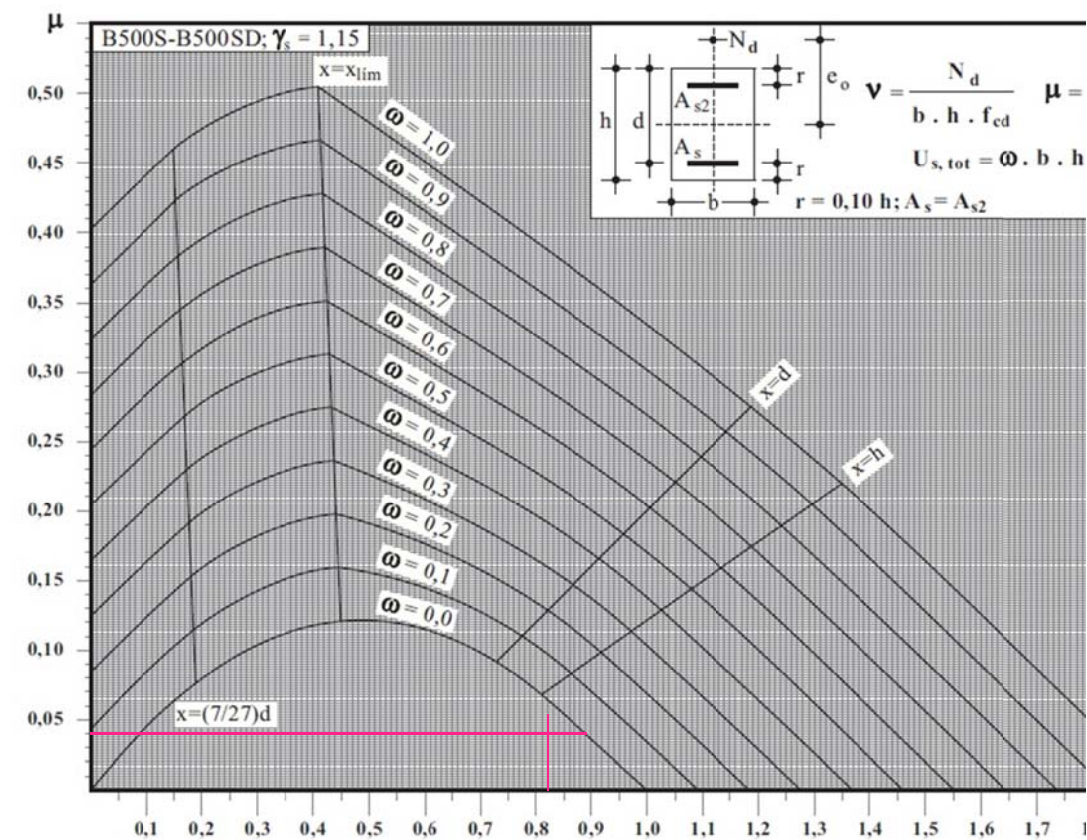
$$M_{d\min 3-3} = N_d \cdot 0,03 = 4551 \cdot 0,03 = 136,53 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,6 \cdot 5600 = 3360 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{4551}{5600} = 0,81$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,04$$

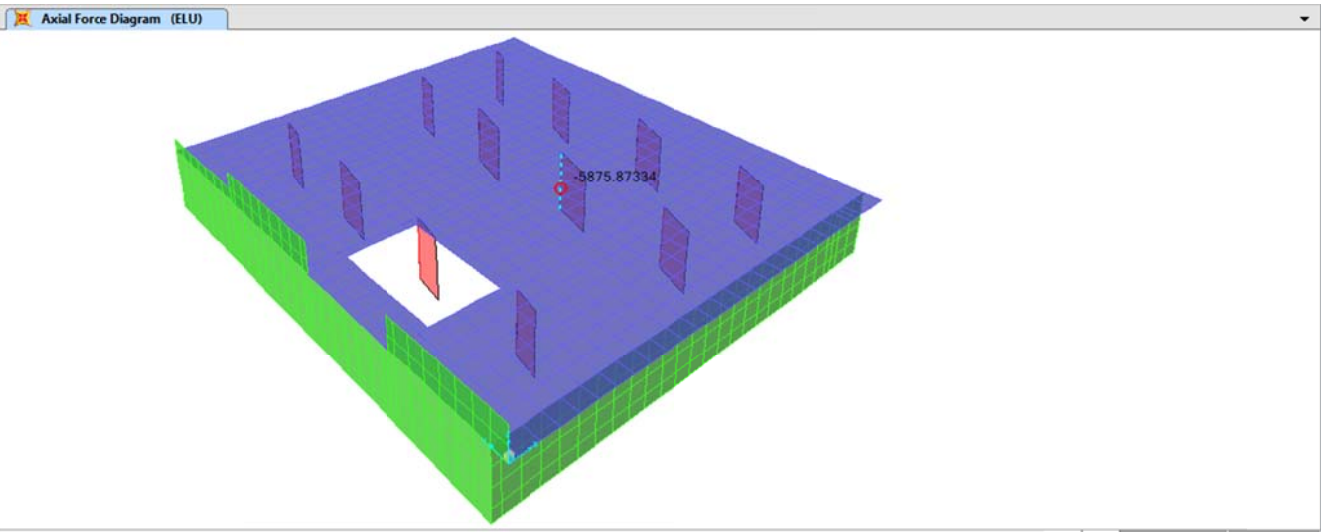


Nos encontramos en una zona $\omega = 0$.

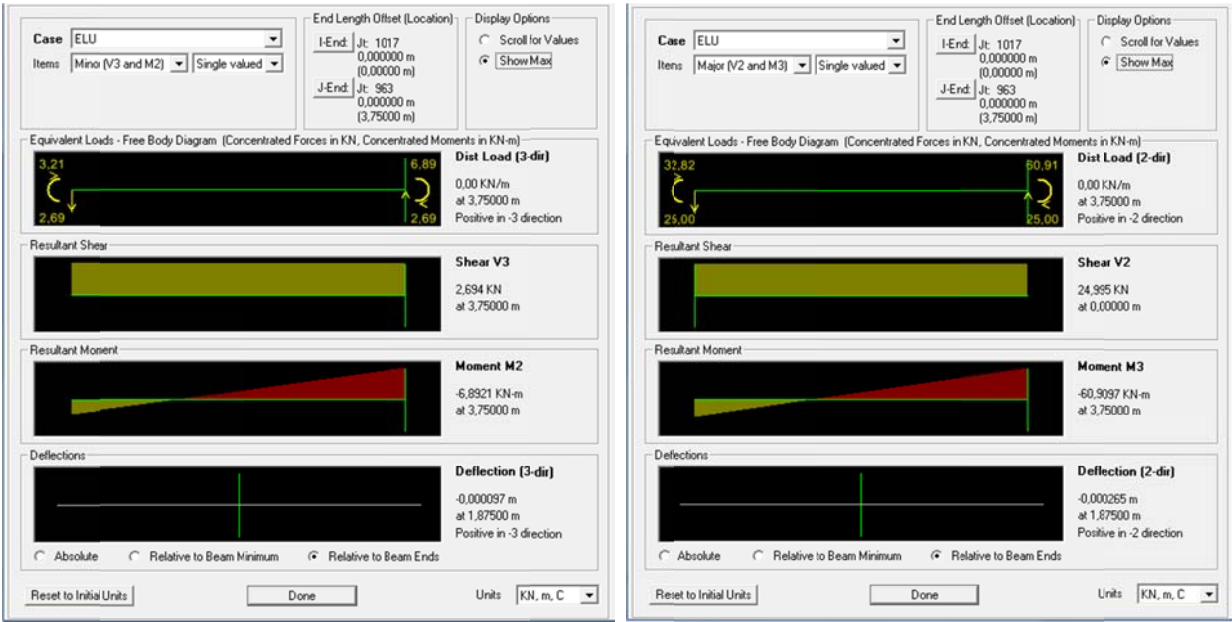
Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{s\text{tot}} = (6\emptyset 16)$

PLANTA SÓTANO.

El pilar que vamos a calcular es el que aparece en la imagen.



Y a continuación vemos los esfuerzos a los que estará sometido.



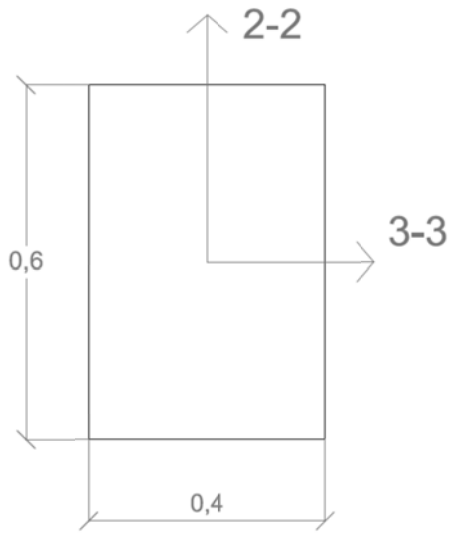
De modo que tenemos unos esfuerzos de:

$$N_d = -5875,8 \text{ KN}$$
$$M_{d2-2} = 6,8 \text{ KN} \cdot \text{m}$$
$$M_{d3-3} = 60,9 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

En general sabemos que:

- Armadura mínima
$$U_{stot} \geq \frac{4}{1000} \times b \times h \times f_{yd} \times 10^{-3} = \frac{4}{1000} \times 400 \times 600 \times 434,78 \times 10^{-3} = 417 \text{ KN}$$
Armadura $\rightarrow 6\text{Ø}16$ (524KN)

- Armadura máxima.
$$U_{stot} \leq b \times h \times f_{cd} = 400 \times 600 \times \frac{35}{1,5} \times 10^{-3} = 5600 \text{ KN}$$



Dirección 2-2 (h=0,3m)

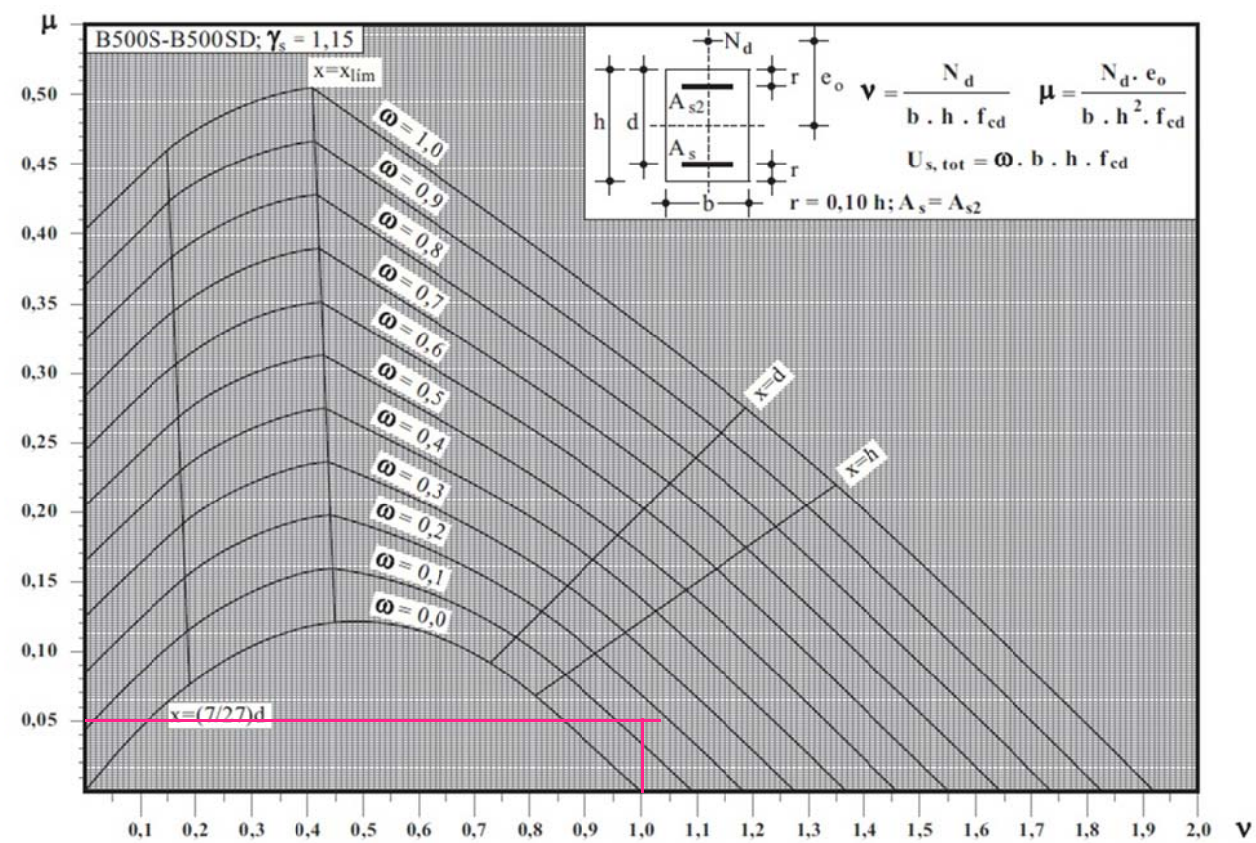
$$M_{d2-2} = 6,8 \text{ KN} \cdot \text{m} \rightarrow \text{pero tomaremos el momento producido por la excentricidad mínima } h/20 = 0,02 \text{ m que es: } N_d \cdot 0,02 = 5875,8 \cdot 0,02 = 117,51 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$
$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,4 \times 5600 = 2240 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{5875,8}{5600} = 1,05$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,05$$

Si entramos ahora en el ábaco:



Nos encontramos en una zona $\omega = 0,14$.

$$U_{stot} = \omega \times A_c \times f_{cd} = 0,14 \times 5600 = 784 \text{ KN}.$$

Armadura $\rightarrow 6\emptyset 20$ (819,5KN)

Dirección 3-3 (h=0,6m)

$M_{d3-3} = 31,1 \text{ KN} \cdot \text{m}$ \rightarrow pero tomaremos el momento producido por la excentricidad

mínima $e_{min} = 0,03 \text{ m}$

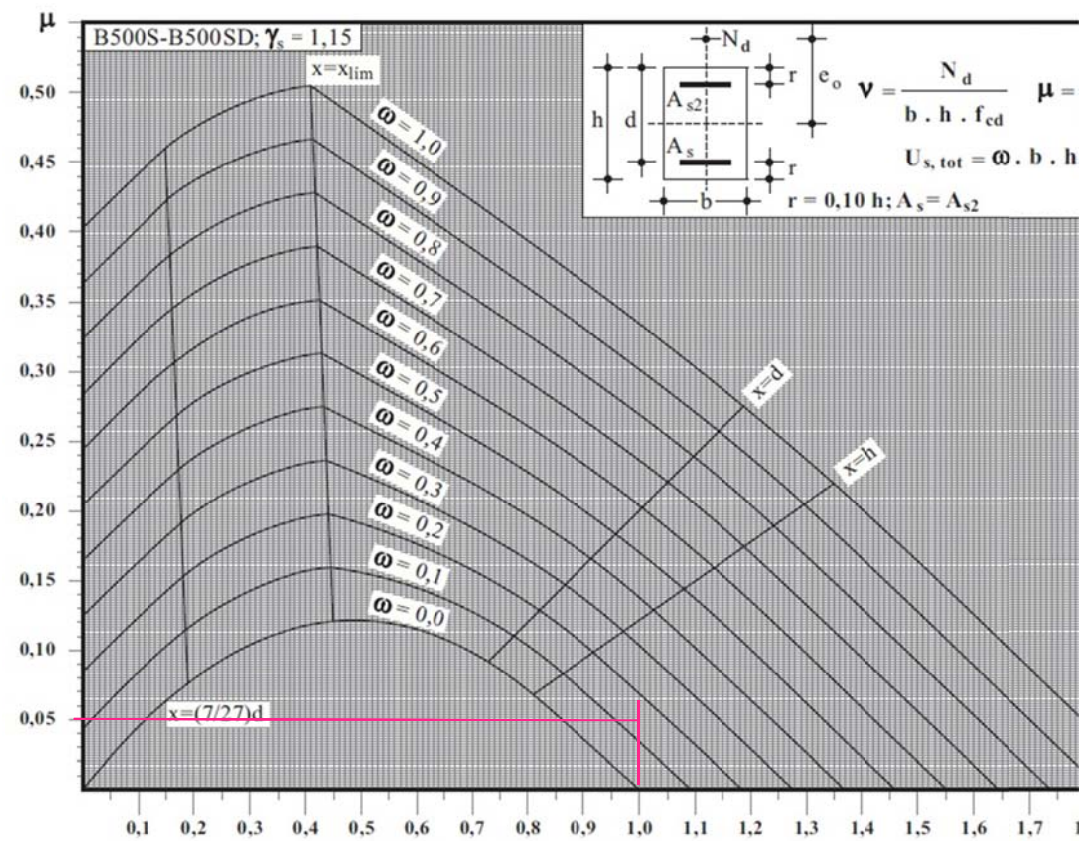
$$M_{dmin\ 3-3} = N_d \cdot 0,03 = 5875 \cdot 0,03 = 176,25 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,6 \cdot 5600 = 3360 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{5875}{5600} = 1,04$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,05$$



Nos encontramos en una zona

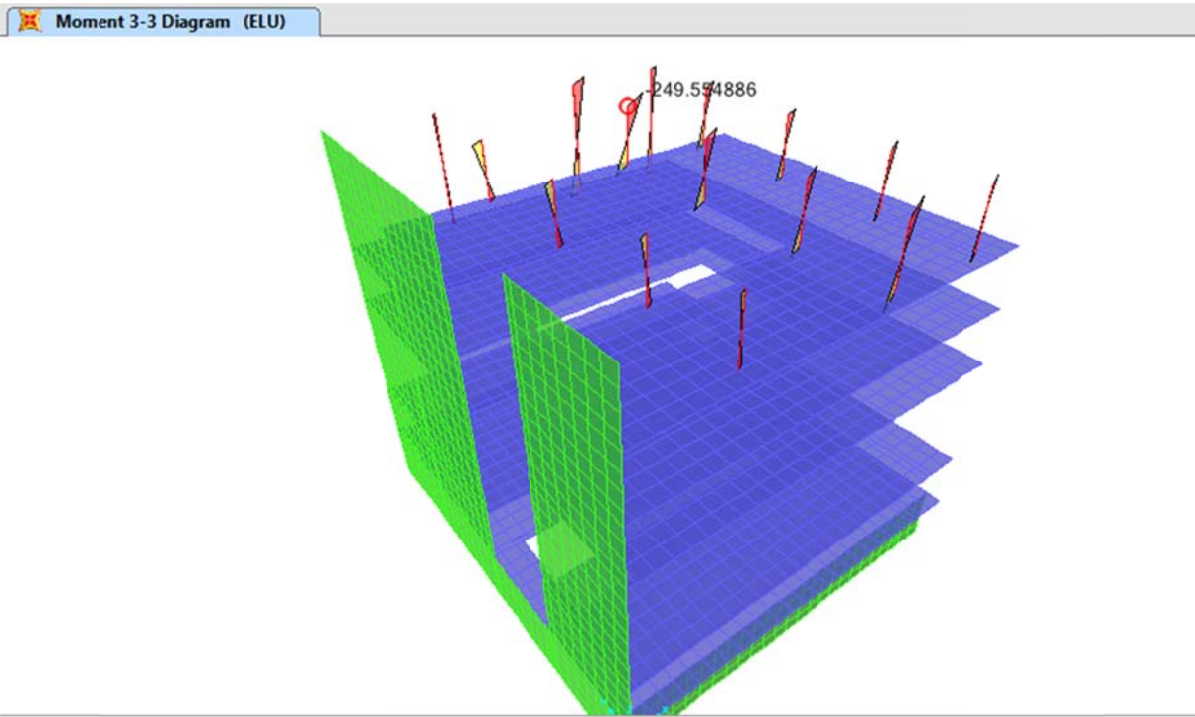
$\omega = 0.13$.

$$U_{stot} = \omega \times A_c \times f_{cd} = 0.13 \times 5600 = 728 \text{ KN}.$$

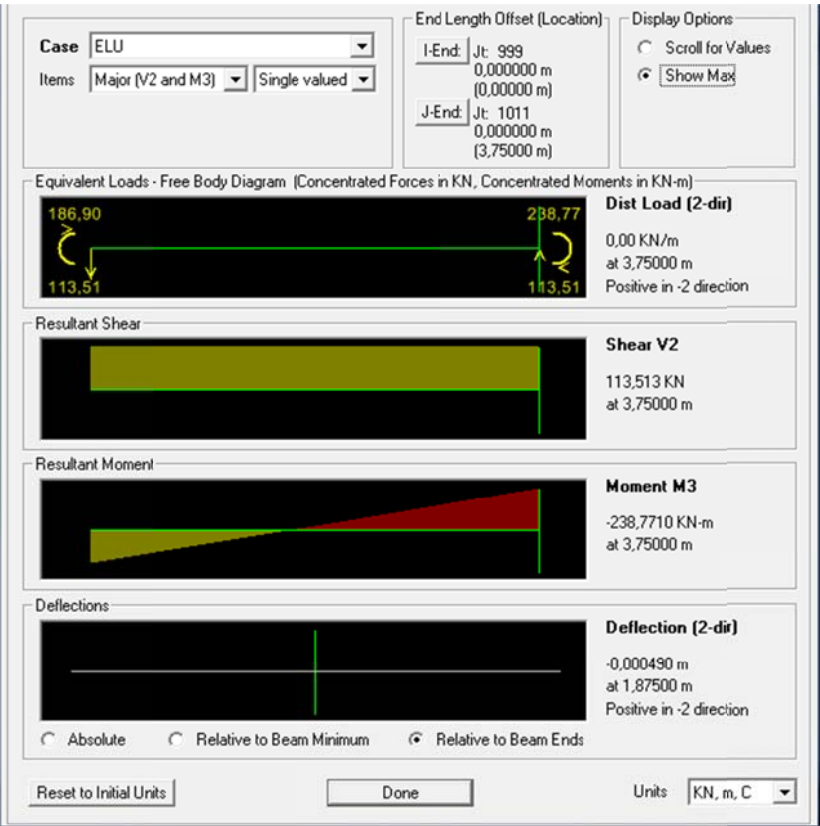
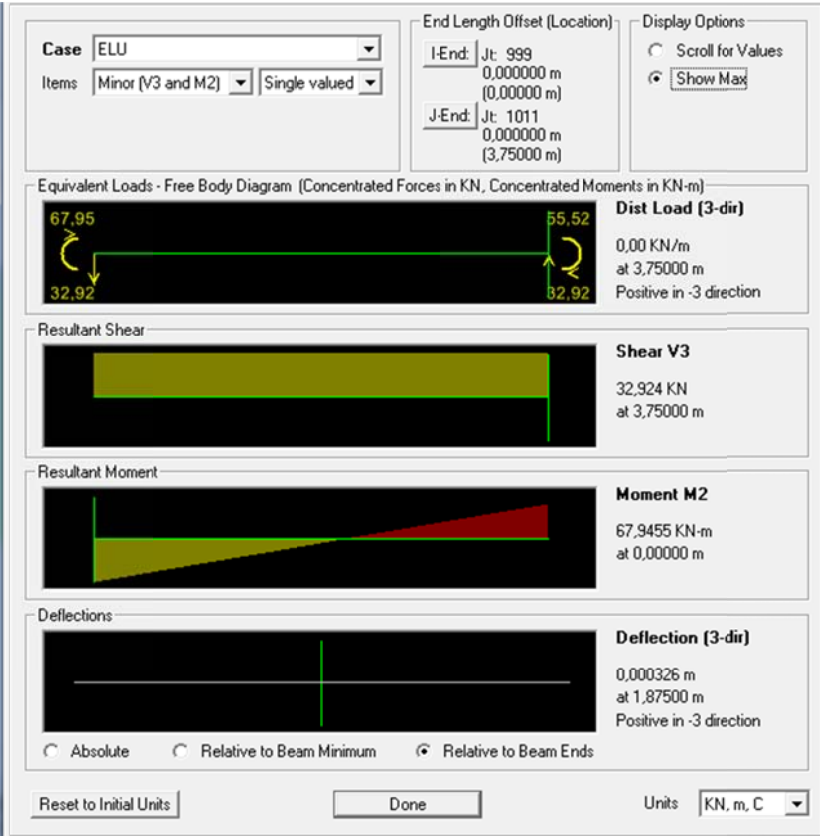
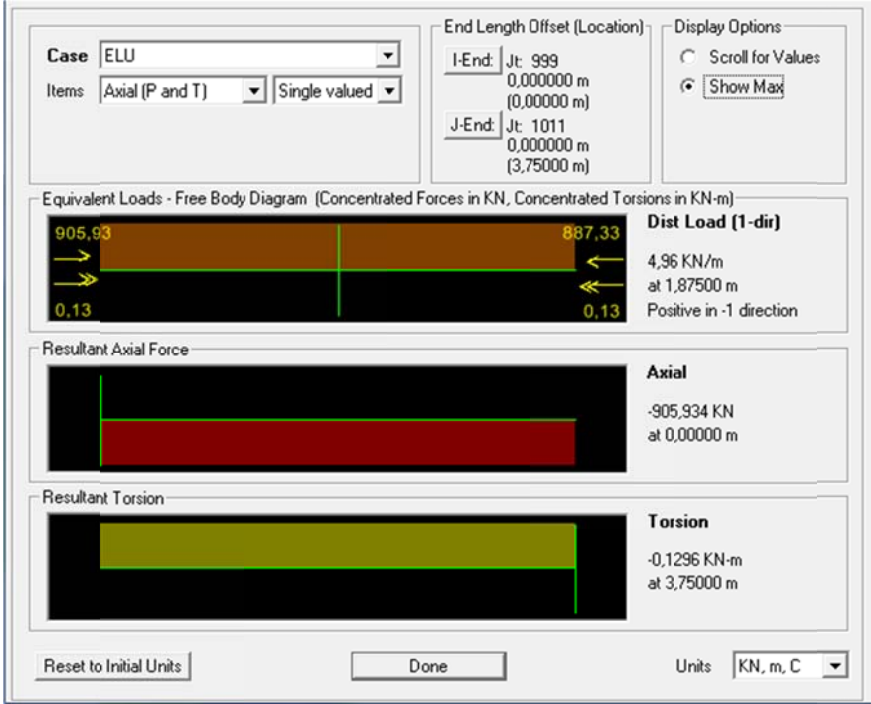
Armadura $\rightarrow 6\emptyset 20$ (819,5KN)

ÚLTIMA PLANTA.

El pilar que vamos a calcular es el que aparece en la imagen.



Los esfuerzos a los que está sometido son los siguientes :



De modo que tenemos unos esfuerzos de:

$$N_d = -905,934 \text{ KN}$$

$$M_{d2-2} = 67,95 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_{d3-3} = 238,7 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

En general sabemos que:

- Armadura mínima

$$U_{stot} \geq \frac{4}{1000} \times b \times h \times f_{yd} \times 10^{-3} = \frac{4}{1000} \times 400 \times 600 \times 434,78 \times 10^{-3} = 417 \text{ KN}$$

Armadura $\rightarrow 6\emptyset 16$ (524KN)

- Armadura máxima.

$$U_{stot} \leq b \times h \times f_{cd} = 400 \times 600 \times \frac{35}{1,5} \times = 5600 \text{ KN}$$

Dirección 2-2 (h=0,4m)

$$M_{d2-2} = 67,95 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Momento producido por la excentricidad mínima $h/20 = 0,02 \text{ m}$ que es: $N_d \cdot 0,02 = 905,934 \times 0,02 = 18,11 \text{ KN} \cdot \text{m}$

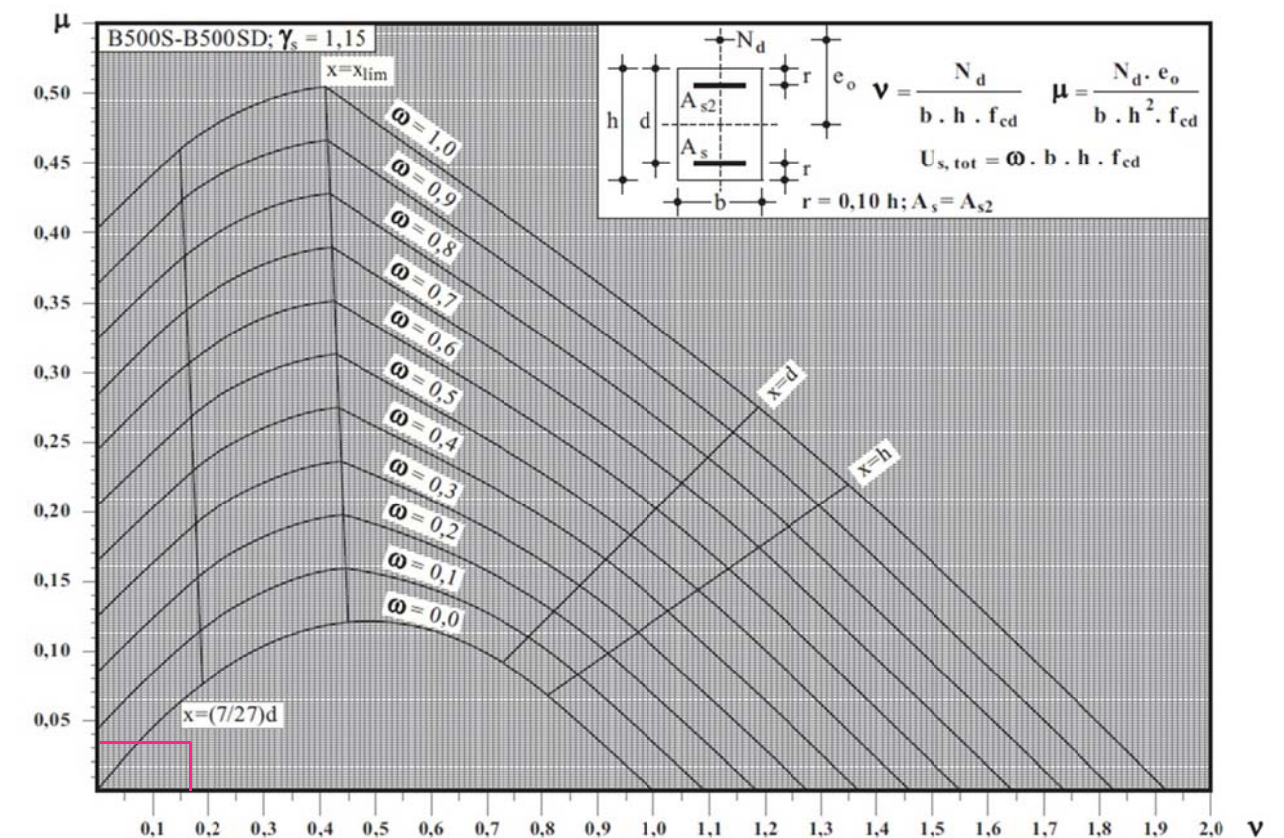
$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,4 \times 5600 = 2240 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{905,9}{5600} = 0,16$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = \frac{67,95}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = 0,03$$

Si entramos ahora en el ábaco:



Nos encontramos en una zona $\omega = 0,0$.

Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{stot} = 6\emptyset 16$ (524KN)

Dirección 3-3 (h=0,6m)

$$M_{d3-3} = 238,7 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Momento producido por la excentricidad mínima $h/20 = 0,03 \text{ m}$

que es: $N_d \cdot 0,03 = 905,934 \times 0,03 = 27,17 \text{ KN} \cdot \text{m}$

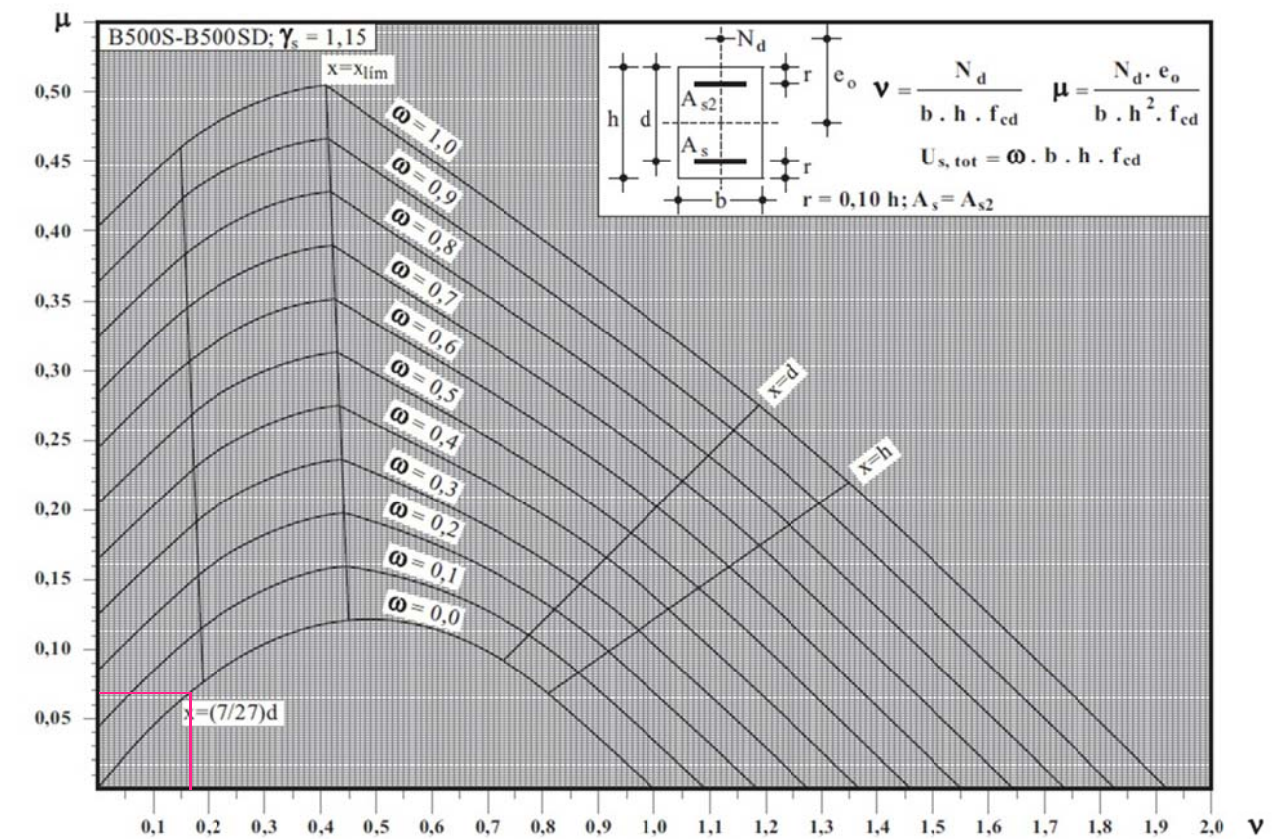
$$A_c \cdot f_{cd} = 5600 \text{ KN}$$

$$h \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,6 \times 5600 = 3360 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{905,9}{5600} = 0,16$$

$$\mu = \frac{M_d}{h \cdot A_c \cdot f_{cd}} = \frac{238,7}{3360} = 0,07$$

Si entramos ahora en el ábaco:



Nos encontramos en una zona $\omega = 0$.

Por tanto, basta con disponer la armadura mínima $U_{s,tot} = 6\text{Ø}16$ (524KN)

Al calcularse los pilares más desfavorables podemos decir que la estructura se resolverá con pilares de 40 x60 cm en todas sus plantas.