

ANEXOS
MHAB JUNIO 2025 UNIDAD ÁBALOS

BEATRIZ PEREIRA PAYO

TALLER DE ESTRUCTURAS

BEATRIZ PEREIRA PAYO

MEMORIA

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

- 1.1. Descripción general del proyecto
- 1.2. Descripción general de la estructura

2. DECLARACIÓN CUMPLIMIENTO EXIGENCIAS BÁSICAS

- 2.1. Resistencia y estabilidad
- 2.2. Aptitud al servicio

3. TERRENO Y CIMENTACIÓN

- 3.1. Estudio geotécnico
- 3.2. Características mecánicas del terreno
- 3.3. Cimientos
- 3.4. Elementos de contención
- 3.5. Arriostramiento de los elementos de cimentación

4. ACCIONES

- 4.1. Acciones gravitatorias
- 4.2. Uso
- 4.3. Nieve
- 4.4. Sismo
- 4.5. Acción térmica
- 4.6. Viento

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

6. ANÁLISIS

- 6.1. Forjados
- 6.2. Vigas
- 6.3. Pilares
- 6.4. Arriostramientos

7. ANEJO DE CÁLCULO

PLANOS

ARQUITECTURA

- AR-01 Alzados
- AR-02 Secciones este-oeste
- AR-03 Planta baja y planta de cubiertas

ESTRUCTURA

- ES-00 Axonometría
- ES-01 Planta de cimentación y replanteo
- ES-02 Planta primera
- ES-03 Planta segunda
- ES-04 Planta de cubierta
- ES-05 Sección longitudinal
- ES-06 Secciones transversales

Juntas de dilatación

Como previamente se ha mencionado, en la estructura de madera se plantean dos juntas de dilatación en el eje longitudinal del edificio. Al tratarse de este material, son las acciones relacionadas con la humedad y no las térmicas las que afectan a la estructura. Para realizar la junta se lleva a cabo una duplicación de pilares en el pórtico 7-8 y en el 20-21. Estas posiciones se deben a razones de diseño y dejan tres estructuras independientes de 31,2, 55 y 25 metros. En la estructura de hormigón, la única junta de dilatación se encuentra entre la construcción preexistente y la nueva planta.

2. DECLARACIÓN CUMPLIMIENTO EXIGENCIAS BÁSICAS

2.1. Resistencia y estabilidad

La totalidad del conjunto ha sido proyectada y calculada conforme a las exigencias básicas de resistencia mecánica y estabilidad, recogidas en el Documento Básico DB-SE del Código Técnico de la Edificación, así como en los documentos complementarios DB-SE-M (madera) y DB-SE-C (cimentaciones).

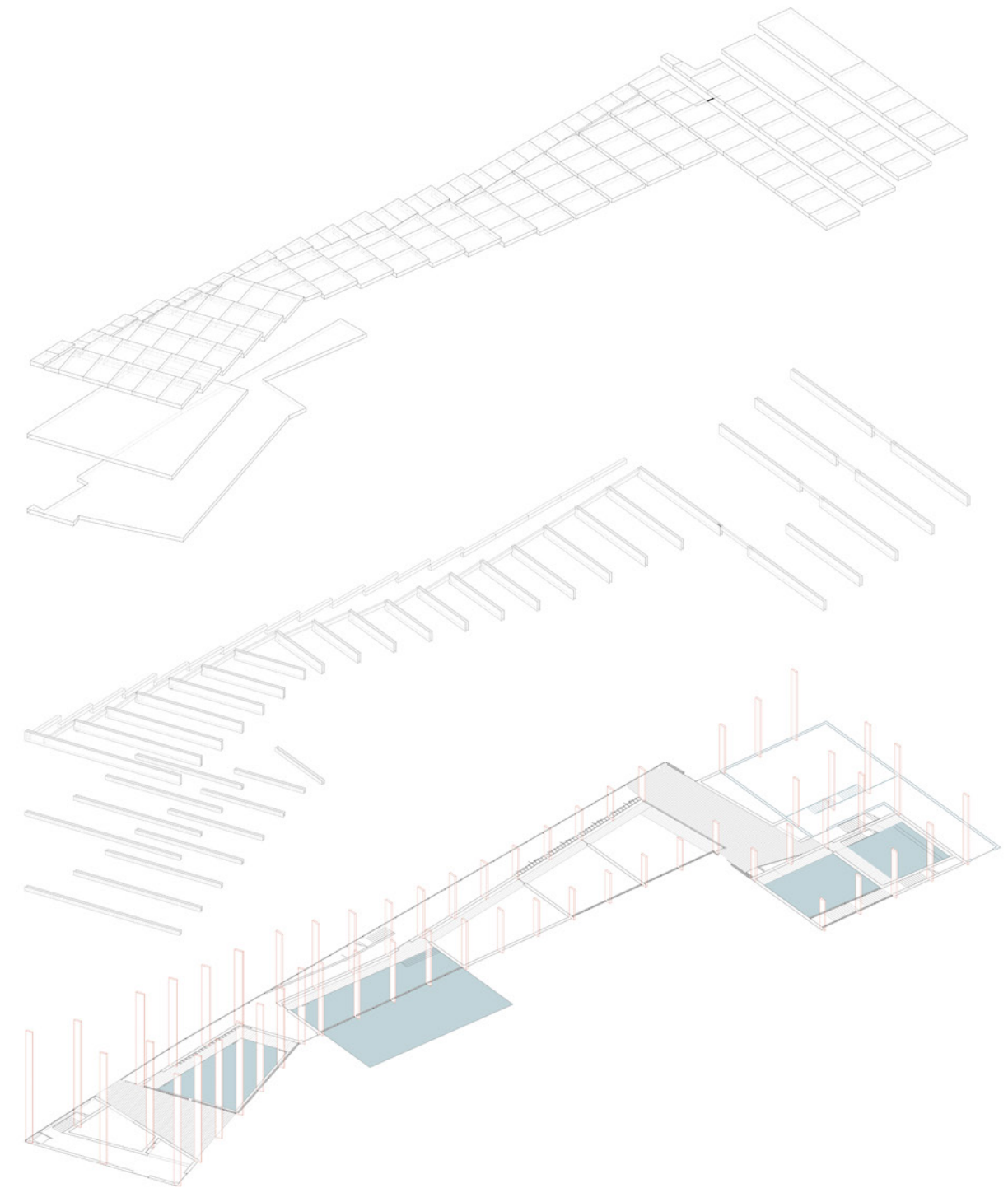
Se han considerado las acciones permanentes, variables (uso, viento, nieve), acciones térmicas y, en su caso, acciones accidentales, combinadas según las especificaciones del DB SE-AE: Documento básico de Acciones en la Edificación. Los elementos estructurales han sido dimensionados garantizando su capacidad resistente frente a los estados límite últimos (ELU), tanto en situación persistente como accidental, especialmente en la madera, según el DB SI: Documento básico de Seguridad en caso de Incendio.

La estructura de hormigón armado se ha diseñado conforme a lo indicado en el CTE DB-SE y la Instrucción EHE-08. La estructura de madera laminada ha sido calculada conforme a los principios de la norma UNE-EN 1995 (Eurocódigo 5), adaptados a las condiciones de exposición establecidas para la zona climática de Marbella, teniendo en cuenta los posibles efectos de humedad y temperatura sobre el comportamiento de la madera estructural.

2.2. Aptitud al servicio

Se ha verificado el cumplimiento de los estados límite de servicio (ELS), incluyendo flechas máximas admisibles, control de deformaciones diferidas y posibles fenómenos de vibración, en los elementos de madera laminada y de hormigón armado.

En el cálculo se ha considerado la exposición del edificio al ambiente húmedo característico de un balneario en clima mediterráneo costero, aplicando la clase de servicio correspondiente para cada material estructural según norma. Las deformaciones a largo plazo, especialmente en la madera laminada (fluencia y relajación bajo humedad), se han tenido en cuenta mediante los coeficientes de corrección adecuados.



3. TERRENO Y CIMENTACIÓN

3.1. Estudio geotécnico

El terreno en el que se realiza la intervención es un suelo cuaternario de arenas con diferentes niveles de rocas sedimentarias típicas de una ubicación adyacente al territorio litoral y aluvial: areniscas, margas, arenas con fauna... Sobre este elemento se distribuye una capa de ancho variable de hasta 2 metros de profundidad, de rellenos resultantes de la sedimentación más reciente. Bajo esta capa de elementos no compactados se encuentra el nivel freático.

Según el mapa geológico de la zona realizado por el IGME, la tercera capa está formada por areniscas rojas, arcillas, conglomerados de cuarzo... de alrededor de cinco metros de profundidad. Y tras esta una capa de rocas de pizarras y grauwacas.

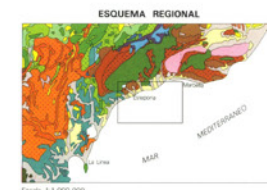
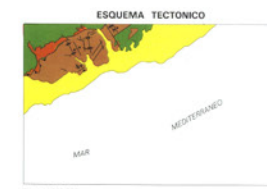
Las construcciones existentes y las proyectadas se han de realizar bajo esta capa de elementos no compactados de dos metros, donde también se encuentra el nivel freático. Estas características de las arenas permiten considerar una cimentación directa.

3.2. Características mecánicas del terreno

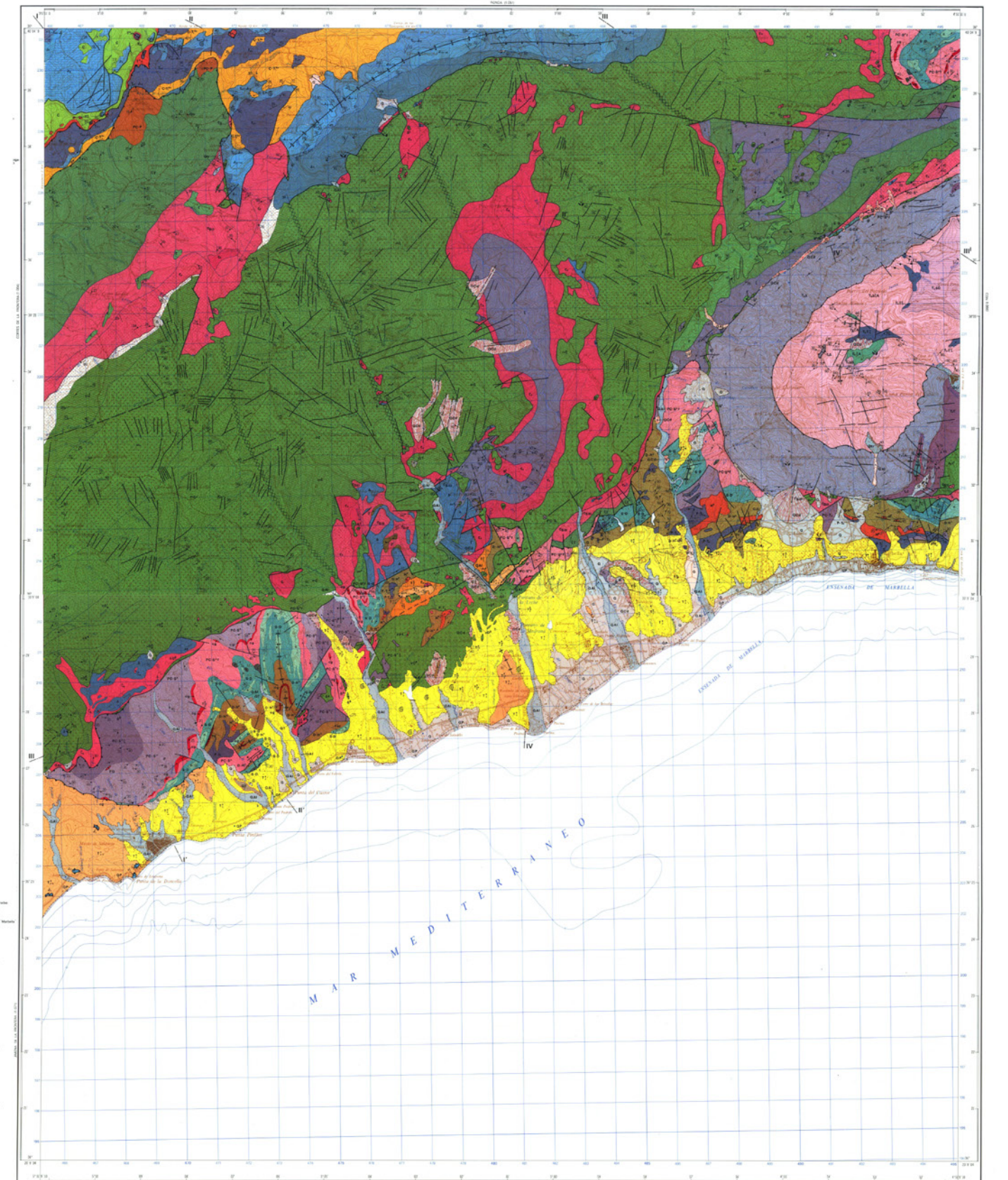
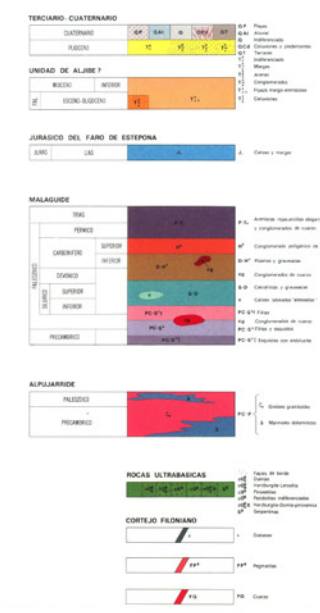
A partir de los planos del estudio geotécnico que se muestran, así como las pautas y recomendaciones del DB-SE-C del CTE se consideran los siguientes parámetros y características del terreno para los cálculos de la cimentación de las diferentes zonas de la estructura:

Parámetros del terreno

Terreno	Tipo	qu (kPa)	φ	ka empuje activo	kp empuje pasivo	peso específico aparente (kN/m ³)	permeabilidad (m/s)
Rellenos	blandos no cohesivos	80-150	25	0,49	3,04	17	permeable 10 ⁻²
Arenas	densas y con niveles de sedimentos	150-300	35	0,27	3,7	19	permeable 10 ⁻⁵
Areniscas rojas, arcillas, conglomerados de cuarzo	roca con niveles de sedimentos	300-500	-	-	-	22	impermeable <10 ⁻⁹
Pizarras y grauwacas	roca	500-5000	-	-	-	-	impermeable



LEYENDA



3.3. Cimientos

Como se ha podido comprobar en el estudio geotécnico, el terreno permite una cimentación directa. La huella del edificio sobre rasante no coincide con la huella del edificio bajo rasante, esta cualidad y la presencia de estructuras preexistentes, hace que el proyecto tenga cuatro tipologías de cimentaciones directas diferentes:

■ **Losa de cimentación:** Está presente en la estructura preexistente de la parcela y en los fosos de los ascensores. Sobre la estructura preexistente se apoyan 16 pilares de madera laminada de nueva planta. Se plantea que la losa es capaz de soportar las cargas de los pilares, en aquellos lugares en los que no, se indican refuerzos de hormigón armado.

■ **Zapatas con pozos de cimentación:** son la gran mayoría de ellas zapatas aisladas.* Se recurre a esta cimentación en aquellas partes del edificio sobre rasante donde la zapata se coloca a cota cero mientras que tiene que alcanzar el firme a 2m. (Figura 1)

■ **Zapatas sin pozos de cimentación:** principalmente zapatas aisladas.* Este tipo se escoge para la cimentación de las partes de las plantas sobre rasante que albergan piscinas. Las piscinas conllevan bajar la cota de cimentación a los 2 metros, haciendo los pozos de cimentación innecesarios (Figura 1). Así como para los escasos pilares de la planta bajo rasante.

■ **Zapata corrida:** se utilizan para la cimentación de los muros de contención de la planta bajo rasante nueva.

*Solamente hay zapata combinada en la duplicación de pilares resultante de las juntas de dilatación.

Para proceder al cálculo de la nueva cimentación se diferencian las siguientes tipologías: zapata aislada, aislada descentrada, combinada y corrida. Y dentro de estas, se ha tenido en cuenta los diferentes tipos de pilares que se explicarán más adelante (se muestran en el diagrama de la izquierda).

Zapata aislada

A la hora de obtener el tamaño de cada zapata, se tiene en cuenta la presión admisible del terreno de cálculo (se toma un valor intermedio, 250 kN/m²) y el axil de cada pilar. Con esto obtenemos el área de la zapata, y de ahí deducimos la medida equivalente a cada lado, en este caso la misma al tratarse de zapatas cuadradas. El canto es el resultado de dividir el vuelo más grande de la zapata entre dos. Estos cálculos se ven reflejados en la tabla a continuación. (Figura 3)

Conociendo las dimensiones de las zapatas, se calcula su armado. Para ello se averigua el momento solicitante a partir del axil y el vuelo máximo. Una vez obtenido el momento hemos calculado el área del armado, para lo que se necesita la resistencia de cálculo a tracción del acero B500 = 43,4 kN/cm², y el canto de la zapata. Se calcula el número de redondos, suponiendo que son de Ø16, y con esto se obtiene el espacio en el que colocar los redondos, teniendo en cuenta que hay que dejar 5cm desde ambos bordes de la zapata. Por último, comprobamos si la separación máxima entre redondos es de 0,3 metros para ver si el armado es correcto, como se puede ver en la tabla a continuación.

Como podemos comprobar, solo las zapatas de tipo 1 y 1' cumplen, por lo que pasamos a probar con redondos del 12. De esta manera, el espacio en el resto de tipos ya es menor de 0,3m. (Figura 4)

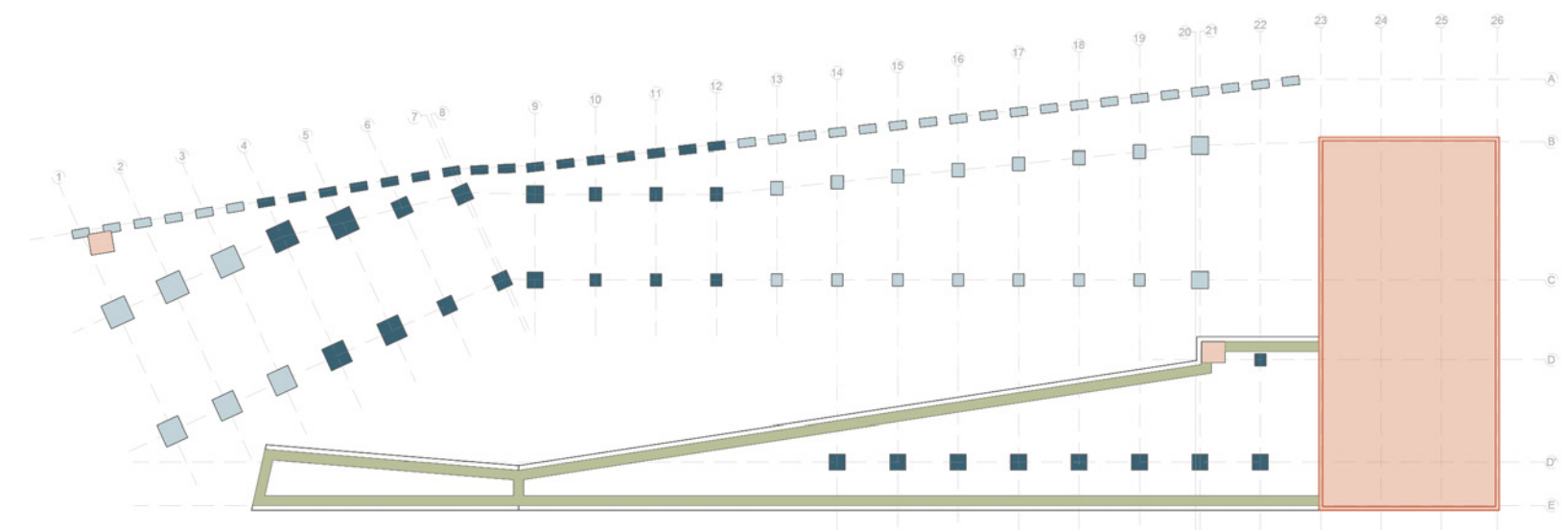


Figura 1. Tipologías de cimentaciones directas.

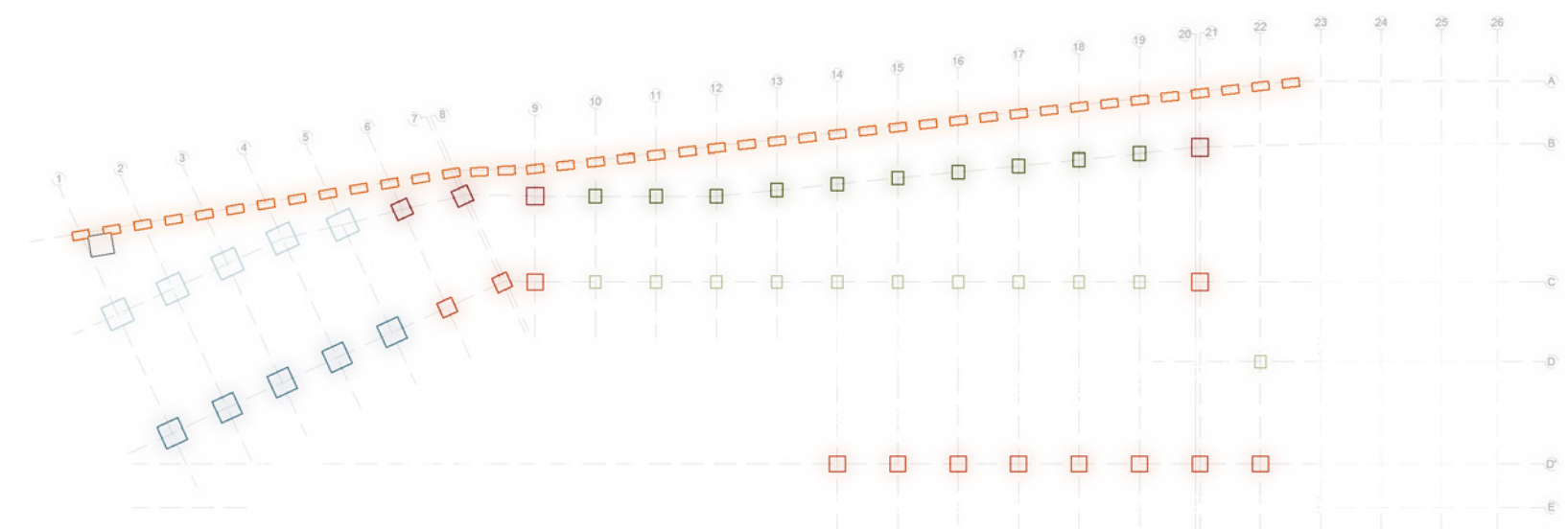


Figura 2. Tipos de zapatas según tipos de pilares.

Zapatas simples									
Pilar	Ancho (m)	Largo (m)	Nk (kN)	Área zapata (m ²)	Tamaño zapata (m)	Vuelo máx en X (cm)	Vuelo máx en Y (cm)	Canto (m)	
Tipo 1	0,28	0,92	876,3	3,51	1,9	0,8	0,5	0,4	
Tipo 1'	0,28	1,44	983,0	3,93	2,0	0,9	0,3	0,4	
Tipo 2A	0,28	0,8	492,8	1,97	1,4	0,6	0,3	0,3	
Tipo 2B	0,28	0,8	392,5	1,57	1,3	0,5	0,2	0,2	
Tipo 2B'	0,28	1	463,6	1,85	1,4	0,5	0,2	0,3	
Tipo 3	0,28	0,8	200,7	0,80	0,9	0,3	0,0	0,2	
Tipo 3'	0,28	1	236,2	0,94	1,0	0,3	0,0	0,2	
Tipo 4	0,28	0,8	468,5	1,87	1,4	0,5	0,3	0,3	

Figura 3.

Zapata descentrada

Como todas las zapatas anteriores el cálculo se hace a partir de las dimensiones y el axil del pilar, así como de la presión admisible del terreno. Sin embargo, en esta ocasión las dimensiones del lado mayor y el armado de la zapata se obtienen a partir de las tablas del prontuario APTS en referencia a las cimentaciones. El lado menor corresponde a la mitad del lado mayor, y el canto se obtiene dividiendo entre dos el lado calculado.

En este caso, las zapatas calculadas no necesitan vigas centradoras. (Figura 5)

Zapatas combinadas

Para las zapatas combinadas hemos seleccionado aquellos pilares que quedaban muy cercanos, como son los pertenecientes a los ejes 7-8 y 20-21, debido a estar en las juntas de dilatación. Para calcular su tamaño hemos seguido el mismo procedimiento que con las zapatas simples, pero sumando el axil de cada pilar y escogiendo (en los casos necesarios) un tamaño diferente para la dirección X e Y.

Para el armado se sigue el mismo procedimiento, calculando por separado el armado en la dirección X y en la dirección Y. (Figura 6)

Zapata corrida

Debido a que en la planta bajo rasante hay muros de contención, es necesaria la colocación de zapatas corridas para sostener cada uno de ellos. En cuanto a sus dimensiones, se establece que todas ellas sean descentradas y midan 80 cm de ancho, y de largo el correspondiente al muro. Para el canto, se divide el mayor vuelo obtenido entre dos, coincide con el menor canto del resto de zapatas, siendo este 0,2m.

En cuanto a su armado, en la dirección corta del muro se colocan cuatro armados de Ø16, ya que, si le restamos a los 80 cm de ancho los 5 que hay que dejar a cada lado, obtenemos una separación de un poco menos de 30 cm entre armados, por lo que no haría falta armar más.

Para la dirección larga de la zapata corrida dividimos directamente la longitud de esta entre la separación máxima (0,3m), obteniendo así un armado diferente para cada muro.

3.5. Arriostramiento de los elementos de cimentación

El elemento de arriostramiento calculado para todos los tipos de cimentaciones directas que se realizan es la solera puesto que ni tan siquiera las zapatas descentradas necesitan vigas centradoras.

Armado								
Pilar	Nd pilar (kN)	Md pilar (kNm)	Área (cm2/m)	1Ø16	Nº redondos	Espacio	Separación (m)	máximo
		M=N*v/4	A= M/(0,8*h*fyd)	n=A/AØ16		e= a-0,05-0,05	s=e/(n-1)	0,3
Tipo 1	1226,81	244,17	17,71	8,81	9	1,8	0,22	CUMPLE
Tipo 1'	1376,16	292,93	19,86	9,88	10	1,9	0,21	CUMPLE
Tipo 2A	689,88	96,92	9,96	4,95	5	1,3	0,33	ERROR
Tipo 2B	549,43	66,82	7,93	3,95	4	1,2	0,38	ERROR
	648,97	87,75	9,37	4,66	5	1,3	0,32	ERROR
Tipo 3	280,93	21,63	4,05	2,02	3	0,8	0,40	ERROR
Tipo 3'	330,70	28,61	4,77	2,37	3	0,9	0,44	ERROR
Tipo 4	655,92	89,28	9,47	4,71	5	1,3	0,32	ERROR
1Ø12 Nº redondos Espacio Separación (m) máximo								
				n=A/AØ12		e= a-0,05-0,05	s=e/(n-1)	0,3
	8,81	9	1,3	0,16	CUMPLE			
	7,02	7	1,2	0,19	CUMPLE			
	8,29	9	1,3	0,16	CUMPLE			
	3,59	4	0,8	0,27	CUMPLE			
	4,22	5	0,9	0,22	CUMPLE			
	8,38	9	1,3	0,16	CUMPLE			

Figura 4.

Zapatas descentradas Según Tabla de Cimientos del Prontuario de Estructuras 3								Armado	
Pilar	Ancho (m)	Largo (m)	Nk (kN)	Lado menor, a (m)	Lado mayor, b (m)	Canto (m)	Viga centradora	1Ø12	Separación (m)
Tipo 5	0,28	0,4	106,7	0,70	1,4	0,4	No		0,15
Pilares 7-8A	0,28	0,4	213,3	0,90	1,8	0,5	No		0,15

Figura 5.

Zapatas combinadas									
Pilar	Ancho (m)	Largo (m)	Nk (kN)	Área zapata (m2)	Tamaño zapata en X (m)	Tamaño zapata en Y (m)	Vuelo máx en X (cm)	Vuelo máx en Y (cm)	Canto (m)
Pilares 7-8B	0,28	1	927,1	3,71	2,3	1,6	1,0	0,3	0,5
Pilares 7-8C	0,28	0,8	784,9	3,14	2,2	1,4	1,0	0,3	0,5
Pilares 20-21B	0,28	1	704,7	2,82	2,0	1,4	0,9	0,2	0,4
Pilares 20-21C	0,28	0,8	669,2	2,68	2,2	1,2	1,0	0,2	0,5
Armado									
Pilar	Nd pilar (kN)	Md pilar (kNm)	Área (cm2/m)	1Ø16	Nº redondos	Espacio	Separación (m)	máximo	
		M=N*v/4	A= M/(0,8*h*fyd)	n=A/AØ16		e= a-0,05-0,05	s=e/(n-1)	0,3	
Pilares 7-8B	1297,94	327,73	18,73	9,32	10	2,2	0,24	CUMPLE	
Pilares 7-8C	1098,86	263,73	15,86	7,89	8	2,1	0,30	ERROR	
Pilares 20-21B	986,62	212,12	14,24	7,09	7	1,9	0,32	ERROR	
Pilares 20-21C	936,85	224,84	13,52	6,73	7	2,1	0,35	ERROR	
1Ø12 Nº redondos Espacio Separación (m) máximo									
				n=A/AØ12		e= a-0,05-0,05	s=e/(n-1)	0,3	
	14,04	14	2,1	0,16	CUMPLE				
	12,60	12	1,9	0,17	CUMPLE				
	11,97	12	2,1	0,19	CUMPLE				

Figura 6.

4. ACCIONES

4.1. Acciones gravitatorias

Peso propio de las vigas:

Se utiliza una madera laminada GL32 homogénea. Se multiplica el peso propio característico de esta madera 4,22kN/m² por la sección de la viga, se supone un canto y un ancho. Pero se ha tomado finalmente el resultado general resultante, 136cm de canto por 28cm de ancho.

$$4,22 \cdot 1,36 \cdot 0,28 \cdot 1,35 = \underline{2,16 \text{ kN}}$$

En una parte de la estructura el forjado se apoya en vigas secundarias que trasladan la carga las vigas principales. Se utiliza el mismo tipo de madera por lo que se realiza el mismo procedimiento, esta vez con un canto de 100cm y 14 cm de ancho.

$$4,22 \cdot 1 \cdot 0,14 \cdot 1,35 = \underline{0,79 \text{ kN}}$$

Forjado:

Para cubiertas y plantas tipo (planta 1 y 2) utilizaremos un forjado de paneles CLT, que en la mayoría de los casos se apoyan directamente en las vigas principales, sin necesidad de vigas secundarias (véase en el dibujo, los casos singulares). El peso propio de los paneles EGO CLT 200 según el prontuario de Egoín es de 104 kg/m², que haciendo un cambio de unidades es de 1,02 kN/m². Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad de 1,35.

$$1,02 \cdot 1,35 = \underline{1,377 \text{ kN/m}^2}$$

Para el forjado de la planta baja se utiliza una losa maciza de hormigón con un peso propio 5kN/m². Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad de 1,35.

$$5 \cdot 1,35 = \underline{6,75 \text{ kN/m}^2}$$

Escalera:

Para la escalera utilizaremos una losa maciza de hormigón de 0,2 m con un peso propio de G=5kN/m² puesto en la Tabla C.5. Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad de 1,35.

$$5 \cdot 1,35 = \underline{6,75 \text{ kN/m}^2}$$

Tabiquería:

Para las particiones se utilizarán principalmente paneles de CLT con un revestimiento por cada cara de un efecto tierra. Se toma el EGO CLT 90 cuyo peso propio es de 47 kg/m², es decir, 0,461 kN/m². El tipo de revestimiento se asemeja al revoco de cal, que sí está amparado en la tabla C.4, de 0,15 kN/m² por cara.

Algunas particiones son celosías de cerámicos reciclados cuyo peso propio es menor, de 0,6 kN/m². Con la intención de simplificar los cálculos y poniéndonos del lado de la seguridad, se toma como valor general el explicado anteriormente.

$$(0,461 + 0,15 + 0,15) \cdot 1,35 = \underline{1,23 \text{ kN/m}^2}$$

Solados:

El pavimento del edificio será, en su gran mayoría, de madera, el peso propio a tener en cuenta es de un valor de 1 kN/m² y las escaleras 1,5 kN/m². Teniendo en cuenta el coeficiente parcial de seguridad 1,35.

$$1 \cdot 1,35 = \underline{1,35 \text{ kN/m}^2} \text{ (plantas)}$$

$$1,5 \cdot 1,35 = \underline{2 \text{ kN/m}^2} \text{ (escaleras)}$$

Cubierta:

La cubierta del edificio es una cubierta aterrazada con cambios de altura, el peso propio del forjado ya se ha determinado. Pero por su condición de salinas, se tiene que contar con el peso propio del relleno del agua, es decir, 10 kN/m³. Todos los bancales de salinas tienen 10 cm de profundidad. Teniendo en cuenta el coeficiente parcial de seguridad =1,35.

$$10 \cdot 0,1 \cdot 1,35 = \underline{1,35 \text{ kN/m}^2}$$

4.2. Uso

El edificio tiene como uso principal el de balneario. Al tratarse de una definición que no está contemplada por el CTE de manera explícita, se considera que forma parte de la categoría de uso C4: Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas 5kN/m².

La cubierta es transitable y accesible de uso público, por ello, se toma su categoría de uso C3: Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento 5kN/m².

Para las escaleras, la carga por uso es de 3 kN/m².

$$G \times Y = 5 \times 1,5 = \underline{7,5 \text{ kN/m}^2}$$

$$G \times Y = 5 \times 1,5 = \underline{7,5 \text{ kN/m}^2}$$

$$G \times Y = 3 \times 1,5 = \underline{4,5 \text{ kN/m}^2}$$

Por ahora, no se plantea una reducción de sobrecargas.

4.3. Nieve

El edificio se ubica en Marbella, provincia de Málaga. Es suficiente considerar una carga de nieve de 0,2 kN/m² según la tabla 3.8. Teniendo en cuenta el coeficiente parcial de seguridad 1,5.

$$G \times Y = 0,2 \times 1,5 = \underline{0,3 \text{ kN/m}^2}$$

4.4. Sismo

El coeficiente de contribución sísmico en Marbella es de 0,07g, por lo que sería necesario aplicar la carga sísmica. Sin embargo, el edificio es de importancia moderada y teniendo en cuenta los criterios de la Norma, en la que exige a: "Las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g".

Por lo tanto, para el cálculo estructural no se tendrá en cuenta la carga sísmica. Aunque se comprobará que todas las uniones de los paneles CLT de los forjados conformen diafragmas rígidos.

4.5. Acción térmica

No se tienen en cuenta las acciones térmicas porque se cuenta, como ya se ha explicado anteriormente, con juntas de dilatación.

4.6. Viento

Para el cálculo de la sobrecarga de viento la fuerza total según el DBSE-E se expresa como:

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

La presión dinámica (q_b) depende de la localización de edificio, en este caso Marbella se encuentra en la Zona A según el Anejo D del DB SE-AE. Siendo q_b= 0,42 kN/m².

El coeficiente de exposición (c_e) hace referencia al entorno y es variable según la altura del punto considerado. Pese a que el edificio se encuentra en segunda línea de playa, es decir, muy cercano al mar, la zona está muy urbanizada y los efectos del viento corresponden a la zona IV Zona urbana en general, industrial o forestal. Se toman una serie de puntos en altura que son representativos del edificio. En los cálculos se indican cuáles se utilizan en cada ocasión.

El coeficiente de presión o succión (c_p) depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, se verá más adelante en cada dirección.

Al tratarse de un edificio irregular tanto en planta como en alzado, es decir, la altura no es constante ni escalonada, se diferencian dos zonas dentro del propio edificio. Si bien dentro de las zonas A y B hay diferencias de altura, la zona A tiene como máximo 9m y la zona B 15m. No se toman directamente estos datos, puesto que la altura máxima en ambas zonas lo es en una parte pequeña de la construcción. En los cálculos se indican los puntos considerados en cada ocasión.

A continuación, se muestra el desarrollo en cada zona en ambas direcciones:

Parámetros éolicos para determinar la acción del viento.

Presión dinámica (qb) (kN/m ²)	Zona A		0,42	
Coefficiente de seguridad	1,35			
Altura del punto considerado	3,5	8	12	15
Coefficiente de exposición	1,51	1,5	1,9	2,1
Zona del edificio	Parte A		Parte B	
Orientación	N-S	E-O	N-S	E-O
Altura total [h] (m)	8	8	15	15
Ancho perpendicular a la fachada	30	25	15	100
Esbeltez (h/B)	0,27	0,32	1	0,15
Coefficiente de presión [cp]	0,7	0,7	0,8	0,35
Coefficiente de succión [cs]	-0,35	-0,35	-0,5	-0,15
Coefficiente de presión total	1,05	1,05	1,3	0,5

Carga del viento sobre la estructura

Zona del edificio	Orientación	Punto considerado	qb (kN/m ²)	ce	cp	qe (kN/m ²)	qd (kN/m ²)
Parte A	N-S	Nudo (8m)	0,42	1,5	1,05	0,66	0,89
	E-O	Nudo (8m)	0,42	1,5	1,05	0,66	0,89
Parte B	N-S	Nudo (12m)	0,42	1,9	1,3	1,04	1,40
	E-O	Nudo (12m)	0,42	1,9	0,5	0,40	0,54

5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Tras haber calculado todas las cargas superficiales tanto permanentes como variables, rellenamos la tabla con el propósito de conseguir los totales que utilizaremos para el cálculo de la estructura.

Además, no solo se necesitan las cargas superficiales que luego se deberían de multiplicar por el ancho tributario, sino que también deberemos tener en cuenta la carga superficial en aquellos puntos donde los haya. En este caso la única carga lineal es el cerramiento, igual en todas las plantas excepto en la planta de cubiertas y en la bajo rasante, debido a que está completamente enterrada.

Según el CTE, se toman como coeficientes de seguridad de las acciones permanentes el valor de 1,35 y para las sobrecargas 1,5.

ACCIONES superficiales

	Planta -1	Planta tipo (0 y 1)	Cubierta	Escalera	
Permanentes					
Estructura					
	Forjado de CLT	1,02	1,02		
	Losa	5		5	
	Viga de madera	1,61	1,61		
Elementos separatorios					
	Paneles de CLT con revestimiento	0,761	0,761		
Acabado de pavimentos					
	Solados	1	1	1	
	Peldañoado y solado			1,5	
Rellenos					
	Agua	1	1		
		7,761	4,387976	4,626976	6,5 G
G	* 1,35 = de CALCULO	10,5	5,9	6,2	8,8 G*g
Sobrecargas					
	Sobrecarga de uso	5	5	5	3
	Sobrecarga de nieve			0,2	
		5	5	5,2	3 Q
Q	* 1,5 = de CALCULO	7,5	7,5	7,8	4,5 Q*g
	TOTAL kN/m2	12,76	9,39	9,83	9,50 G+Q
	de CALCULO [kN/m2]	18,0	13,4	14,0	13,3 G*g + Q*g

ACCIONES lineales

	Planta -1	Planta tipo (0 y 1)	Cubierta	Escalera	
Permanentes					
Cerramiento					
	Celosía y subestructura	0,6			
		0	0,6	0	0 G
G	* 1,35 = de CALCULO	0,0	0,8	0,0	0,0 G*g

9. ANÁLISIS

9.1. Forjado

Con la intención de dimensionar los forjados de madera contralaminada se adapta la estructura a medidas estandarizadas. En la zona de pórticos, el largo es siempre constante (5 metros) y el ancho es de 2,45m. La elección de esta última dimensión por encima de otras de mayor tamaño se debe a la flexibilidad que aporta en las zonas del eje B más irregulares. El resto de paneles, en la banda de servicio y en la zona de vigas secundarias, mantiene el ancho pero varía el largo.

Excepto en el caso de la cubierta y en la banda de servicios, el forjado de CLT es mixto, albergando en su interior el aislamiento térmico.

Para dimensionar el canto de los forjados de CLT se realiza primero una propuesta y en base a esta, se comprueban los paneles a momento flector y a flecha. Para la zona porticada se propone un panel mixto de 24cm de canto. Se tiene en cuenta que las láminas del panel y los travesaños son de madera de clase resistente C24 y que las cargas son las de tabiquería peso propio y solado. Ambas comprobaciones se cumplen, se adjuntan los cálculos en el anejo.

9.2. Vigas

La estructura del proyecto cuenta con diferentes tipos de vigas. Dentro de las vigas dobles: viga doble biapoyada y con voladizo, se calcula con método elástico, y viga doble biapoyada, se calcula con método isostático. Para simplificar y facilitar los cálculos, la viga doble se calcula como simple y tras su dimensionado se procede a dividir el ancho entre dos.

Además, como la luz es variable dependiendo del pórtico, se simplifican los cálculos obteniendo las solicitaciones de vigas de 12m, 10m y 8m.

En cuanto a las vigas simples, existen vigas de cinco metros de vano en la banda de servicio, que se apoyan en los pilares del eje B en el lateral más corto y en los pilares del eje A directamente apoyados, y vigas secundarias en la zona del hall, de 9,5m de luz, que se apoyan en las vigas dobles principales de los pórticos 21 y 23, creando en ellas unas cargas puntuales.

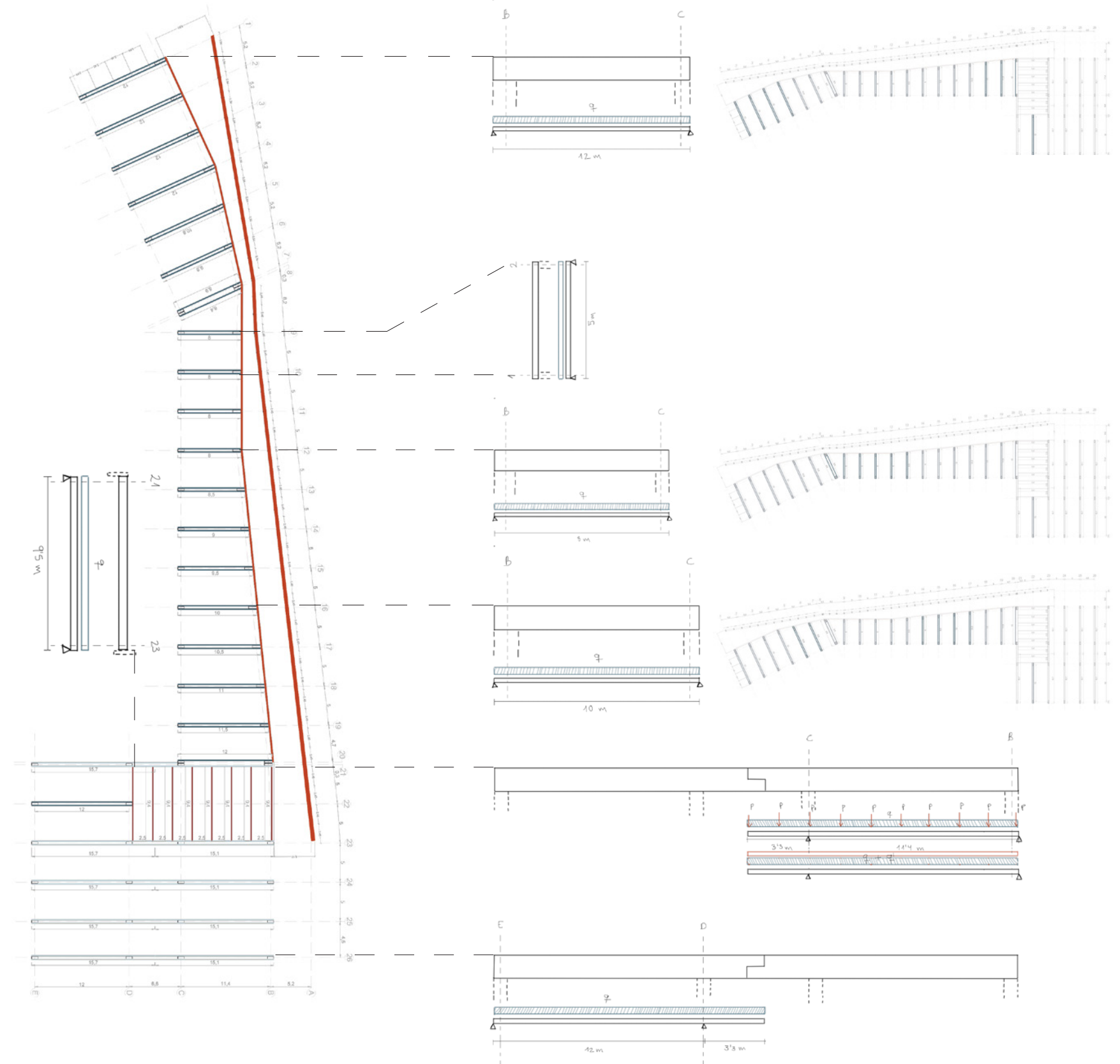
Para proceder al dimensionado, se calculan las solicitaciones de las vigas mencionadas. En el caso del método elástico, se realiza el Método de Cross para obtener el momento solicitante, y gráficamente se obtiene el momento máximo. Posteriormente se calculan los cortantes y se aproxima el momento de la flecha dividiendo el momento ya calculado entre el coeficiente de seguridad (se utiliza 1,4, como media de 1,35 para permanentes y 1,5 para sobrecargas).

Para cada vano se requieren tres comprobaciones: cortante máximo, momento máximo y flecha en vanos. La tensión de cálculo de cada comprobación depende del tipo de madera GL32 homogénea, la clase de duración (permanente) y la clase de servicio (2, que según el CTE, en Marbella se refiere a madera que se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año).

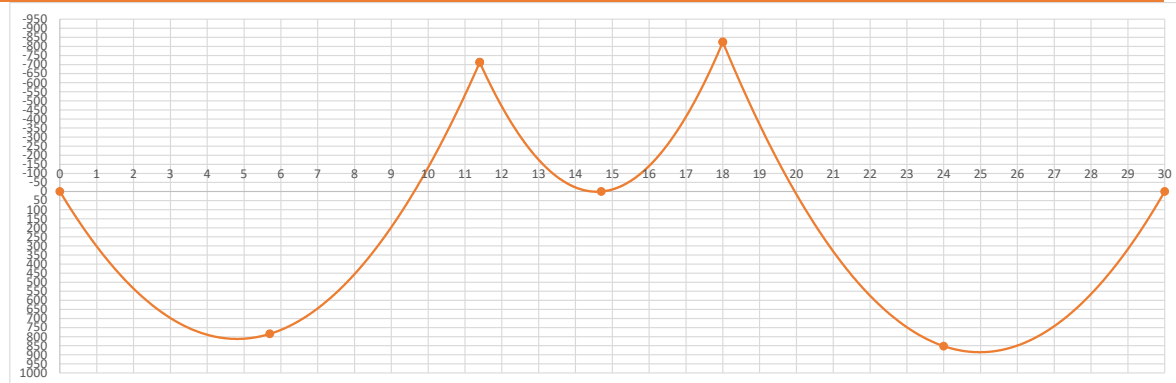
Por una cuestión de diseño, se supone un canto de la viga tres veces mayor al ancho de la misma. Tanto en la comprobación a cortante como en la del momento, se calculan unas dimensiones a partir del momento/cortante máximo de cálculo entre la tensión de cálculo de flexión/cortante. Tras esto, se adaptan las dimensiones a las medidas estandarizadas de la madera laminada, atadas al ancho de 4mm de las láminas. Con estas dimensiones adaptadas se calcula el módulo de resistencia y se comprueba que es mayor que el cortante/momento máximo.

En el caso de las flecha se utiliza $L/300$ para las vigas de cubierta y $L/400$ para el resto de vigas de los diferentes forjados. Además, en todas ellas, debido a las características de la madera, se realiza comprobación al efecto del fuego.

En el anejo de cálculo se exponen los cálculos de todas las vigas.

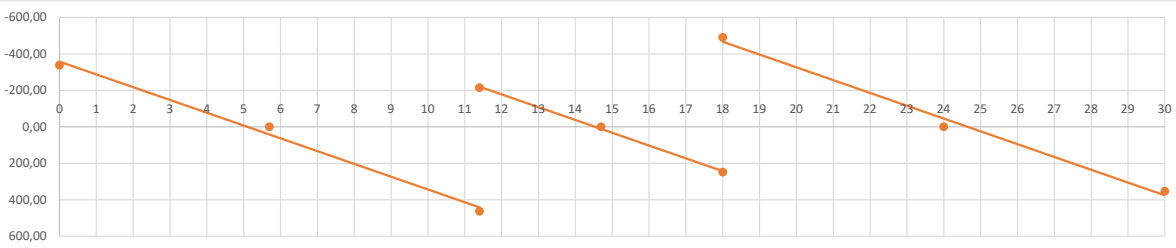


Solicitaciones				Viga, C-D				Viga, D-E			
Pórtico 24, 25, 26											
Viga, B-C											
L	M elástico	Miso	M plástico	L	M elástico	M elástico	M isostático	L	M elástico	Miso	M plástico
m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN
11,4	q*L^2/8	q*L^2/8	q*L^2/11,5	6,6	q*L^2/12	q*L^2/24	q*L^2/8	12	q*L^2/8	q*L^2/8	q*L^2/11,5
	1140,9	1140,9	793,7		254,9	127,5	382,4		1264,2	1264,2	879,4
	izquierdo	centro	derecho		izquierdo	centro	derecho		izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	5,70	11,4	0	3,3	6,6	0	0	6	12	0
L acumulada	0	5,70	11,4	0	11,4	14,7	18	0	18	24	30
M (m.kN)	0	-1140,9	negativo/positivo	254,9	127,5	-254,9	negativo/positivo	1264,2	0	0	0
Suma y cambio de signo								-1009,2			
Coefficiente de distribución									0,29	Db=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	
Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0	-357,25	<-- 1/2	-714,50	0	-294,73	0 -->	0	0
Suma y cambio de signo				1243,2							
Coefficiente de distribución		Da=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	0,30	0,70	Db=(4EIL)/(4EIL+3EIL)	0,71					
Coefficiente de transmisión	<-- 0	<-- 0	376,39	866,84	1/2 -->	433,42	0	0	<-- 1/2	0	0
Suma y cambio de signo								-433,4			
Coefficiente de distribución		Da=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	0,30	0,70	Db=(4EIL)/(4EIL+3EIL)	0,71					
Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0	-153,42	<-- 1/2	-306,85	0	-126,57	0 -->	0	0
Suma y cambio de signo				153,4							
Coefficiente de distribución		Da=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	0,30	0,70	Db=(4EIL)/(4EIL+3EIL)	0,71					
Coefficiente de transmisión	0	<-- 0	46,45	106,97	1/2 -->	53,49	0	0	<-- 1/2	0	0
Suma y cambio de signo								-53,5			
Coefficiente de distribución		Da=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	0,30	0,70	Db=(4EIL)/(4EIL+3EIL)	0,71					
Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0	-18,93	<-- 1/2	-37,87	0	-15,62	0 -->	0	0
Suma y cambio de signo				18,9							
Coefficiente de distribución		Da=(3EIL)/(3EIL+4EIL)	0,30	0,70	Db=(4EIL)/(4EIL+3EIL)	0,71					
Coefficiente de transmisión	0	<-- 0	5,73	13,20	1/2 -->	6,60	0	0	<-- 1/2	0	0
Sumatorios de momentos	0		-712,35	712,35		-820,7		827,25		1264,2	0
Momento isostático		1140,9			0,0					1264,2	
Momento final	0	784,7	-712,35	-712,35	0,0	-823,95		-823,95		852,2	0



Momento máximo en valor absoluto: 836 m.kN

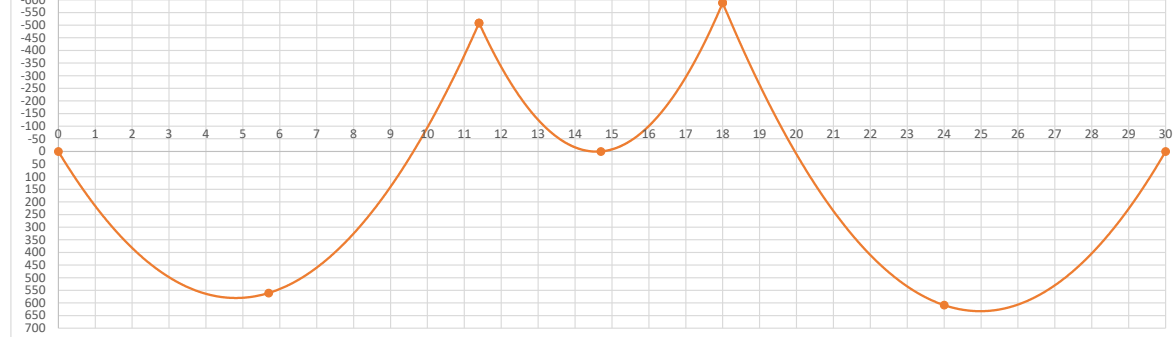
Cortantes						
R=qL+P/2	400,32	400,32	231,77	231,77	421,39	421,39
R= m1 - m2 /L	-62	62	-16,91	16,91	68,66	-68,66
Cortantes total	-337,84	0	462,81	-214,86	0	248,68
						-490,06
						0
						352,73



Cortante máximo en valor absoluto: 490,06 kN

Como el cálculo elástico de momentos es muy tedioso, se hace una aproximación dividiendo los momentos mayorados entre 1,4 (el coeficiente medio de las acciones).

Momento para flechas						
	0	560,5	-508,82	-508,82	0,0	-588,54
						-588,54
						608,7
						0



Pasamos directamente a calcular la flecha suponiendo un canto y un ancho, orientativos en base a las comprobaciones de momento y de cortante. Se realiza en el vano más desfavorable.

Axiles en soportes				
	-337,84	247,95	-241,38	352,73

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes

		GL24h	GL32h
Flexión		24	32
Tracción paralela	N/mm2	16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm2	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m3	380	430
	kN/m3	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio 2 *Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm2	kmod*/(f _k /γ _m)	1,536
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		83600
			M _d /f _{md}	54427,1 cm3
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	125,13 cm
Módulo de resistencia	W	cm3	b*h ² /6	86314,7 cm3
				CUMPLE

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm2	kmod*/(f _k /γ _m)	0,2
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		490,1
	V _d /f _{vd}	cm2		2686,7
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	155,5 cm
Área a cortante	Av	cm2	2/3bh	2720,0
				CUMPLE

Luz	m	12
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m4)	0,0587
Módulo de Young	kN/m2	13700000
y ⁻		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0165
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·γ ₂ ·k _{def}	0,0132
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0297
	Flecha activa	mm		29,7
	L/300	mm		40
				CUMPLE

9.3. Pilares

Una vez se han calculado los axiles en los soportes a partir de los cortantes de las vigas, se diferencian los tipos de pilares. En este proyecto el criterio primordial de clasificación no debe ser las áreas tributarias, puesto que son todas ellas bastante similares. Los elementos diferenciadores son: la altura del soporte varía casi en cada caso, los pilares sostienen diferente número de forjados (uno, dos o tres) y algunos de ellos reciben cargas puntuales excéntricas de las vigas simples de la banda de servicio.

Esto da como resultado una amplia diferencia de pilares, que si bien no dan secciones muy dispares, se calculan.

El método para calcular pilares de madera laminada parte del tanteo de una sección y consecutivamente la comprobación de su viabilidad. Un soporte de madera es adecuado si es capaz de soportar compresión simple y flexión y sollicitación axial combinadas tanto en el extremo como en el centro.

En el caso de los pilares cuya carga puntual excéntrica crea un momento, las comprobaciones incluyen en la compresión: el axil provocado por la viga secundaria, y en la flexión y sollicitación: el momento en $L/3$, siendo este momento el más desfavorable para el pilar.

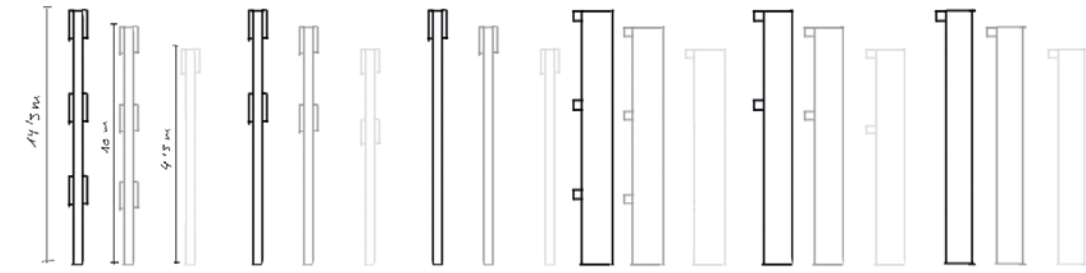
A continuación, se explica el cálculo de un pilar como ejemplo del procedimiento para todos. En esta estructura, a parte del posible momento creado por la viga secundaria, el único momento que afecta a los pilares es el momento del viento. A partir de la carga del viento que ya se ha visto en el apartado de acciones se calcula el momento de los pilares exteriores (menor) y el momento de los pilares interiores (mayor), teniendo en cuenta el ancho tributario y la altura tributaria. Como ya se ha comentado, al variar la altura en practicamente todo los pilares, este valor varía mucho. El momento del viento se calcula para cada planta en aquellos pilares que cuentan con más de una y se suman.

Una vez se tienen las sollicitaciones del pilar, se realizan las comprobaciones. Todas ellas dependen de la clase de servicio, el tipo de madera y la clase de duración. Estas características coinciden con las vigas.

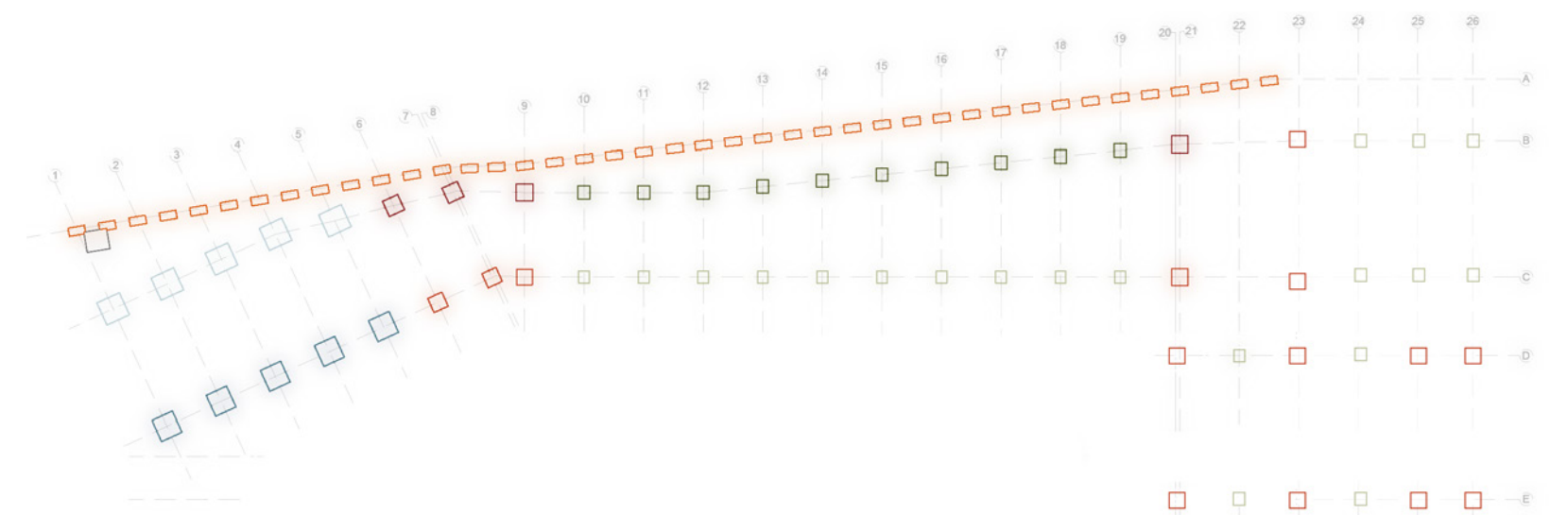
El tanteo se realiza priorizando que el ancho del pilar sea 28cm, para que la separación entre las vigas dobles sea constante. De tal manera que todos los pilares tienen 28cm de ancho por diferentes altos: 144, 100, 92, 80, 40cm. Los de mayor altura son los pilares con una situación más desfavorable, en el eje 1, 2, 3, 4, ya que son muy esbeltos y soportan tres forjados. Los más pequeños, de 40cm, corresponden a los pilares del eje A, cuya anchura tributaria es mucho menor y los axiles provocados por las vigas son muy pequeños.

Para todos ellos, se comprueban ante situaciones de incendio.

Se adjunta el cálculo de todos los pilares en el anejo.



Muestra de la diferencia de pilares, por alturas, forjados o vigas secundarias.



Pilares de los mismos tipos por colores.

Tipo 2_Parte B		Dos plantas 6C, 7C, 8C	
a	cm		28
b	cm		80
A	cm ²	a*b	2240,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	10453,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	29866,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	23,1
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	540,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imín	66,8
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/i)	0,56

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		5,4
Resultante del viento	W	kN		37,80
Cortantes		4V=W		9,45
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	12,76
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	25,52

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		4,14
Resultante del viento	W	kN		28,98
Cortantes		4V=W		7,25
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	15,00
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	29,99
Momento de pilares ext total				27,75
Momento de pilares int total				55,51
Axil total				549,43

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
			Nd/A*X	0,441
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
Momento de cálculo	Md	cm·kN		2775
			Nd/A	0,245
			Md/W	0,266
			Nd/A + Md/W	0,511
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
Momento de cálculo	Md	cm·kN		2775
			Nd/A*X	0,441
			Md/W	0,266
			Nd/A*X + Md/W	0,707
				CUMPLE

9.4. Arriostramientos

Tras considerar el viento en ambas direcciones, se plantea el arriostramiento de manera gráfica en planta (en color rojo). La planta es arriostrada en la dirección horizontal por los diafragmas rígidos que configuran los forjados. Pero en la dirección vertical, hay que hacer la estructura segura y resistente. Para ello, se arriostra tanto transversal como longitudinalmente, intentando la mayor simetría posible para evitar la torsión, para así respetar los ritmos de fachada y aquellos paramentos opacos y transparentes puesto que los arriostramientos se realizan con paneles del CLT. Estos paneles están unidos completamente con la estructura en la parte superior e inferior de la misma. Ya sea en la planta baja con la losa de hormigón o con las vigas de madera.

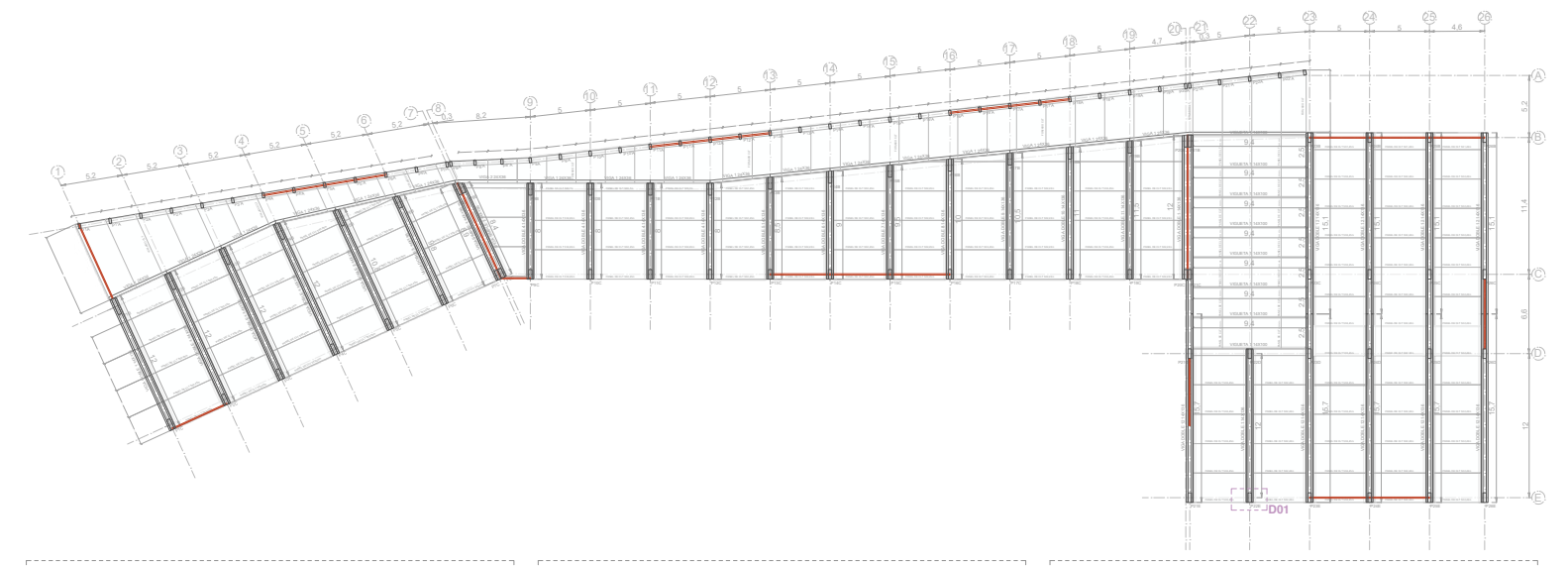
Para calcular los arriostramientos se calcula la fuerza del viento, la principal acción horizontal que afecta a la estructura, en cada altura y se comprueba que las uniones soportan una fuerza igual o superior a la solicitada. Se multiplica la acción de viento por la anchura tributaria y se divide la fuerza total por la cantidad de pórticos arriostrados.

Este edificio tiene dos juntas de dilatación, por lo que se deberían calcular los arriostramientos de manera independiente para tres edificios diferentes. Si bien las posiciones de los arriostramientos se han diseñado con ese criterio, a la hora de calcularlo se ha simplificado el cálculo. Se mantiene del lado de la seguridad y se calcula los arriostramientos para el más desfavorable de todos, tres alturas con la mayor exposición de viento.

En todas las uniones se utiliza el modelo NINO100100 de Rothoblaas con el patrón uno de tornillos. En el caso de las uniones madera-madera se necesitan 3 angulares capaces de soportar 38,1 kN cada uno con cuatro tornillos de 60mm cada uno. Para las uniones madera-hormigón, como es el caso de los arriostramientos de la planta baja, con el patrón 6 y los mismos elementos de anclaje que en el caso anterior, se necesitan cinco angulares capaces de soportar 18,1 kN cada uno.



Arriostramiento en eje 1.



8. ANEJO DE CÁLCULO

Cargas mayoradas

q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	11,70
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	58,5
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	58,5

Clases resistentes

C24		
Flexión	N/mm ²	24
Tracción paralela		14
Tracción perpendicular		0,4
Compresión paralela		21
Compresión perpendicular		2,5 -3,1
Cortante		2,7
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6
Densidad característica	kg/m ³	420
	kN/m ³	0,00

Clase de duración	permanente
--------------------------	------------

Clase de servicio	2
--------------------------	---

kmod	0,6
------	-----

ym	1,25
----	------

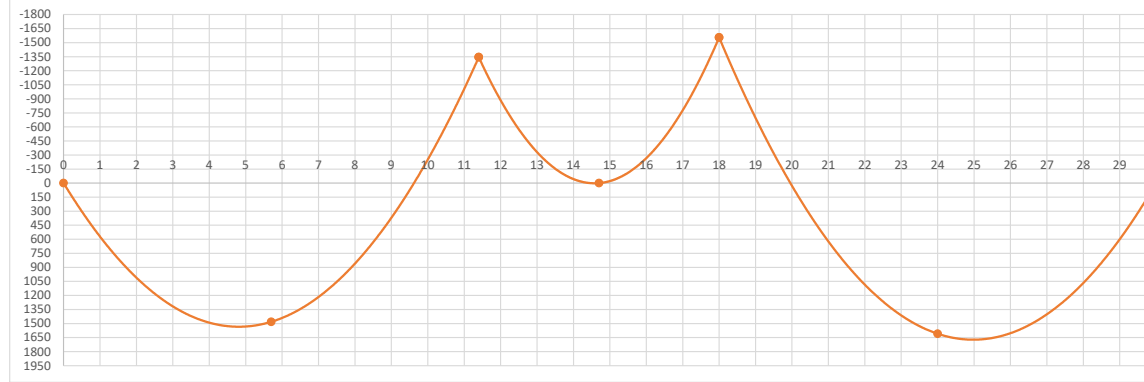
Momento solicitante	Módulo de resistencia	Tensión de cálculo		
Md	W	f _{md}		
m.kN	cm ³	kN/cm ²		
q*L ² /8	b*h ² /6	k _{mod} *(f _k /y _m)	Md/fmd	
182,8	23520	1,1520	15869,1	CUMPLE

Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0028
Módulo de Young	kN/m ²	11600000

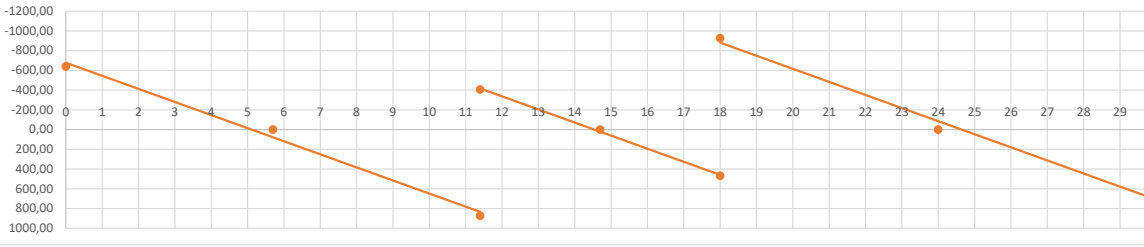
Flecha máxima	Flecha admisible	
mm	mm	
5q ⁴ /384EI	L/400	
14,5	16,7	CUMPLE

Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	62,36
q superficial	kN/m ²	14,05
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	70,2
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	132,6

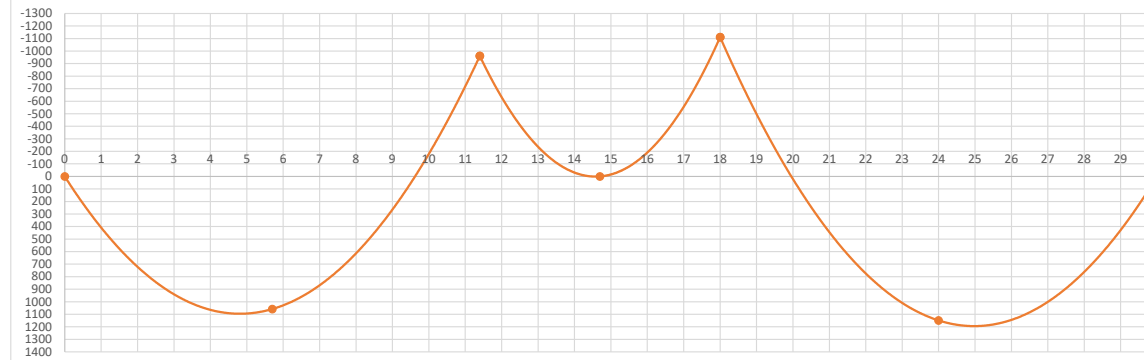
Solicitaciones												
Pórtico 21, 23												
Viga, B-C			Viga, C-D			Viga, D-E						
L	M elástico	Miso	M plástico	L	M elástico	M elástico	M isostático	L	M elástico	Miso	M plástico	
m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN	
11,4	2154,0	2154,0	1498,4	6,6	481,3	240,7	722,0	12	2386,7	2386,7	1660,3	
	q*L ² /8	q*L ² /8	q*L ² /11,5		q*L ² /12	q*L ² /24	q*L ² /8		q*L ² /8	q*L ² /8	q*L ² /11,5	
	2154,0	2154,0	1498,4		481,3	240,7	722,0		2386,7	2386,7	1660,3	
	0	5,70	11,4		0	3,3	6,6		0	6	12	
	L	L	L		L	L	L		L	L	L	
	L acumulada	0	5,70	11,4		11,4	14,7	18		18	24	30
	M (m.kN)	0	-2154,0	negativo/positivo	481,3	240,7	-481,3	negativo/positivo	2386,7		0	
	Suma y cambio de signo											
	Coefficiente de distribución					$D_B = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$	0,71		0,29	$D_D = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$		
	Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-674,46	<- 1/2	-1348,92		-556,43	0 -->	
	Suma y cambio de signo					2347,1						
	Coefficiente de distribución	$D_B = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$	0,30		0,70	$D_D = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$						
	Coefficiente de transmisión	<- 0	710,59			1636,52	1/2 -->	818,26		0	<- 1/2	
	Suma y cambio de signo											
	Coefficiente de distribución					$D_B = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$	0,71		0,29	$D_D = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$		
	Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-289,65	<- 1/2	-579,30		-238,96	0 -->	
	Suma y cambio de signo					289,6						
	Coefficiente de distribución	$D_B = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$	0,30		0,70	$D_D = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$						
	Coefficiente de transmisión	<- 0	87,69			201,96	1/2 -->	100,98		0	<- 1/2	
	Suma y cambio de signo											
	Coefficiente de distribución					$D_B = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$	0,71		0,29	$D_D = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$		
	Coefficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-35,74	<- 1/2	-71,49		-29,49	0 -->	
	Suma y cambio de signo					35,7						
	Coefficiente de distribución	$D_B = \frac{3EI_L}{3EI_L + 4EI_C}$	0,30		0,70	$D_D = \frac{4EI_L}{4EI_L + 3EI_C}$						
	Coefficiente de transmisión	<- 0	10,82			24,92	1/2 -->	12,46		0	<- 1/2	
	Suma y cambio de signo											
	Sumatorios de momentos	0	-1344,85		1344,85	0,0	-1549,3		1561,78		0	
	Momento isostático	0	2154,0		-1344,85	0,0	-1549,3		2386,7		0	
	Momento final	0	1481,5	-1344,85		-1344,85	0,0	-1555,55		-1555,55	1608,9	



Momento máximo en valor absoluto:	836 m.kN										
Cortantes											
R=qL+P/2	755,77		755,77		437,55		437,55		795,55		795,55
R= m1 - m2 /L	-118		118		-31,92		31,92		129,63		-129,63
Cortantes total	-637,81	0	873,74		-405,63	0	469,48		-925,18	0	665,92



Cortante máximo en valor absoluto:	925,18 kN										
Como el cálculo elástico de momentos es muy tedioso, se hace una aproximación dividiendo los momentos mayorados entre 1,4 (el coeficiente medio de las acciones).											
Momento para flechas	0	1058,2	-960,61		-960,61	0,0	-1111,11		-1111,11	1149,2	0



Pasamos directamente a calcular la flecha suponiendo un canto y un ancho, orientativos en base a las comprobaciones de momento y de cortante. Se realiza en el vano más desfavorable.

Axiles en soportes	-637,81		468,11		-455,70		665,92
--------------------	---------	--	--------	--	---------	--	--------

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión		24	32
Tracción paralela	N/mm ²	16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio 2 *Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	1,536
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		83600
			M _d /f _{md}	54427,1 cm ³
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	125,13 cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7 cm ³
				CUMPLE

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	0,2
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		925,2
	V _d /f _{vd}	cm ²		5072,3
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	213,7 cm
Área a cortante	A _v	cm ²	2/3bh	5226,7
				CUMPLE

Luz	m	12
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ²		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

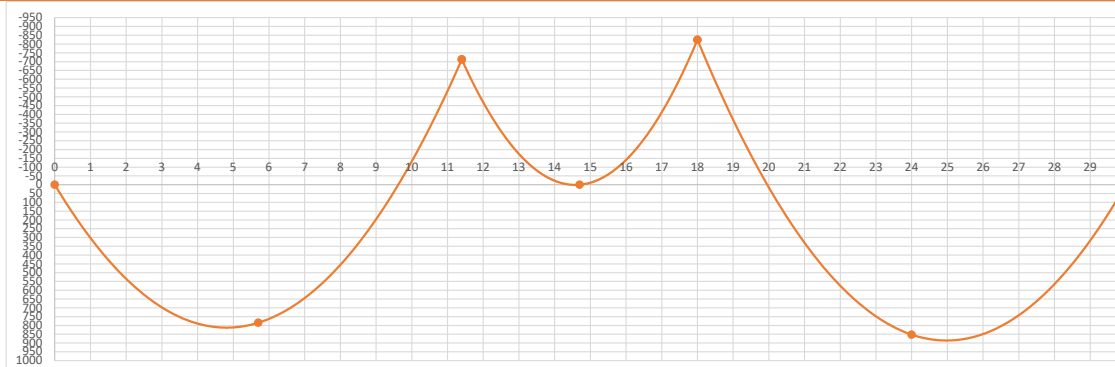
Deformación inicial	d _{ini}	m	5qL ⁴ /384EI	0,0165
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} *y ₂ *k _{def}	0,0132
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0297
	Flecha activa	mm		29,7
	L/300	mm		40
				CUMPLE

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

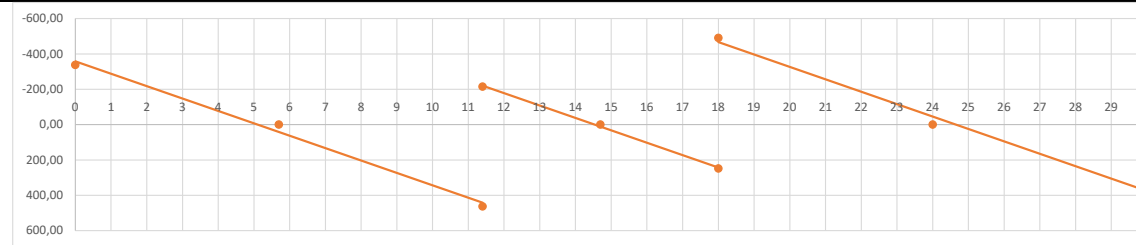
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	14,05
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	70,2
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	70,2

Otros datos		
Rigidez de un vano (k)	extremo	k=3EI/L
	interior	k=4EI/L
Coeficiente de distribución	lado A	ka/ka+kb
	lado B	kb/ka+kb

Solicitaciones				Viga, C-D				Viga, D-E			
Pórtico 24, 25, 26				Viga, B-C				Viga, D-E			
L	M elástico	Miso	M plástico	L	M elástico	M elástico	M isostático	L	M elástico	Miso	M plástico
m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN	m	m.kN	m.kN	m.kN
	q*L ² /8	q*L ² /8	q*L ² /11,5		q*L ² /12	q*L ² /24	q*L ² /8		q*L ² /8	q*L ² /8	q*L ² /11,5
	1140,9	1140,9	793,7		254,9	127,5	382,4		1264,2	1264,2	879,4
	izquierdo	centro	derecho		izquierdo	centro	derecho		izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	5,70	11,4	0	3,3	6,6	0	0	6	12	0
L acumulada	0	5,70	11,4	0	11,4	14,7	18	0	18	24	30
M (m.kN)	0		-1140,9	negativo/positivo	254,9	127,5	-254,9	negativo/positivo	1264,2		0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución							0,71		0,29		
Coeficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-357,25	<-- 1/2	-714,50		-294,73	0 -->	0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución			0,30								
Coeficiente de transmisión		<-- 0	376,39		866,84	1/2 -->	433,42		0	<-- 1/2	0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución							0,71		0,29		
Coeficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-153,42	<-- 1/2	-306,85		-126,57	0 -->	0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución			0,30								
Coeficiente de transmisión		<-- 0	46,45		106,97	1/2 -->	53,49		0	<-- 1/2	0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución							0,71		0,29		
Coeficiente de transmisión	0	1/2 -->	0		-18,93	<-- 1/2	-37,87		-15,62	0 -->	0
Suma y cambio de signo											
Coeficiente de distribución			0,30								
Coeficiente de transmisión	0	<-- 0	5,73		13,20	1/2 -->	6,60		0	<-- 1/2	0
Sumatorios de momentos	0		-712,35		712,35		-820,7		827,25		1264,2
Momento isostático		1140,9				0,0					1264,2
Momento final	0	784,7	-712,35		-712,35	0,0	-823,95		-823,95	852,2	0

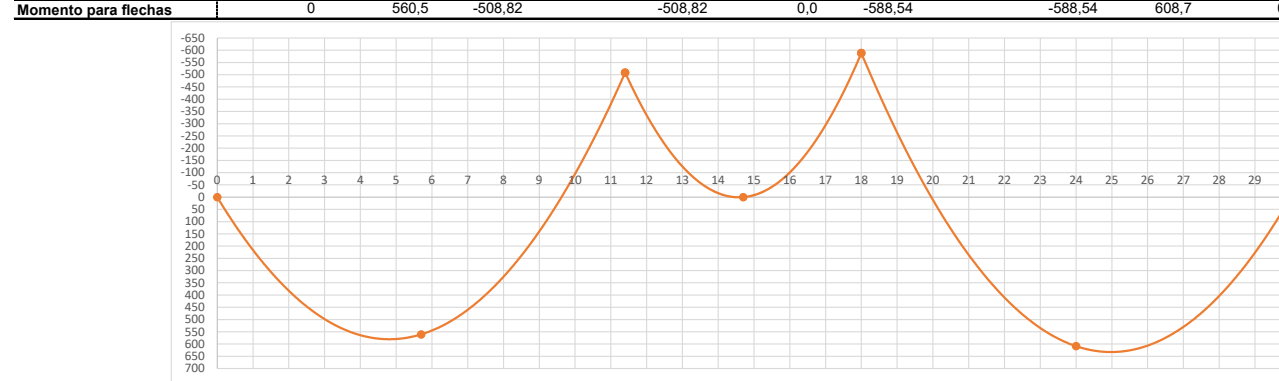


Momento máximo en valor absoluto: 836 m.kN			
Cortantes			
R=qL+P/2	400,32	400,32	231,77
R= m1 +m2/L	62	62	-16,91
Cortantes total	-337,84	0	462,81
			-214,86
			0
			248,68
			-490,06
			0
			352,73



Cortante máximo en valor absoluto: 490,06 kN			
Momento para flechas	0	560,5	-508,82
			-508,82
			0,0
			-588,54
			-588,54
			608,7
			0

Como el cálculo elástico de momentos es muy tedioso, se hace una aproximación dividiendo los momentos mayorados entre 1,4 (el coeficiente medio de las acciones).



Pasamos directamente a calcular la flecha suponiendo un canto y un ancho, orientativos en base a las comprobaciones de momento y de cortante. Se realiza en el vano más desfavorable.

Axiles en soportes	-337,84	247,95	-241,38	352,73
--------------------	---------	--------	---------	--------

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes		GL24h	GL32h
Flexión		24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular	N/mm ²	0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio	2	*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
kmod	0,6	
γm	1,25	

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	1,536
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		83600
			M _d /f _{md}	54427,1 cm ³
			h=	125,13 cm
			b=	20,9 cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7 cm ³
				CUMPLE

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	0,2
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		490,1
			V _d /f _{vd}	2686,7
			h=	155,5 cm
			b=	25,9 cm
Área a cortante	Av	cm ²	2/3bh	2720,0
				CUMPLE

Luz	m	12
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
γ _f		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

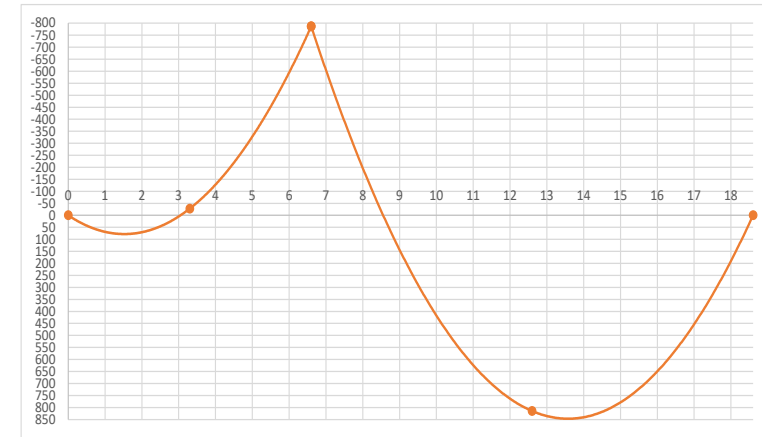
Deformación inicial	d _{ini}	m	5ql ⁴ /384EI	0,0165
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·γ ₂ ·k _{def}	0,0132
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0297
	Flecha activa	mm		29,7
	L/300	mm		40
				CUMPLE

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	13,42
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	67,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	67,1

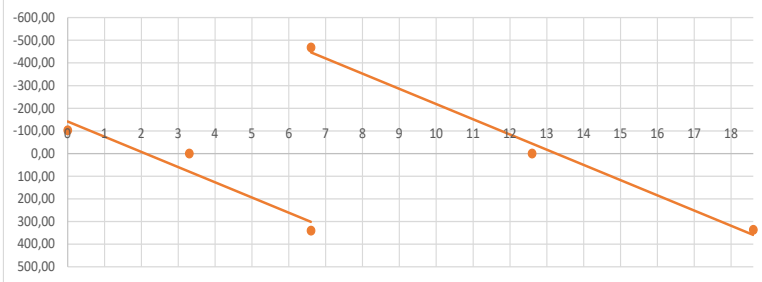
Otros datos		
Rigidez de un vano (k)	extremo	k=3EI/L
	interior	k=4EI/L
Coeficiente de distribución	lado A	ka/ka+kb
	lado B	kb/ka+kb

Solicitaciones		Viga, C-D			Viga, D-E						
Pórtico 23 y 24		Viga, B-C			Viga, D-E						
L	m	L	M elástico m.kN	M elástico m.kN	M isostático m.kN	L	M elástico m.kN	M elástico m.kN	Miso m.kN		
0		6,6	365,5	205,6	365,5	12	1208,1	679,6	1208,1		
			q*L ² /8	9q*L ² /128	q*L ² /8		q*L ² /8	9q*L ² /128	q*L ² /8		
			0	0	0		0	0	0		
			0	3,3	6,6		6,6	12,6	18,6		
			0	3,3	6,6		6,6	12,6	18,6		
			M (m.kN)	negativo/positivo	0	205,6	-365,5	negativo/positivo	1208,1	0	
			Suma y cambio de signo								
			Coeficiente de distribución		Da=(3EI _A)/(3EI _A +3EI _B)	0,65			0,35		
			Coeficiente de transmisión		0,00	<- 0	-543,66		-299,01	0 -->	
			Suma y cambio de signo								
			Coeficiente de distribución		0,00	1/2 -->	0,00		0	<- 1/2	
			Coeficiente de transmisión								
			Suma y cambio de signo								
			Coeficiente de distribución		Da=(3EI _A)/(3EI _A +3EI _B)	0,65			0,35		
			Coeficiente de transmisión		0,00	<- 0	543,66		299,01	0 -->	
			Sumatorios de momentos		0,00		-365,5		1208,14	0	
			Momento isostático				365,5			1208,1	
			Momento final				0,00	-27,9	-786,80	-786,80	814,7



Momento máximo en valor absoluto: 796 m.kN

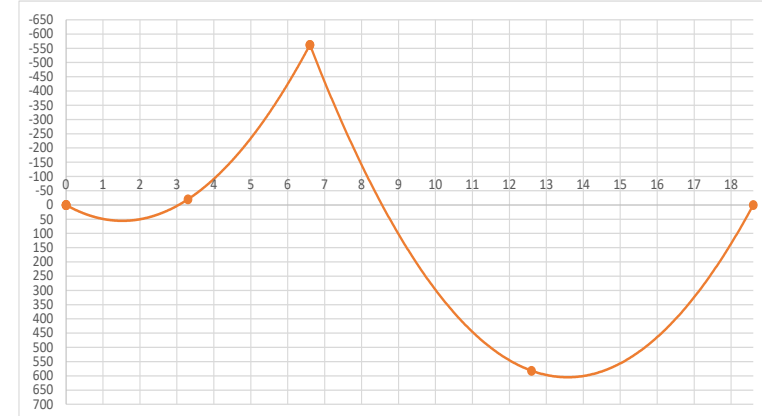
Cortantes	R=qL+P/2	R= m1 - m2 /L
	221,49	221,49
	-119,21	119,21
Cortantes total	-102,28	0



Cortante máximo en valor absoluto: 468,28 kN

Como el cálculo elástico de momentos es muy tedioso, se hace una aproximación dividiendo los momentos mayorados entre 1.4 (el coeficiente medio de las acciones).

Momento para flechas	0	0,0	0,00	0,00	-20,0	-562,00	-562,00	582,0	0
----------------------	---	-----	------	------	-------	---------	---------	-------	---



Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,39
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	46,9
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	46,9

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión		24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular	N/mm ²	0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración	
	permanente

Clase de servicio	
	2

*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo					
Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	k _{mod} *(f _k /γ _m)	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		79600	
			M _d /f _{md}	51822,9	cm ³
			siendo b=h/2	97,71	cm
			h=		b= 32,6 cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	54208,0	cm ³
					CUMPLE

Cortante máxima					
Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	k _{mod} *(f _k /γ _m)	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		468,3	
			V _d /f _{vd}	2567,3	cm ²
			siendo b=h	107,5	cm
			h=		b= 35,8 cm
Area a cortante	Av	cm ²	2/3bh	3200,0	
					CUMPLE

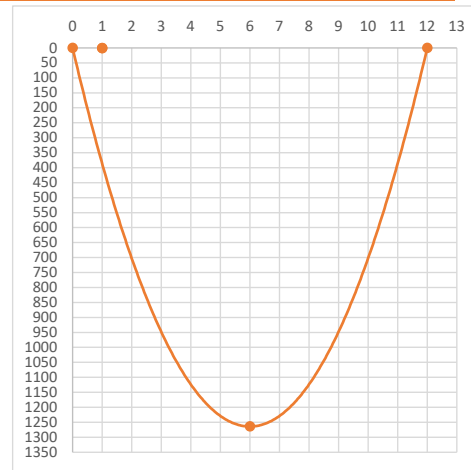
Luz	m	12
b	m	0,40
h	m	1,20
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0576
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ²		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima				
Deformación inicial	d _{ini}	m	5ql ⁴ /384EI	0,0161
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} *γ ₂ · k _{def}	0,0128
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0289
	Flecha activa	mm		28,9
	L/400	mm		30
				CUMPLE

Pasamos directamente a calcular la flecha suponiendo un canto y un ancho, orientativos en base a las comprobaciones de momento y de cortante. Se realiza en el vano más desfavorable.

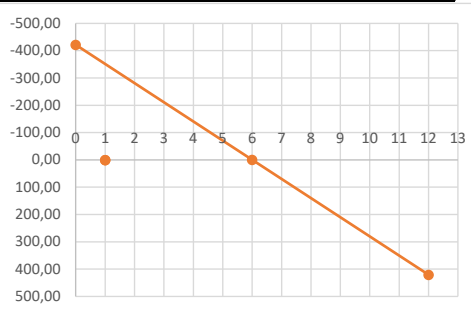
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	14,05
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	70,2
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	70,2

Solicitaciones			
Pórticos 1,2,3,4,17,18,20			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	q*L ² /8	q*L ² /8	
12	1264,2	1264,2	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	6,00	12
L acumulada	0	6,00	12
M (m.kN)	0	1264,2	0,0
Sumatorios de momentos	0	1264,2	0,00
Momento isostático		1264,2	
Momento final	0	1264,2	0,00



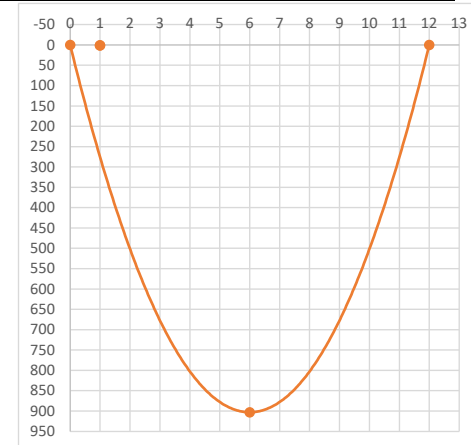
Momento máximo en valor absoluto: 1264,2 m.kN

Cortantes		
R=qL+P/2	421,39	421,39
R= m1 - m2 /L	0	0
Cortantes total	-421,39	421,39



Cortante máximo en valor absoluto: 421,39 kN

Momento para flechas		
	0	903,0
		0,00



Axiles en soportes		
	-421,39	421,39

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio 2 *Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	k _{mod} *(f _k /γ _m)	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		126417,758	
			M _d /f _{md}	82303,2	cm ³
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	143,63	cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7	cm ³
				CUMPLE	

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	k _{mod} *(f _k /γ _m)	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		421,4	
	v _d /f _{vd}	cm ²		2310,3	
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	144,2	cm
Área a cortante	A _v	cm ²	2/3bh	2538,7	cm ²
				CUMPLE	

Luz	m	12
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y [*]		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

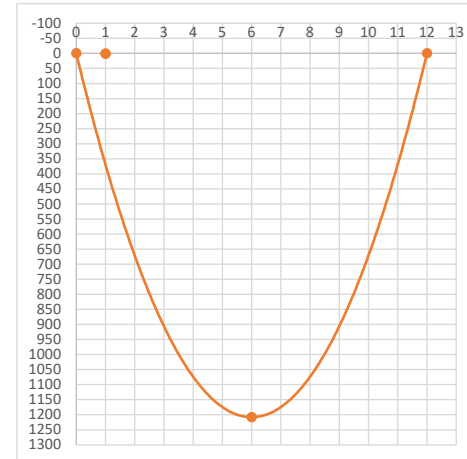
Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0165
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} * γ ₂ * k _{def}	0,0132
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0297
	Flecha activa	mm		29,7
	L/300	mm		40,0
				CUMPLE

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	13,42
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	67,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	67,1

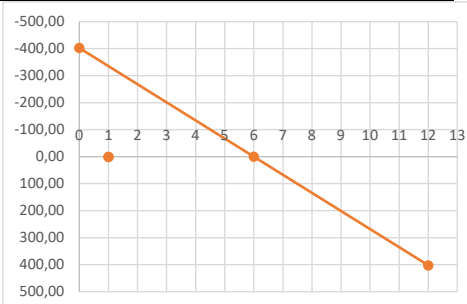
Otros datos		
Rigidez de un vano (k)	extremo	k=3E/L
	interior	k=4E/L
Coeficiente de distribución	lado A	ka/ka+kb
	lado B	kb/ka+kb

Solicitaciones				
Pórtico 1,2,3,4				
Viga, B-C				
L	M elástico	Miso		
m	m.kN	m.kN		
	q*L ² /8	q*L ² /8		
12	1208,1	1208,1	izquierdo	derecho
L (m)	0	6,00	12	
L acumulada	0	6,00	12	
M (m.kN)	0	1208,1	0,0	
Sumatorios de momentos	0		0,00	
Momento isostático		1208,1		
Momento final	0	1208,1	0,00	



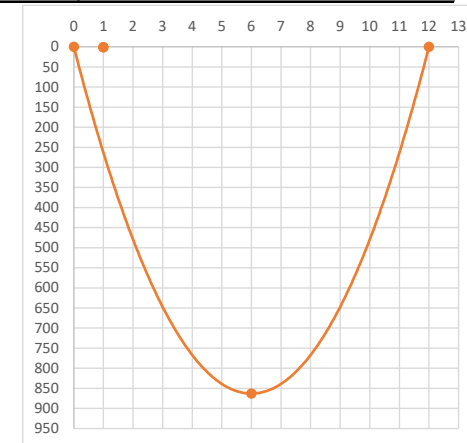
Momento máximo en valor absoluto: 1208,1 m.kN

Cortantes		
R=qL+P/2	402,71	402,71
R= m1 - m2 /L	0	0
Cortantes total	-402,71	0 402,71



Cortante máximo en valor absoluto: 402,71 kN

Momento para flechas		
	0	863,0 0,00



Axiles en soportes -402,71 402,71

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio		2	*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
kmod	0,6		
ym	1,25		

Momento máximo					
Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod*(fk/ym)	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		120813,908	
			M _d /f _{md}	78654,9	cm ³
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	141,47	cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7	cm ³
				CUMPLE	
					b= 23,6

Cortante máximo					
Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod*(fk/ym)	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		402,7	
	v _d /f _{vd}	cm ²		2207,9	
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	141,0	cm
Área a cortante	Av	cm ²	2/3bh	2538,7	
				CUMPLE	
					b= 23,5

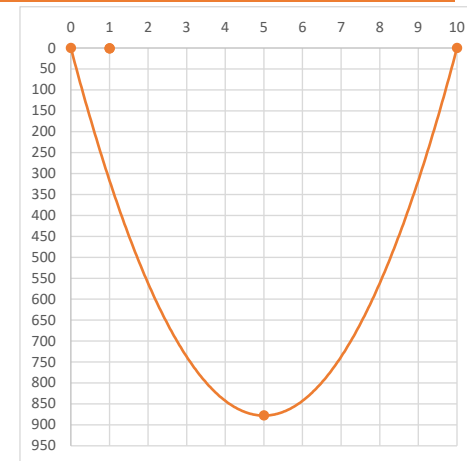
Luz	m	12
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ²		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima				
Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0165
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} *y ² ·k _{def}	0,0132
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0297
	Flecha activa	mm		29,7
	L/400	mm		30,0
				CUMPLE

Planta cubierta - Viga de vano de 10m Pórtico 5,6,13,14, 15,16

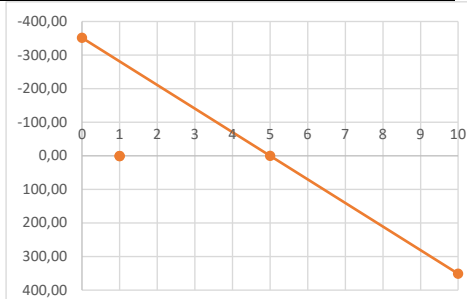
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	14,05
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	70,2
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	70,2

Solicitaciones			
Pórtico 5,6,13,14, 15,16			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	q*L ² /8	q*L ² /8	
10	877,9	877,9	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	5,00	10
L acumulada	0	5,00	10
M (m.kN)	0	877,9	0,0
Sumatorios de momentos	0		0,00
Momento isostático		877,9	
Momento final	0	877,9	0,00



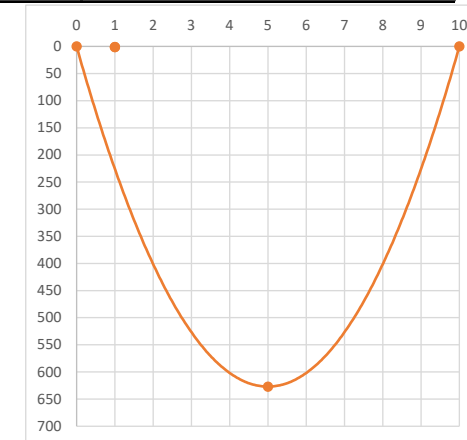
Momento máximo en valor absoluto: 877,9 m.kN

Cortantes		
R=qL+P/2	351,16	351,16
R= m1 - m2 /L	0	0
Cortantes total	-351,16	351,16



Cortante máximo en valor absoluto: 351,16 kN

Momento para flechas		
	0	627,1
		0,00



Axiles en soportes -351,16 351,16

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio		
2		*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
kmod	0,6	
ym	1,25	

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	1,536
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		87790,11
			M _d /f _{md}	57155,0 cm ³
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	127,19 cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7 cm ³
				CUMPLE

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	0,2
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		351,2
	v _d /f _{vd}	cm ²		1925,2
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	131,6 cm
Área a cortante	A _v	cm ²	2/3bh	2538,7
				CUMPLE

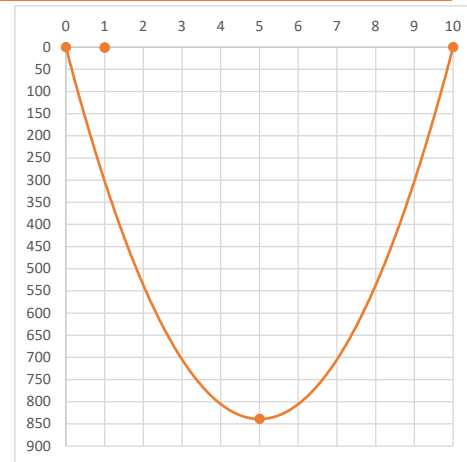
Luz	m	10
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
γ		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ² /384EI	0,0080
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·y ₂ ·k _{def}	0,0064
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0143
	Flecha activa	mm		14,3
	L/300	mm		33,3
				CUMPLE

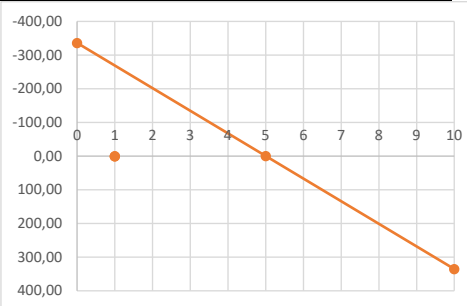
Cargas mayoradas			
q lineal	kN/m		0
q superficial	kN/m ²	13,42	
ancho tributario	m		5
q superficial a lineal	kN/m		67,1
M viento	m.Kn		
q total	kN/m		67,1

Solicitaciones			
Pórtico 5,6			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	q*L ² /8	q*L ² /8	
10	839,0	839,0	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	5,00	10
L acumulada	0	5,00	10
M (m.kN)	0	839,0	0,0
Sumatorios de momentos	0		0,00
Momento isostático		839,0	
Momento final	0	839,0	0,00



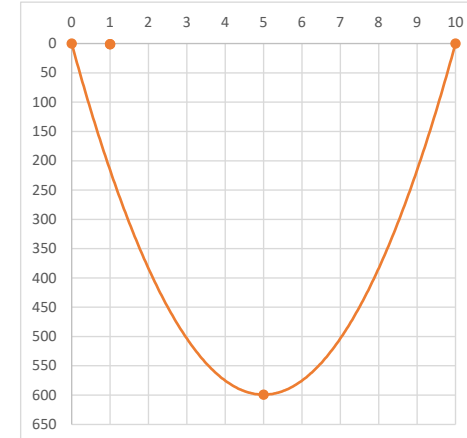
Momento máximo en valor absoluto: 839,0 m.kN

Cortantes			
R=qL+P/2	335,59		335,59
R= m1 - m2 /L	0		0
Cortantes total	-335,59	0	335,59



Cortante máximo en valor absoluto: 335,59 kN

Momento para flechas			
	0	599,3	0,00



Axiles en soportes			
	-335,59		335,59

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio		2	*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
kmod		0,6	
ym		1,25	

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	1,536		
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		83898,5475		
			M _d /f _{md}	54621,5	cm ³	
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	125,28	cm	b= 20,9
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7	cm ³	CUMPLE

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod*(f _k /y _m)	0,2		
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		335,6		
	V _d /f _{vd}	cm ²		1839,9		
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	128,7	cm	b= 21,4
Área a cortante	Av	cm ²	2/3bh	2538,7		CUMPLE

Luz	m		10
b	m		0,28
h	m		1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)		0,0587
Módulo de Young	kN/m ²		13700000
y'			1
k _{def}			0,8

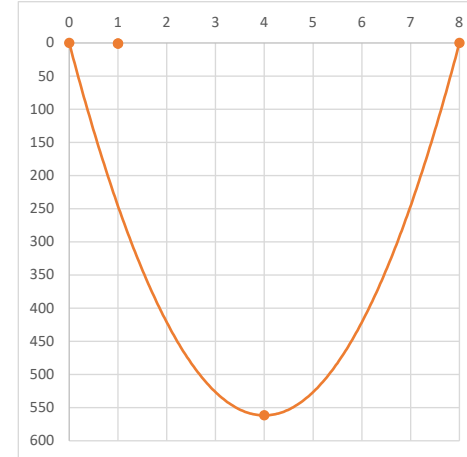
Flecha máxima

Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0080
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} *y ₂ ·k _{def}	0,0064
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0143
	Flecha activa	mm		14,3
	L/400	mm		25,0
				CUMPLE

Cargas sin mayorar			
q lineal	kN/m		0
q superficial	kN/m ²	9,83	
ancho tributario	m		5
q superficial a lineal	kN/m		49,1
M viento	m.Kn		
q total	kN/m		49,1

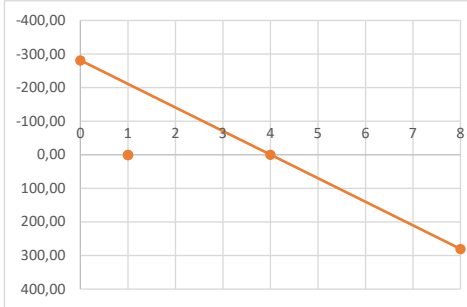
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	14,05
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	70,2
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	70,2

Solicitaciones			
Pórtico 7,8,9,10,11,12			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	$q \cdot L^2/8$	$q \cdot L^2/8$	
8	561,9	561,9	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	4,00	8
L acumulada	0	4,00	8
M (m.kN)	0	561,9	0,0
Sumatorios de momentos			0,00
Momento isostático		561,9	
Momento final	0	561,9	0,00



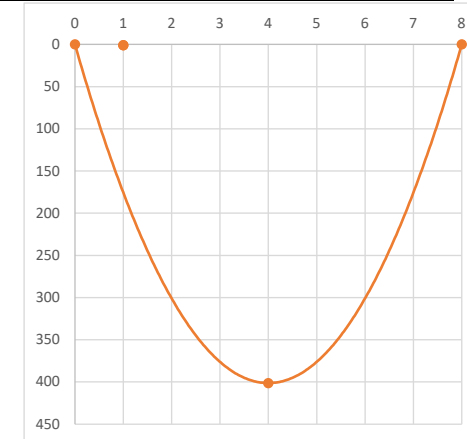
Momento máximo en valor absoluto: 561,9 m.kN

Cortantes		
R=qL+P/2	280,93	280,93
R= m1 - m2 /L	0	0
Cortantes total	-280,93	0 280,93



Cortante máximo en valor absoluto: 280,93 kN

Momento para flechas		
	0	401,3 0,00



Axiles en soportes		
	-280,93	280,93

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio 2 *Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo					
Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	k _{mod} ·f _k /γ _m	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		56185,6704	
			M _d /f _{md}	36579,2	cm ³
	b·h ² /6	siendo b=h/6	h=	109,61	cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b·h ² /6	86314,7	cm ³
				CUMPLE	

Cortante máximo					
Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	k _{mod} ·f _k /γ _m	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		280,9	
	v _d /f _{vd}	cm ²		1540,2	
	b·h ² /6	siendo b=h/6	h=	117,7	cm
Area a cortante	Av	cm ²	2/3bh	2538,7	cm ²
				CUMPLE	

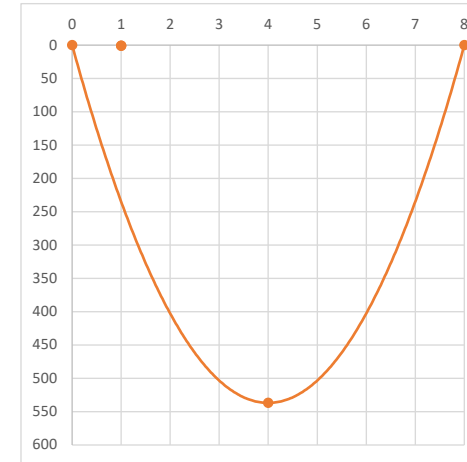
Luz	m	8
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
γ _m		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima				
Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0033
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·γ _m ·k _{def}	0,0026
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0059
	Flecha activa	mm		5,9
	L/300	mm		26,7
				CUMPLE

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

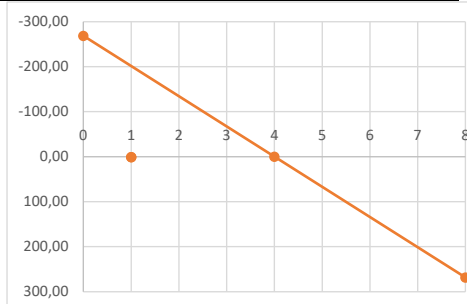
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	13,42
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	67,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	67,1

Solicitaciones			
Pórtico 7,8			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	q*L ² /8	q*L ² /8	
8	537,0	537,0	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	4,00	8
L acumulada	0	4,00	8
M (m.kN)	0	537,0	0,0
Sumatorios de momentos	0		0,00
Momento isostático		537,0	
Momento final	0	537,0	0,00



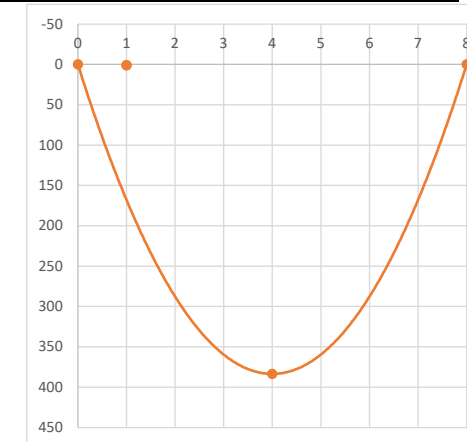
Momento máximo en valor absoluto: 537,0 m.kN

Cortantes		
R=qL+P/2	268,48	268,48
R= m1 - m2 /L	0	0
Cortantes total	-268,48	0 268,48



Cortante máximo en valor absoluto: 268,48 kN

Momento para flechas		
	0	383,5 0,00



Axiles en soportes		
	-268,48	268,48

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio 2 *Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Momento máximo					
Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	k _{mod} /(f _k /y _m)	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		53695,0704	
			M _d /f _{md}	34957,7	cm ³
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	107,96	cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b*h ² /6	86314,7	cm ³
				CUMPLE	
					b= 18,0 cm

Cortante máximo					
Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	k _{mod} /(f _k /y _m)	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		268,5	
	v _d /f _{vd}	cm ²		1471,9	
	b*h ² /6	siendo b=h/6	h=	115,1	cm
Área a cortante	Av	cm ²	2/3bh	2538,7	cm ²
				CUMPLE	
					b= 19,2 cm

Luz	m	8
b	m	0,28
h	m	1,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0587
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ²		1
k _{def}		0,8

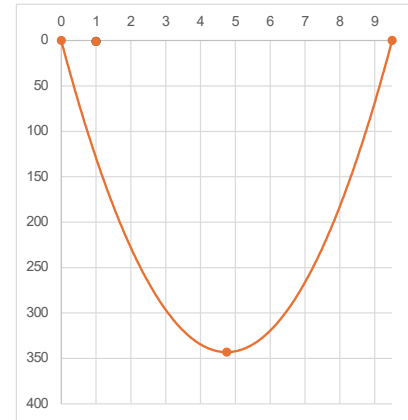
Flecha máxima				
Deformación inicial	d _{ini}	m	5qL ⁴ /384EI	0,0033
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·y ₂ ·k _{def}	0,0026
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0059
	Flecha activa	mm		5,9
	L/400	mm		20,0
				CUMPLE

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	9,83
ancho tributario	m	5
q superficial a lineal	kN/m	49,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	49,1

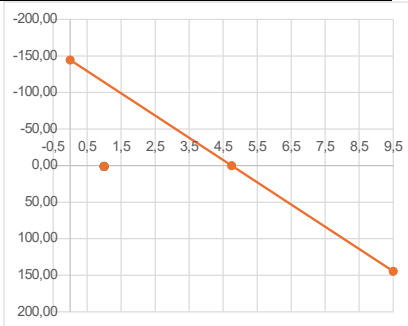
Planta cubierta - Viga secundaria 9,5m Entre pórtico 19-21

Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	12,67
ancho tributario	m	2,4
q superficial a lineal	kN/m	30,4
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	30,4

Solicitaciones			
Entre pórtico 19-21			
Viga, B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
	$q \cdot L^2/8$	$q \cdot L^2/8$	
9,5	343,2	343,2	
	izquierdo	centro	derecho
L (m)	0	4,75	9,5
L acumulada	0	4,75	9,5
M (m.kN)	0	343,2	0,0
Sumatorios de momentos		0	0,00
Momento isostático		343,2	
Momento final		0	343,2

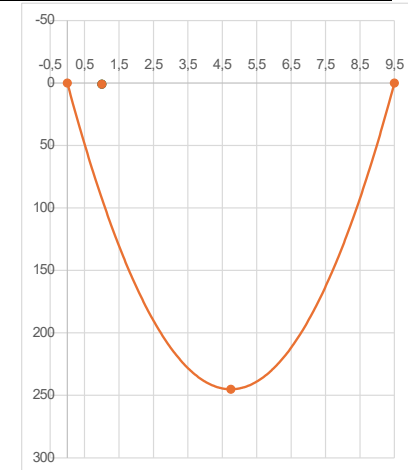


Momento máximo en valor absoluto: 343,2 m.kN		
Cortantes		
$R=qL+P/2$	144,49	144,49
$R= m1 - m2 /L$	0	0
Cortantes total	-144,49	144,49



Cortante máximo en valor absoluto: 144,49 kN		
--	--	--

Momento para flechas		
	0	245,1
		0,00



Axiles en soportes		
	-144,49	144,49

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	8,81
ancho tributario	m	2,4
q superficial a lineal	kN/m	21,1
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	21,1

Dimensionado, demostraciones			
Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flexión	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración		permanente
Clase de servicio 2		
kmod	0,6	*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
ym	1,25	

Momento máximo					
Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod ² /(f _k /y _m)	1,536	
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		34316,42535	
			M _d /f _{md}	22341,4	cm ³
	b ³ h ² /6	siendo b=h/6	h=	73,81	cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b ³ h ² /6	86314,7	cm ³
				CUMPLE	

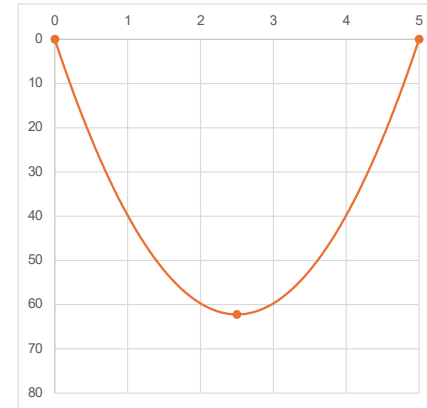
Cortante máximo					
Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod ² /(f _k /y _m)	0,2	
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		144,5	
	v _d /f _{vd}	cm ²		792,2	
	b ³ h ² /6	siendo b=h/3	h=	68,9	cm
Área a cortante	A _v	cm ²	2/3bh	2538,7	
				CUMPLE	

Luz	m	10
b	m	0,14
h	m	1,00
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0117
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ²		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima				
Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ² /384EI	0,0140
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} · y ₂ · k _{def}	0,0112
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0253
	Flecha activa	mm		25,3
	L/300	mm		31,7
				CUMPLE

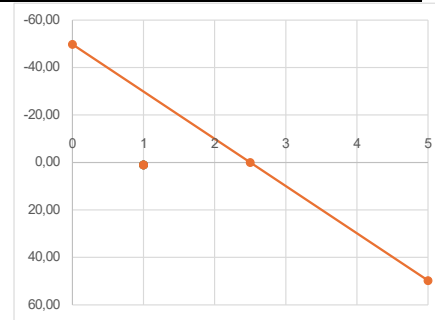
Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	11,06
ancho tributario	m	1,8
q superficial a lineal	kN/m	19,9
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	19,9

Solicitaciones				
Banda de servicio				
Viga, B-C				
L	m	M elástico	Miso	
		m.kN	m.kN	
		$q \cdot L^2/8$	$q \cdot L^2/8$	
5		62,2	62,2	
		izquierdo	centro	derecho
L (m)		0	2,50	5
L acumulada		0	2,50	5
M (m.kN)		0	62,2	0,0
Sumatorios de momentos		0	62,2	0,00
Momento isostático			62,2	
Momento final		0	62,2	0,00



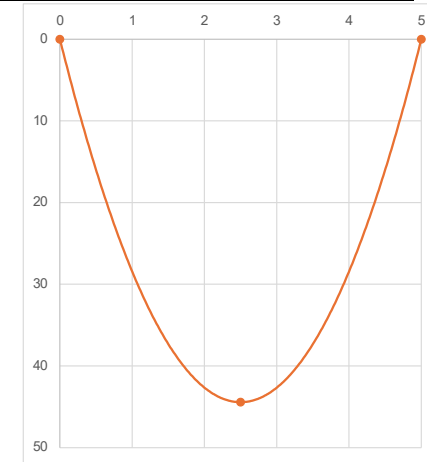
Momento máximo en valor absoluto: 62,2 m.kN

Cortantes		
$R=qL+P/2$	49,77	49,77
$R= m1 - m2 /L$	0	0
Cortantes total	-49,77	49,77



Cortante máximo en valor absoluto: 49,77 kN

Momento para flechas		
	0	44,4
	0	0,00



Axiles en soportes -49,77 49,77

Cargas sin mayorar		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	7,61
ancho tributario	m	1,8
q superficial a lineal	kN/m	13,7
M viento	m.Kn	
q total	kN/m	13,7

Dimensionado, demostraciones

Clases resistentes			
		GL24h	GL32h
Flección	N/mm ²	24	32
Tracción paralela		16,5	22,5
Tracción perpendicular		0,4	0,5
Compresión paralela		24	29
Compresión perpendicular		2,7	3,3
Cortante		2,7	3,8
Módulo de elasticidad	kN/mm ²	11,6	13,7
Densidad característica	kg/m ³	380	430
	kN/m ³	3,73	4,22

Clase de duración permanente

Clase de servicio		2	*Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
kmod	0,6		
ym	1,25		

Momento máximo

Tensión de cálculo	f _{md}	kN/cm ²	kmod·f _k /y _m	1,536		
Momento máximo de cálculo	M _d	kN.cm		6221,38455		
			M _d /f _{md}	4050,4	cm ³	
	b·h ² /6	siendo b=h/6	h=	36,49	cm	b= 18,2 cm
Módulo de resistencia	W	cm ³	b·h ² /6	86314,7	cm ³	
				CUMPLE		

Cortante máximo

Tensión de cálculo	f _{vd}	kN/cm ²	kmod·f _k /y _m	0,2		
Cortante máximo de cálculo	V _d	kN		49,8		
	v _d /f _{vd}	cm ²		272,9		
	b·h ² /6	siendo b=h/3	h=	33,0	cm	b= 16,5 cm
Área a cortante	A _v	cm ²	2/3bh	2538,7		
				CUMPLE		

Luz	m	5
b	m	0,24
h	m	0,36
Inercia	bh ³ /12 (m ⁴)	0,0009
Módulo de Young	kN/m ²	13700000
y ^c		1
k _{def}		0,8

Flecha máxima

Deformación inicial	d _{ini}	m	5q ⁴ /384EI	0,0087
Deformación diferida	ddif	m	d _{ini} ·y ₂ ·k _{def}	0,0070
Deformación	d	m	d _{ini} + ddif	0,0157
	Flecha activa	mm		15,7
	L/300	mm		16,7
				CUMPLE

Tipo 1	Tres plantas 1C, 2C, 3C, 4C, 5C		
a	cm		28
b	cm		92
A	cm ²	a*b	2576,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	12021,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	39498,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	26,6
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	590,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imin	73,0
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/i)	0,49

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		3
Resultante del viento	W	kN		21,00
Cortantes		4V=W		5,25
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	7,88
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	15,75

Momento del soporte_Planta 2

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		5,23
Resultante del viento	W	kN		36,61
Cortantes		4V=W		9,15
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	23,93
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	47,87

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		4,3
Resultante del viento	W	kN		30,10
Cortantes		4V=W		7,53
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	16,18
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	32,36
Momento de pilares ext total				47,99
Momento de pilares int total				95,98
Axil total				1226,81

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		1226,81
			Nd/A*X	0,972
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		1226,81
Momento de cálculo	Md	cm·kN		4799
			Nd/A	0,476
			Md/W	0,399
			Nd/A + Md/W	0,875
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		1226,81
Momento de cálculo	Md	cm·kN		4799
			Nd/A*X	0,972
			Md/W	0,399
			Nd/A*X + Md/W	1,372
				CUMPLE

Tipo 1'	Tres plantas 1B, 2B, 3B, 4B, 5B		
a	cm		28
b	cm		144
A	cm ²	a*b	4032,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	18816,0
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	96768,0
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	41,6
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	590,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imin	73,0
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/i)	0,49

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		3
Resultante del viento	W	kN		21,00
Cortantes		4V=W		5,25
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	7,88
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	15,75

Momento del soporte_Planta 2

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		5,23
Resultante del viento	W	kN		36,61
Cortantes		4V=W		9,15
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	23,93
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	47,87

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		4,3
Resultante del viento	W	kN		30,10
Cortantes		4V=W		7,53
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	16,18
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	32,36
Momento de pilares ext total				47,99
Momento de pilares int total				95,98
Axil máximo de cálculo total	Nd			1226,85
Axil viga secundaria	N'	kN		49,77
Excentricidad	e	cm		62

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	1,392
Axil total de cálculo		kN		1376,16
			Nd+N'	1376,16
			Nd+N'/A*X	0,697
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/γm)	1,392
Extremo				
Axil total de cálculo		kN		1376,16
Momento de cálculo		cm·kN		9598
			Nd+N'/A	0,341
			(Md+N'*e)/W	1,002
			Nd/A + Md/W	1,343
				CUMPLE

L/3

Axil total de cálculo		kN		1376,16
Momento de cálculo		cm·kN		9598
			Nd+N'/A*X	0,697
			(Md+M(L/3))/W	0,674
			Nd/A*X + Md/W	1,371
				CUMPLE

Tipo 2_Parte A		Dos plantas 24D, 24E, 23D, 23E	
a	cm	28	
b	cm	80	
A	cm ²	a*b	2240,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	10453,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	29866,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	23,1
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	450,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imin	55,7
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/ι)	0,68

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²	0,89	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	4,5	
Resultante del viento	W	kN	20,03	
Cortantes		6V=W	3,34	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	3,75
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	7,51

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²	0,89	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	4,14	
Resultante del viento	W	kN	18,42	
Cortantes		6V=W	3,07	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	6,36
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	12,71
Momento de pilares ext total			10,11	
Momento de pilares int total			20,22	
Axil total			689,88	

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		689,88
			Nd/A*X	0,450
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		689,88
Momento de cálculo	Md	cm-kN		1011
			Nd/A	0,308
			Md/W	0,097
			Nd/A + Md/W	0,405
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		689,88
Momento de cálculo	Md	cm-kN		1011
			Nd/A*X	0,450
			Md/W	0,097
			Nd/A*X + Md/W	0,547
				CUMPLE

Tipo 2_Parte B		Dos plantas 6C, 7C, 8C	
a	cm	28	
b	cm	80	
A	cm ²	a*b	2240,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	10453,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	29866,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	23,1
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	540,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imin	66,8
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/ι)	0,56

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	5,4	
Resultante del viento	W	kN	37,80	
Cortantes		4V=W	9,45	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	12,76
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	25,52

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	4,14	
Resultante del viento	W	kN	28,98	
Cortantes		4V=W	7,25	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	15,00
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	29,99
Momento de pilares ext total			27,75	
Momento de pilares int total			55,51	
Axil total			549,43	

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
			Nd/A*X	0,441
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
Momento de cálculo	Md	cm-kN		2775
			Nd/A	0,245
			Md/W	0,266
			Nd/A + Md/W	0,511
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		549,43
Momento de cálculo	Md	cm-kN		2775
			Nd/A*X	0,441
			Md/W	0,266
			Nd/A*X + Md/W	0,707
				CUMPLE

Tipo 2_Parte B		Dos plantas 6B, 7B, 8B	
a	cm	28	
b	cm	100	
A	cm ²	a*b	2800,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	13066,7
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	46666,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	28,9
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	540,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imin	66,8
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/ι)	0,56

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	5,4	
Resultante del viento	W	kN	37,80	
Cortantes		4V=W	9,45	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	12,76
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	25,52

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	4,14	
Resultante del viento	W	kN	28,98	
Cortantes		4V=W	7,25	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	15,00
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	29,99
Momento de pilares ext total		m-kN	27,75	
Momento de pilares int total		m-kN	55,51	
Axil total		kN	549,43	
Axil viga secundaria		kN	49,77	
Excentricidad		cm	62	

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		648,97
			Nd/A*X	0,521
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		648,97
Momento de cálculo	Md	cm-kN		5551
			Nd/A	0,232
			(Md+N*e)/W	0,897
			Nd/A + Md/W	1,129
				CUMPLE

L/3

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		648,97
Momento de cálculo	Md	cm-kN		5551
			Nd/A*X	0,417
			(Md+M(L/3))/W	0,582
			Nd/A*X + Md/W	0,999
				CUMPLE

Tipo 3	Una planta	9C,10C,11C,12C,13C,14C,15C,16C,17C,18C,20E		
a	cm		28	
b	cm		80	
A	cm ²	a*b		2240,0
W débil	cm ³	b*a ² /6		10453,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6		29866,7
i débil	cm	a/raiz12		8,1
i fuerte	cm	b/raiz12		23,1
Longitud de pandeo	cm	Lp=H		962,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imín		119,0
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/í)		0,18

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		4,81
Resultante del viento	W	kN		33,67
Cortantes		4V=W		8,42
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	20,24
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	40,49
Momento de pilares ext total				20,24
Momento de pilares int total				40,49
Axil total				280,93

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		280,93
			Nd/A*X	0,226
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		280,93
Momento de cálculo	Md	cm·kN		2024
			Nd/A	0,125
			Md/W	0,194
			Nd/A + Md/W	0,319
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		280,93
Momento de cálculo	Md	cm·kN		2024
			Nd/A*X	0,226
			Md/W	0,194
			Nd/A*X + Md/W	0,419
				CUMPLE

Tipo 3'	Una planta	9B,10B,11B,12B,13B,14B,15B,16B,17B,18B,19B,20B		
a	cm		28	
b	cm		100	
A	cm ²	a*b		2800,0
W débil	cm ³	b*a ² /6		13066,7
W fuerte	cm ³	b*a ² /6		46666,7
i débil	cm	a/raiz12		8,1
i fuerte	cm	b/raiz12		28,9
Longitud de pandeo	cm	Lp=H		962,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imín		119,0
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/í)		0,18

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²		1,40
Ancho tributario		m		5
Altura tributaria	H	m		4,81
Resultante del viento	W	kN		33,67
Cortantes		4V=W		8,42
Momento de pilares exteriores	Mex	m·kN	M=V*H/2	20,24
Momento de pilares interiores	Min	m·kN	M=2V*H/2	40,49
Momento de pilares ext total		m·kN		20,24
Momento de pilares int total		m·kN		40,49
Axil máximo de cálculo total	Nd	kN		280,93
Axil viga secundaria	N'	kN		49,77
Excentricidad	e	cm		62

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil total de cálculo		kN		330,70
			Nd+N'	330,70
			Nd/A*X	0,266
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil total de cálculo		kN		330,70
Momento de cálculo	Md	cm·kN		4049
			Nd/A	0,118
			(Md+N*e)/W	0,546
			Nd/A + Md/W	0,664
				CUMPLE

L/3

Axil total de cálculo		kN		330,70
Momento de cálculo	Md	cm·kN		4049
			Nd/A*X	0,266
			(Md+M(L/3))/W	0,389
			Nd/A*X + Md/W	0,654
				CUMPLE

Tipo 4	Una planta	19C, 19D, 19E, 21B, 21C, 21D, 21E	
a	cm	28	
b	cm	80	
A	cm ²	a*b	2240,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	10453,3
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	29866,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	23,1
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	600,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imín	74,2
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/i)	0,48

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²	0,89	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	3	
Resultante del viento	W	kN	13,35	
Cortantes		6V=W	2,23	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	3,34
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	6,68
Momento de pilares ext total			3,34	
Momento de pilares int total			6,68	
Axil total			655,92	

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		655,92
			Nd/A*X	0,614
				CUMPLE

Para flexión y axial combinadas

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		655,92
Momento de cálculo	Md	cm-kN		668
			Nd/A	0,293
			Md/W	0,064
			Nd/A + Md/W	0,357
				CUMPLE

Central

Axil máximo de cálculo	Nd	kN		655,92
Momento de cálculo	Md	cm-kN		334
			Nd/A*X	0,614
			Md/W	0,032
			Nd/A*X + Md/W	0,646
				CUMPLE

Tipo 5	Todos los pilares en A		
a	cm	28	
b	cm	40	
A	cm ²	a*b	1120,0
W débil	cm ³	b*a ² /6	5226,7
W fuerte	cm ³	b*a ² /6	7466,7
i débil	cm	a/raiz12	8,1
i fuerte	cm	b/raiz12	11,5
Longitud de pandeo	cm	Lp=H	590,0
Esbeltez mecánica	λmec	Lp/imín	73,0
Coefficiente de pandeo	X	1/X=1+(λmec/i)	0,49

Momento del soporte_Cubierta

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	3	
Resultante del viento	W	kN	21,00	
Cortantes		4V=W	5,25	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	7,88
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	15,75

Momento del soporte_Planta 2

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	5,23	
Resultante del viento	W	kN	36,61	
Cortantes		4V=W	9,15	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	23,93
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	47,87

Momento del soporte_Planta 1

Carga del viento	qd	kN/m ²	1,40	
Ancho tributario		m	5	
Altura tributaria	H	m	4,3	
Resultante del viento	W	kN	30,10	
Cortantes		4V=W	7,53	
Momento de pilares exteriores	Mex	m-kN	M=V*H/2	16,18
Momento de pilares interiores	Min	m-kN	M=2V*H/2	32,36
Momento de pilares ext total			47,99	
Momento de pilares int total			95,98	
Axil total			149,31	

Para compresión simple

Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		149,31
			Nd/A*X	0,272
				CUMPLE

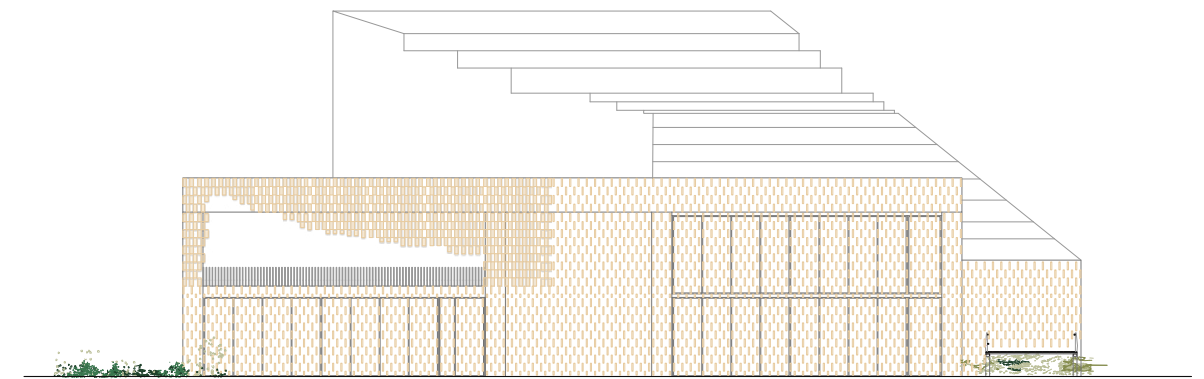
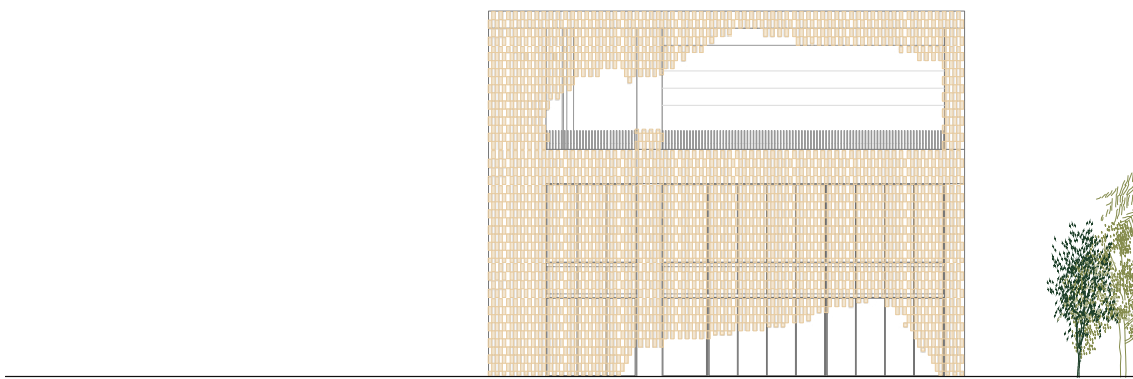
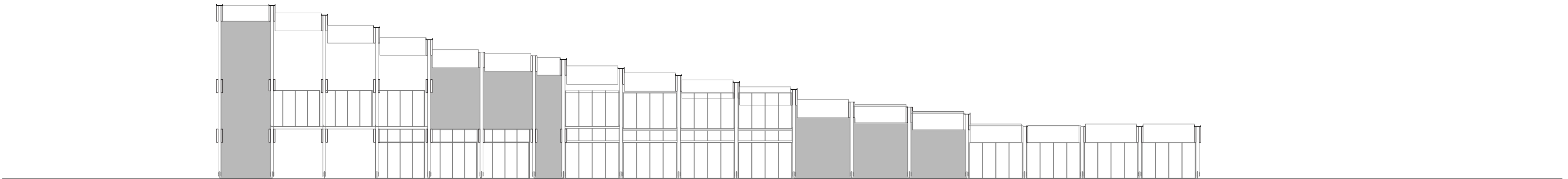
Para flexión y axial combinadas

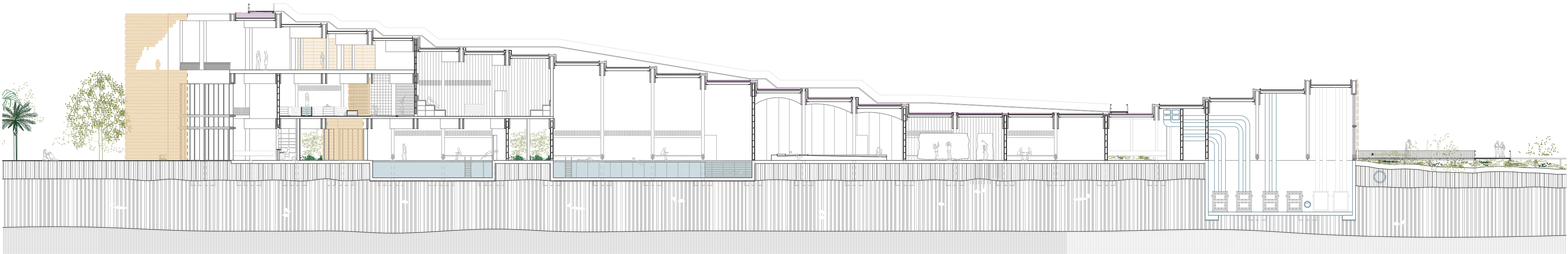
Tensión de cálculo	fd	kN/cm ²	kmod*/(fk/ym)	1,392
Extremo				
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		149,31
Momento de cálculo	Md	cm-kN		4799
			Nd/A	0,133
			Md/W	0,918
			Nd/A + Md/W	1,051
				CUMPLE

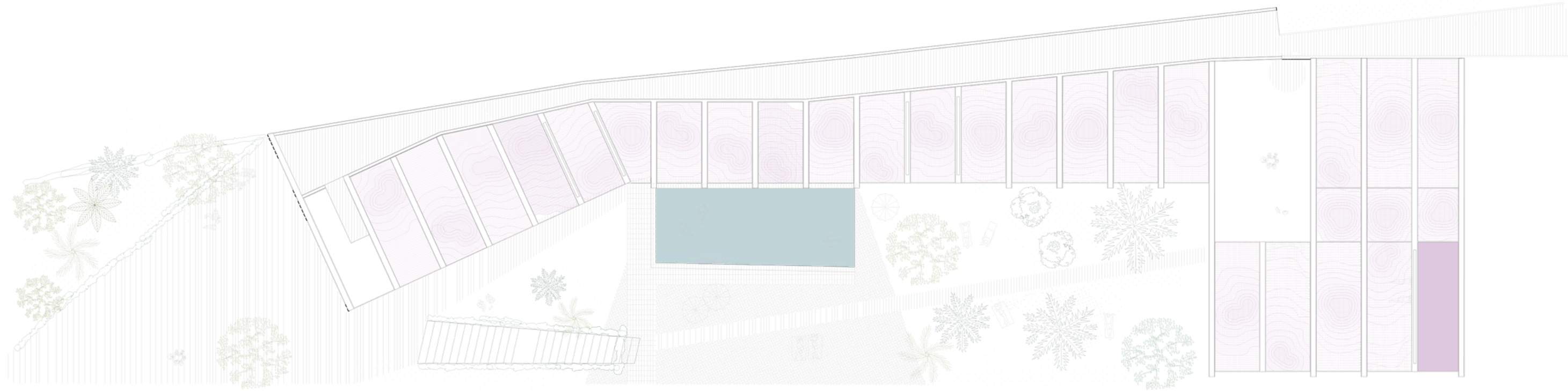
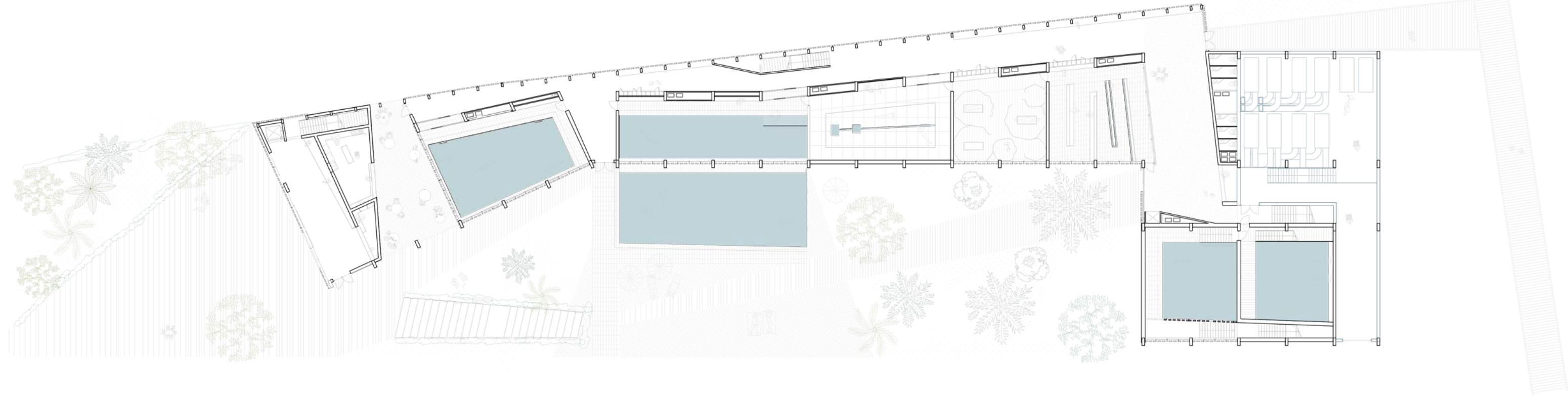
Central

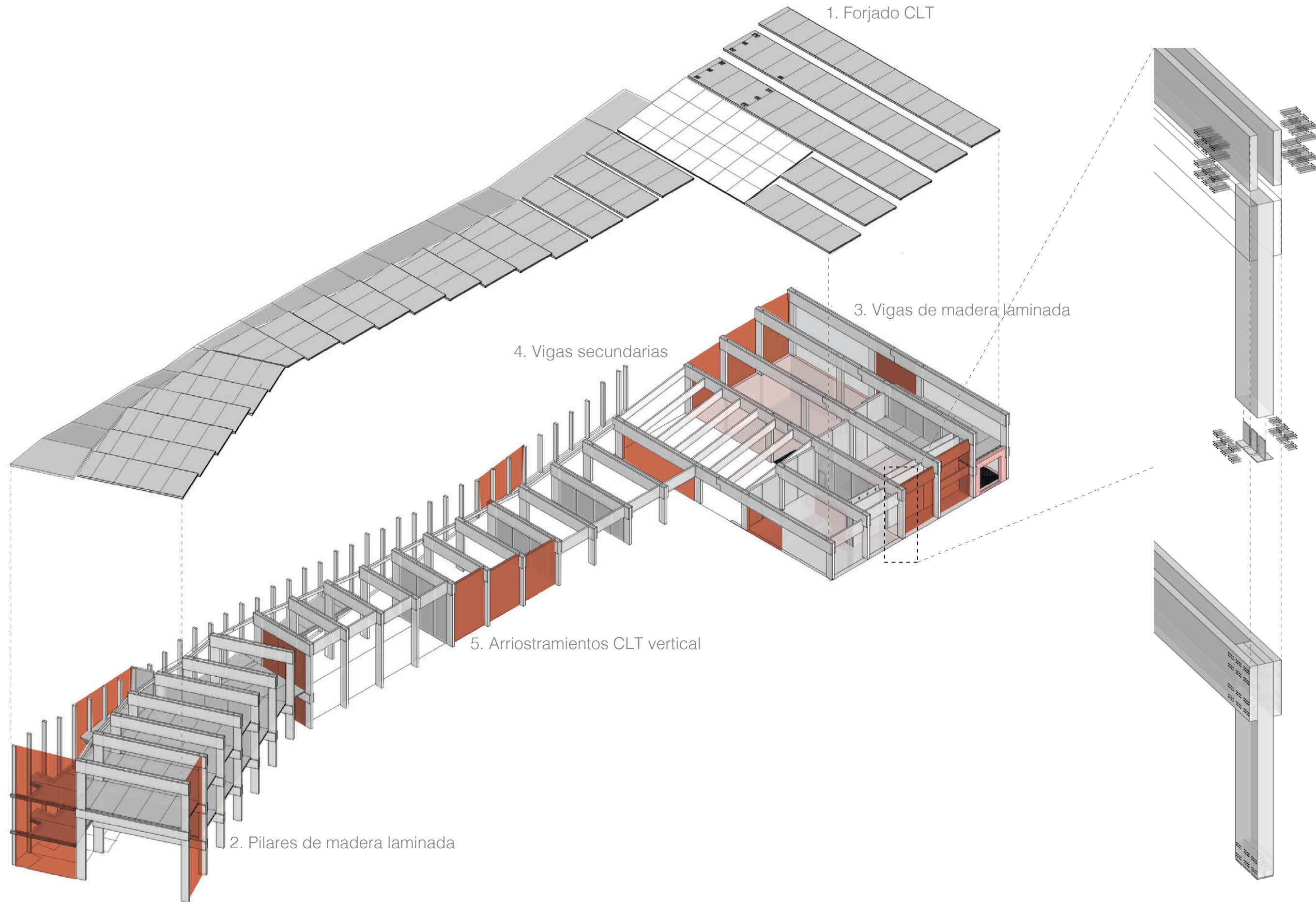
Axil máximo de cálculo	Nd	kN		149,31
Momento de cálculo	Md	cm-kN		4799
			Nd/A*X	0,272
			Md/W	0,918
			Nd/A*X + Md/W	1,190
				CUMPLE

PLANOS









CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA	GL32h	
Flexión	32 N/mm ²	
Tracción paralela	22,5 N/mm ²	
Tracción perpendicular	0,5 N/mm ²	
Compresión paralela	29 N/mm ²	
Compresión perpendicular	3,3 N/mm ²	
Cortante	3,8 N/mm ²	
Módulo de elasticidad	13,7 kN/mm ²	
Densidad característica	4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³	
Clase de duración	permanente	
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

MADERA CONTRALAMINADA	clase resistente C24	
Flexión	24 N/mm ²	
Tracción paralela	14 N/mm ²	
Tracción perpendicular	0,4 N/mm ²	
Compresión paralela	21 N/mm ²	
Compresión perpendicular	2,5 - 3,1 N/mm ²	
Cortante	2,7 N/mm ²	
Módulo de elasticidad	11,6 kN/mm ²	
Densidad característica	420 kg/m ³	
Clase de duración	permanente	
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Peldaños	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0,2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad* según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA	
		Sísmica	Incendio
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

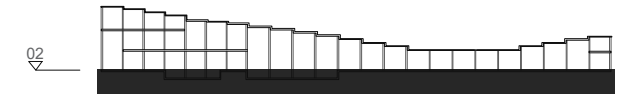
* aplicable a los valores característicos

ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad* según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA	
		Sísmica	Incendio
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

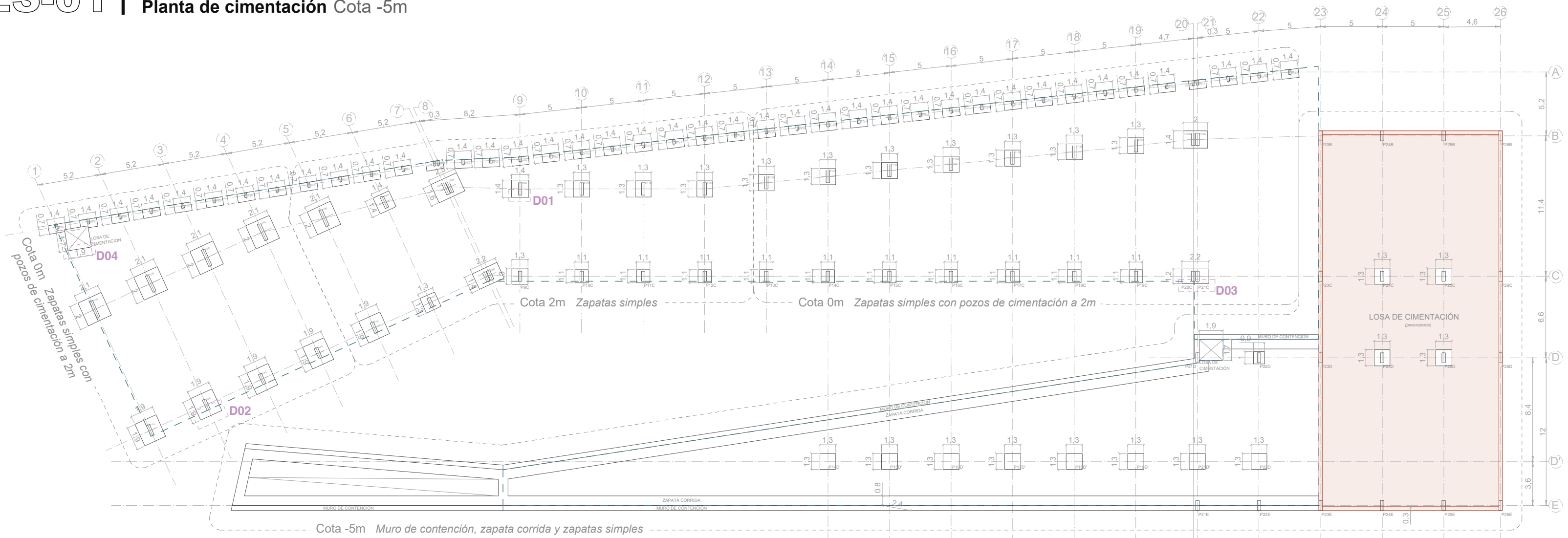
* aplicable a las desfavorables, en general, en valor característico

** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica el valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.22, tabla 4.2)

*** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.22, tabla 4.2)



Escala 1:300



— Preexistencia
- - - Límite de la solera

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

HORMIGÓN	TIPO DE ELEMENTO	
	Cimientos y muros	Soportas vistos
Denominación	HA25/F/40/XC2	HA25/F/20/XC4
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Tamaño máximo de árido	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	calizo
Ambiente	XC2	XC4
Recubrimiento mínimo	70 mm *	25 mm **
Control	Estadístico	100%

* contra el terreno; contra encofrados u hormigón de limpieza, 30 mm
** el recubrimiento nominal (tamaño de separador) es 10 mm más

ACERO DE ARMAR		Cimientos
Denominación		B 500 SD
Tensión del límite elástico		500 N/mm ²
Control		por ensayos

S indica que es soldable. SD que además tiene condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Pelda/teado	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0,2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

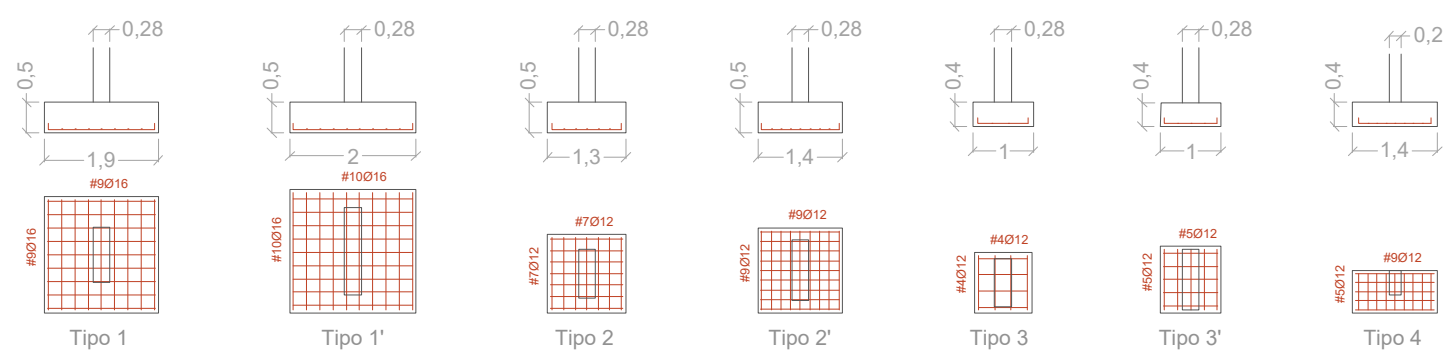
MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad* según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

* aplicable a los valores característicos

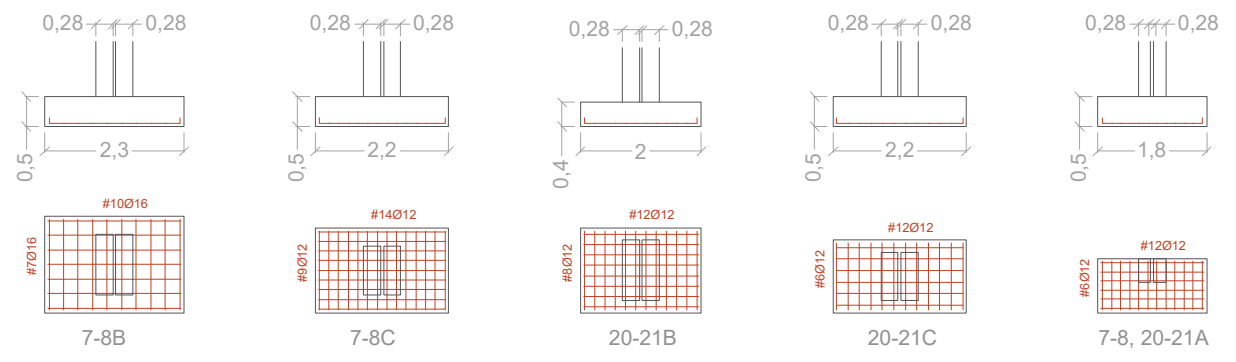
ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad* según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

* aplicable a las desfavorables, en general, en valor característico
** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica al valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.2.2, tabla 4.2)
*** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.2.2, tabla 4.2)

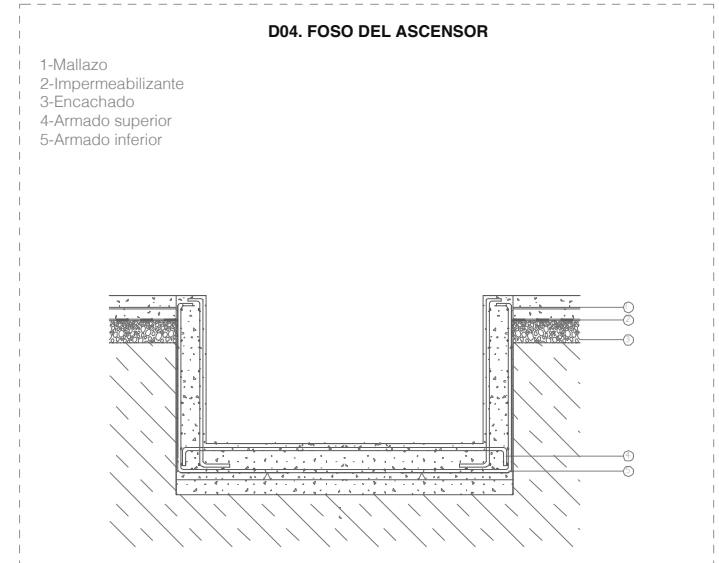
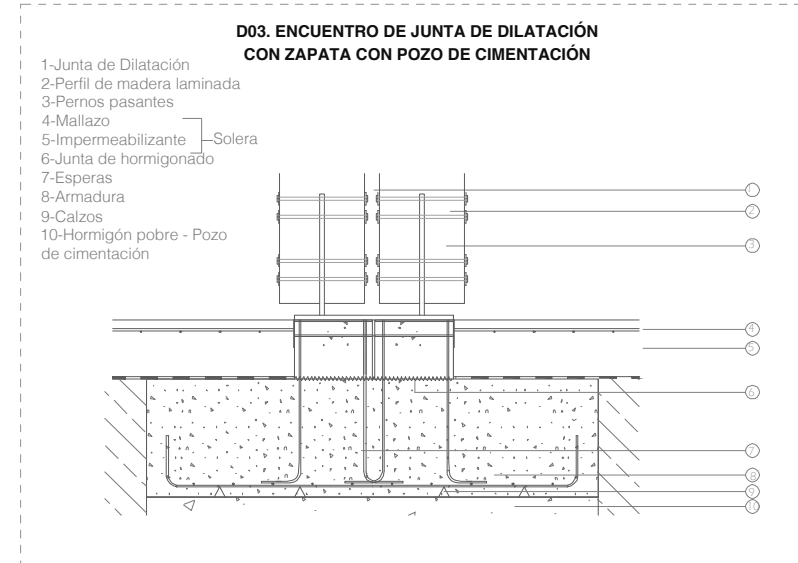
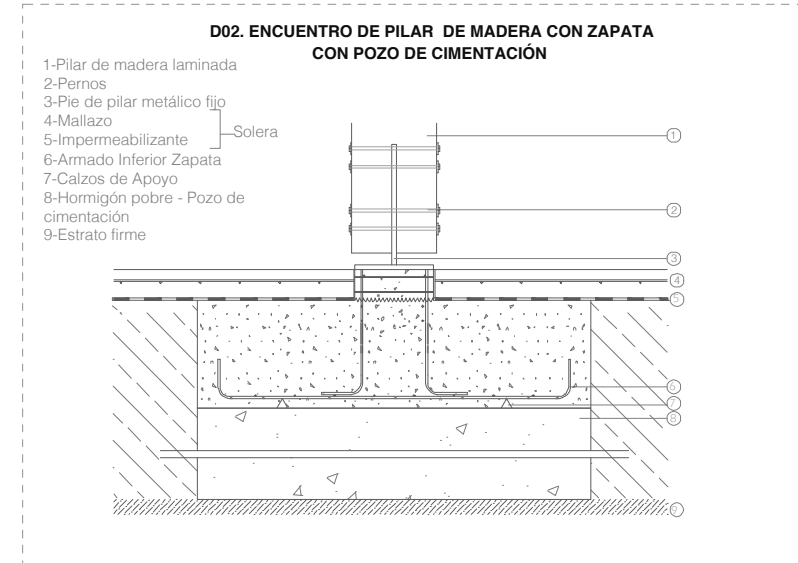
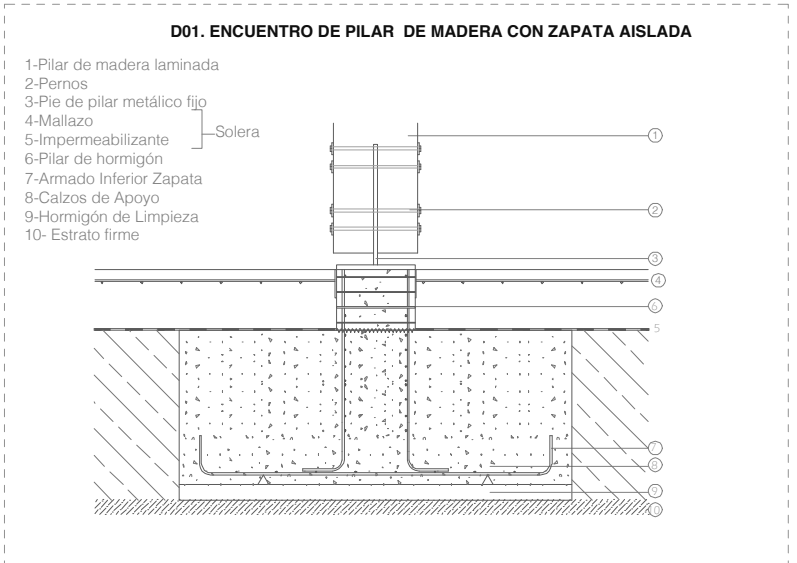
TIPOLOGÍA DE ZAPATAS
ZAPATAS AISLADAS



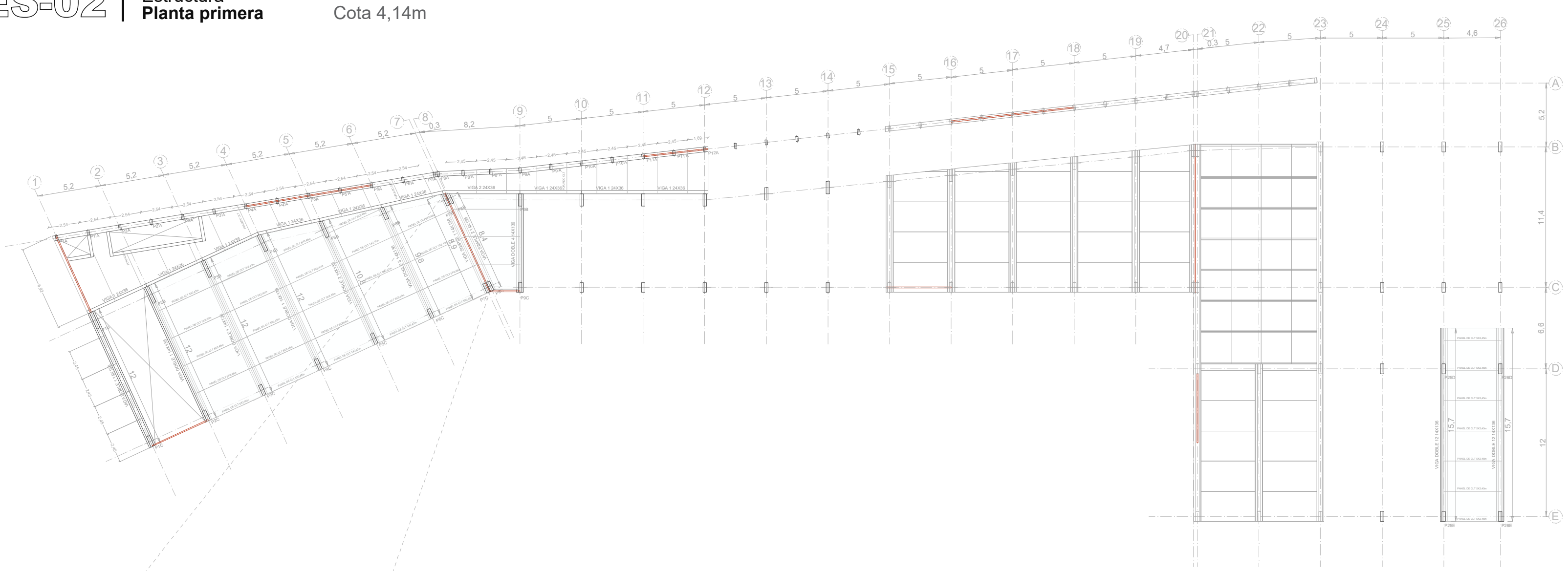
ZAPATAS COMBINADAS



DETALLES. CIMENTACIÓN CON ZAPATAS



— Preexistencia



Escala 1:300

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA		GL32h
Flexión		32 N/mm ²
Tracción paralela		22,5 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,5 N/mm ²
Compresión paralela		29 N/mm ²
Compresión perpendicular		3,3 N/mm ²
Cortante		3,8 N/mm ²
Módulo de elasticidad		13,7 kN/m ²
Densidad característica		4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

MADERA CONTRALAMINADA		clase resistente C24
Flexión		24 N/mm ²
Tracción paralela		14 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,4 N/mm ²
Compresión paralela		21 N/mm ²
Compresión perpendicular		2,5 - 3,1 N/mm ²
Cortante		2,7 N/mm ²
Módulo de elasticidad		11,6 kN/m ²
Densidad característica		420 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Peldaños	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0,2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

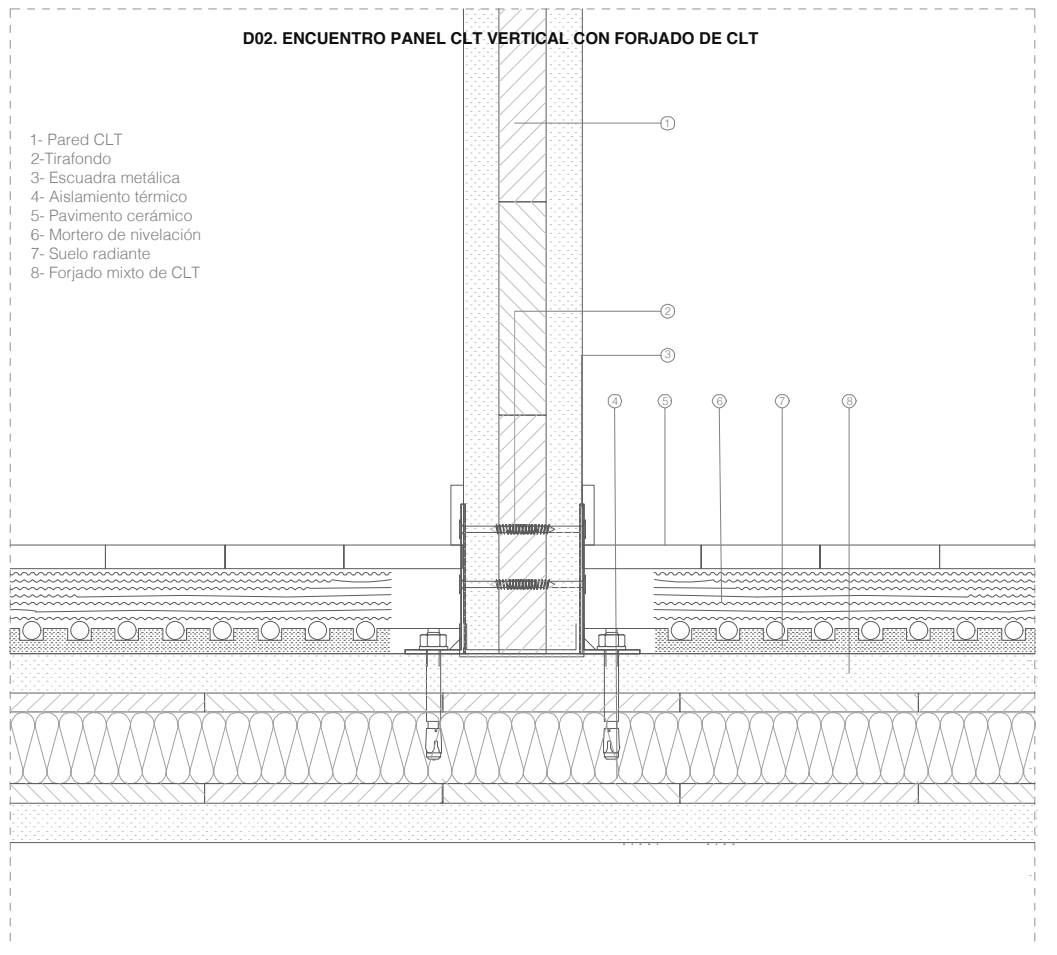
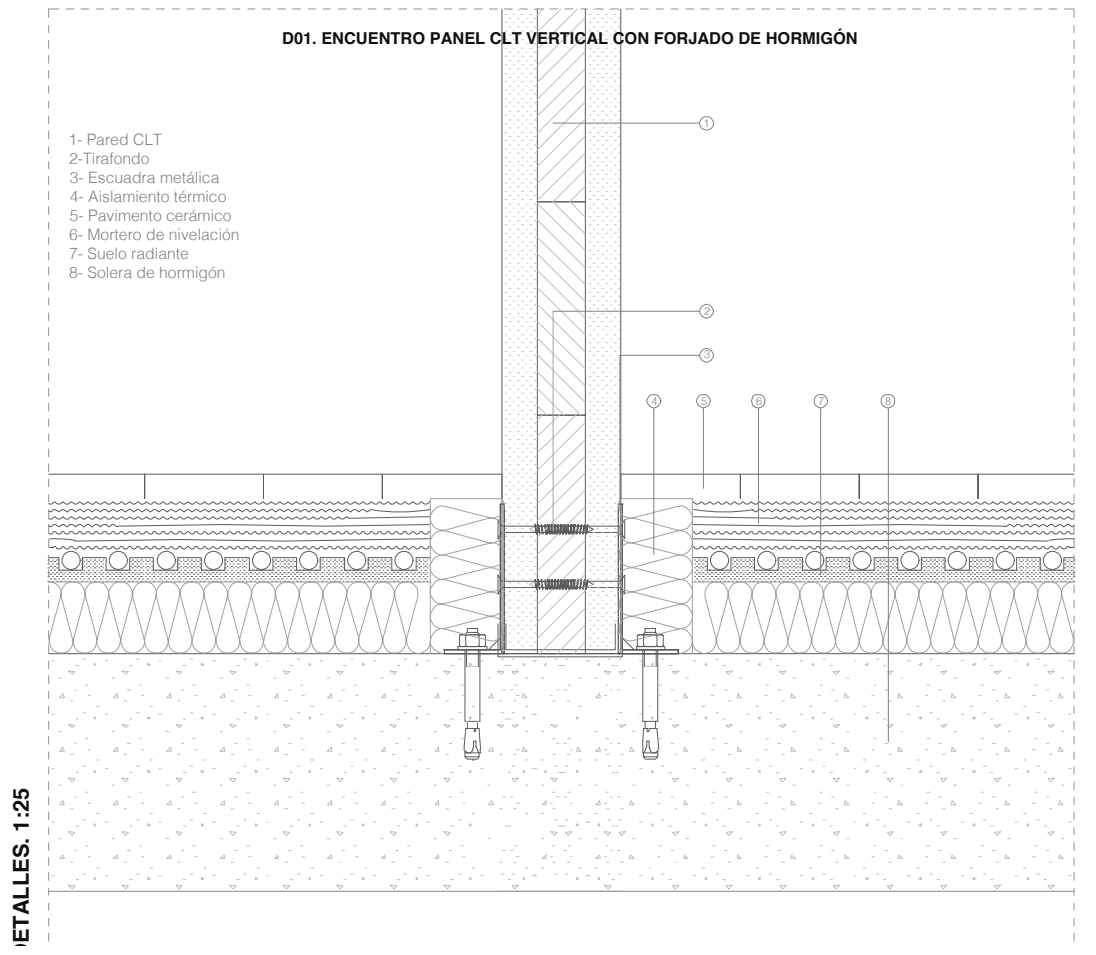
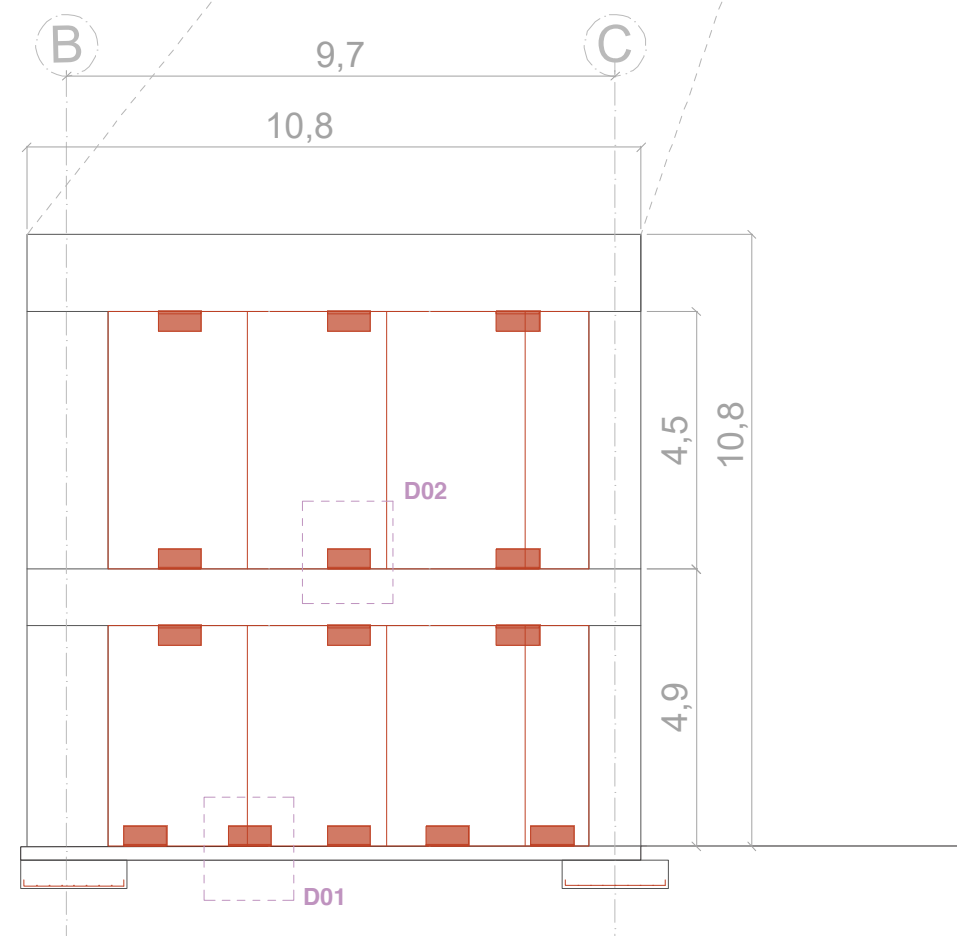
MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	INCENDIO
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

* aplicable a los valores característicos

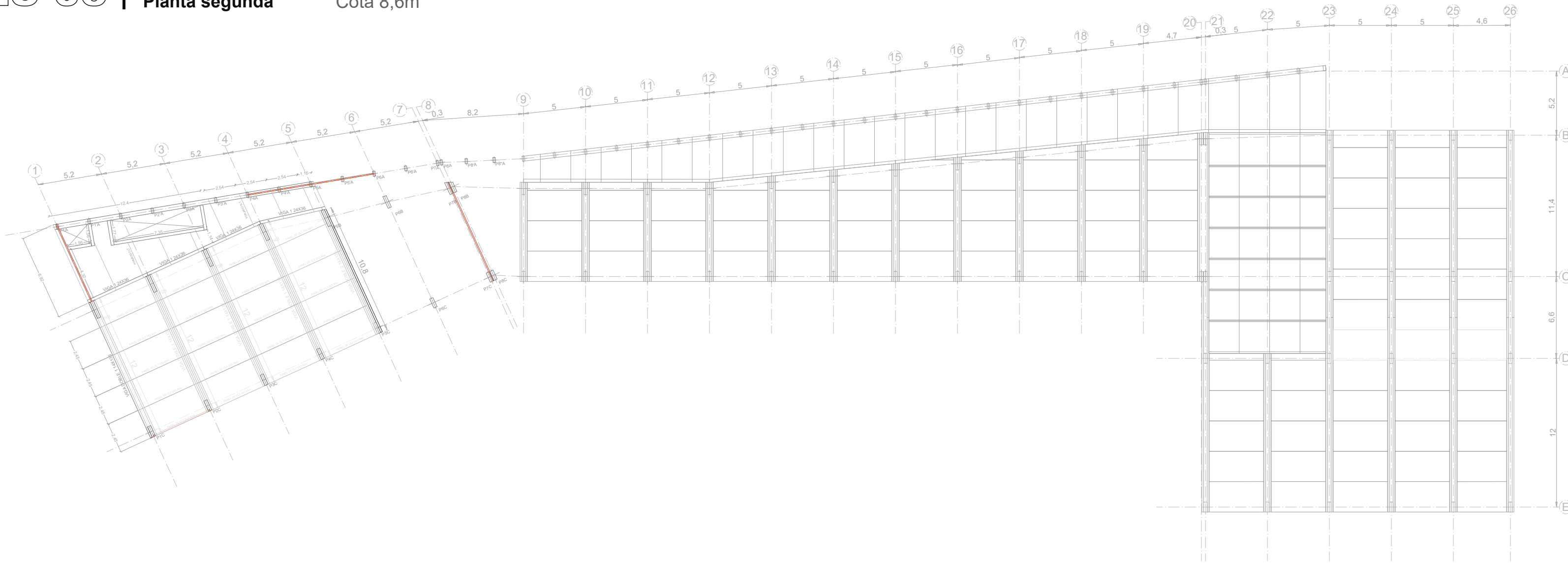
ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	INCENDIO
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

* aplicable a las desfavorables, en general, en valor característico
 ** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica al valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.22, tabla 4.2)
 *** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.22, tabla 4.2)

ALZADO PÓRTICO 7-8 CON ARRIOSTRAMIENTOS, INCLAJES CON HORMIGÓN Y CON CLT



DETALLES. 1:25



Escala 1:300

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA		GL32h
Flexión		32 N/mm ²
Tracción paralela		22,5 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,5 N/mm ²
Compresión paralela		29 N/mm ²
Compresión perpendicular		3,3 N/mm ²
Cortante		3,8 N/mm ²
Módulo de elasticidad		13,7 kN/m ²
Densidad característica		4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

MADERA CONTRALAMINADA		clase resistente C24
Flexión		24 N/mm ²
Tracción paralela		14 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,4 N/mm ²
Compresión paralela		21 N/mm ²
Compresión perpendicular		2,5 - 3,1 N/mm ²
Cortante		2,7 N/mm ²
Módulo de elasticidad		11,6 kN/m ²
Densidad característica		420 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	γm	1,25

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Peldañado	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	-	0,2
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA	
		Sísmica	Incendio
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25		

* aplicable a los valores característicos

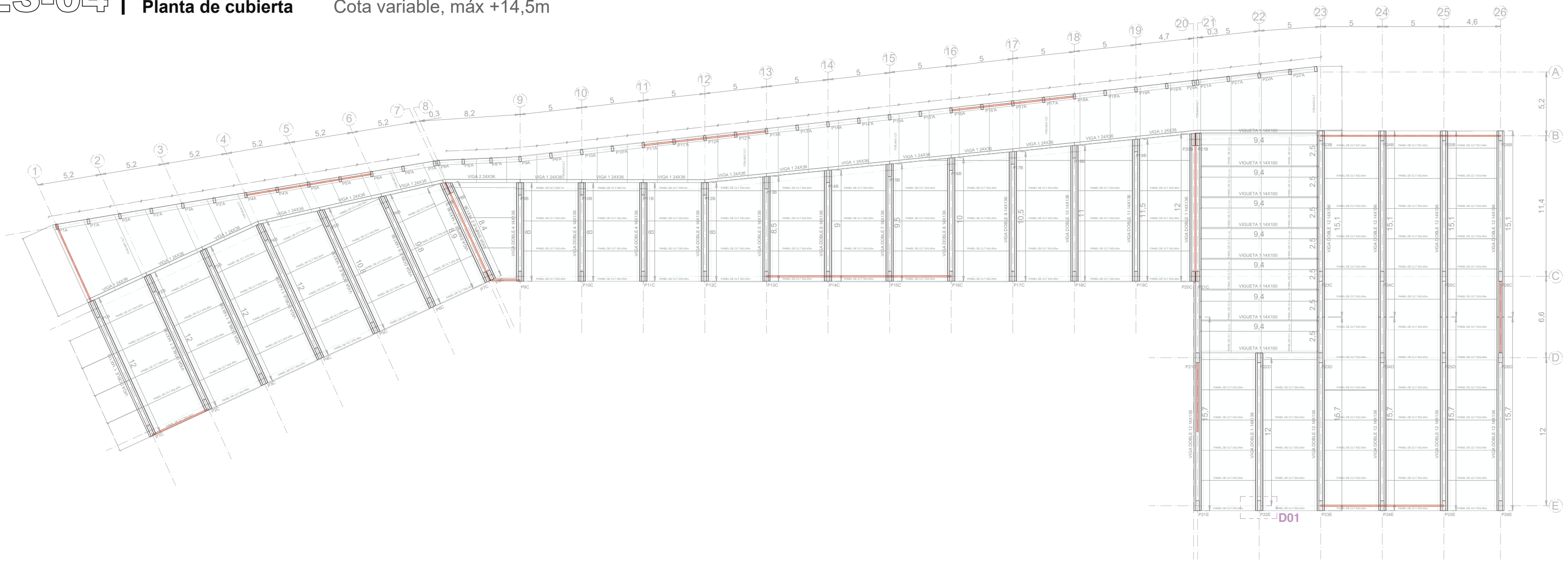
ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA	
		Sísmica	Incendio
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica al valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.22, tabla 4.2)
*** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.22, tabla 4.2)

Arriostramientos



Escala 1:300



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA		GL32h
Flexión		32 N/mm ²
Tracción paralela		22,5 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,5 N/mm ²
Compresión paralela		29 N/mm ²
Compresión perpendicular		3,3 N/mm ²
Cortante		3,8 N/mm ²
Módulo de elasticidad		13,7 kN/mm ²
Densidad característica		4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	ym	1,25

MADERA CONTRALAMINADA		clase resistente C24
Flexión		24 N/mm ²
Tracción paralela		14 N/mm ²
Tracción perpendicular		0,4 N/mm ²
Compresión paralela		21 N/mm ²
Compresión perpendicular		2,5 - 3,1 N/mm ²
Cortante		2,7 N/mm ²
Módulo de elasticidad		11,6 kN/mm ²
Densidad característica		420 kg/m ³
Clase de duración		permanente
Clase de servicio	kmod	0,6
	ym	1,25

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Peldañado	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

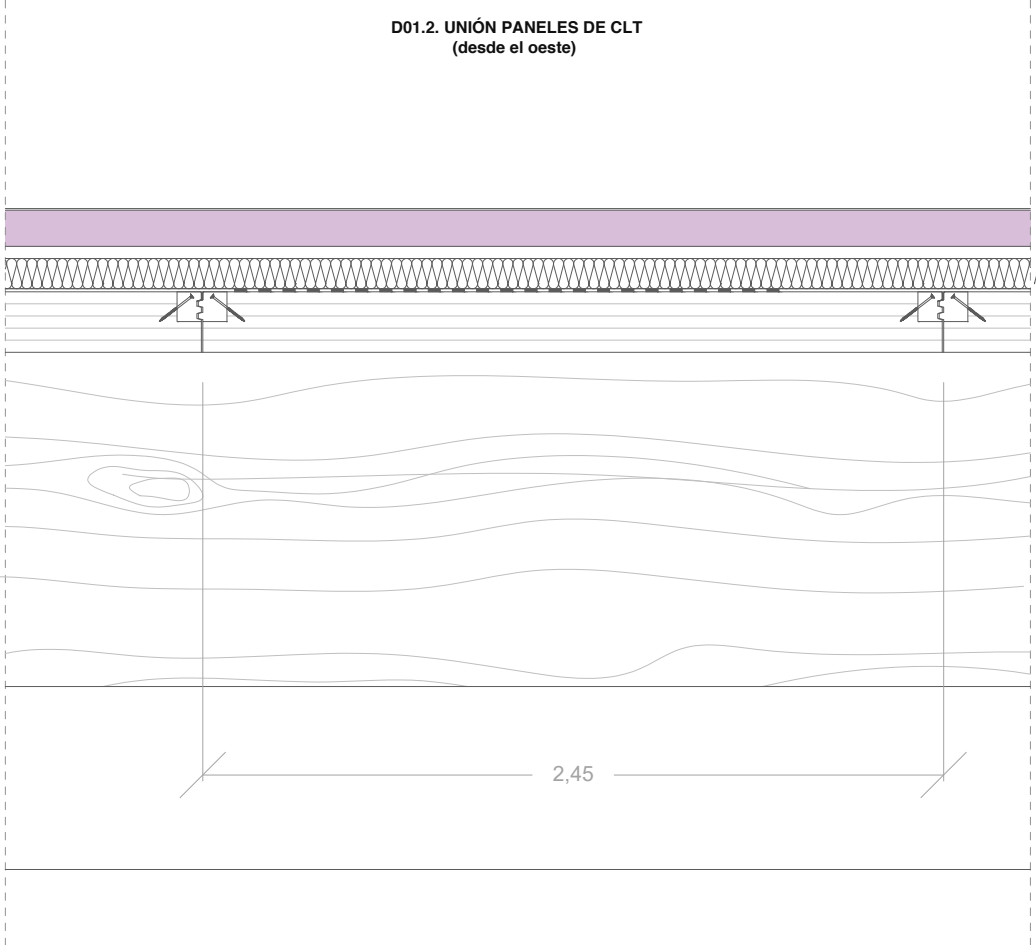
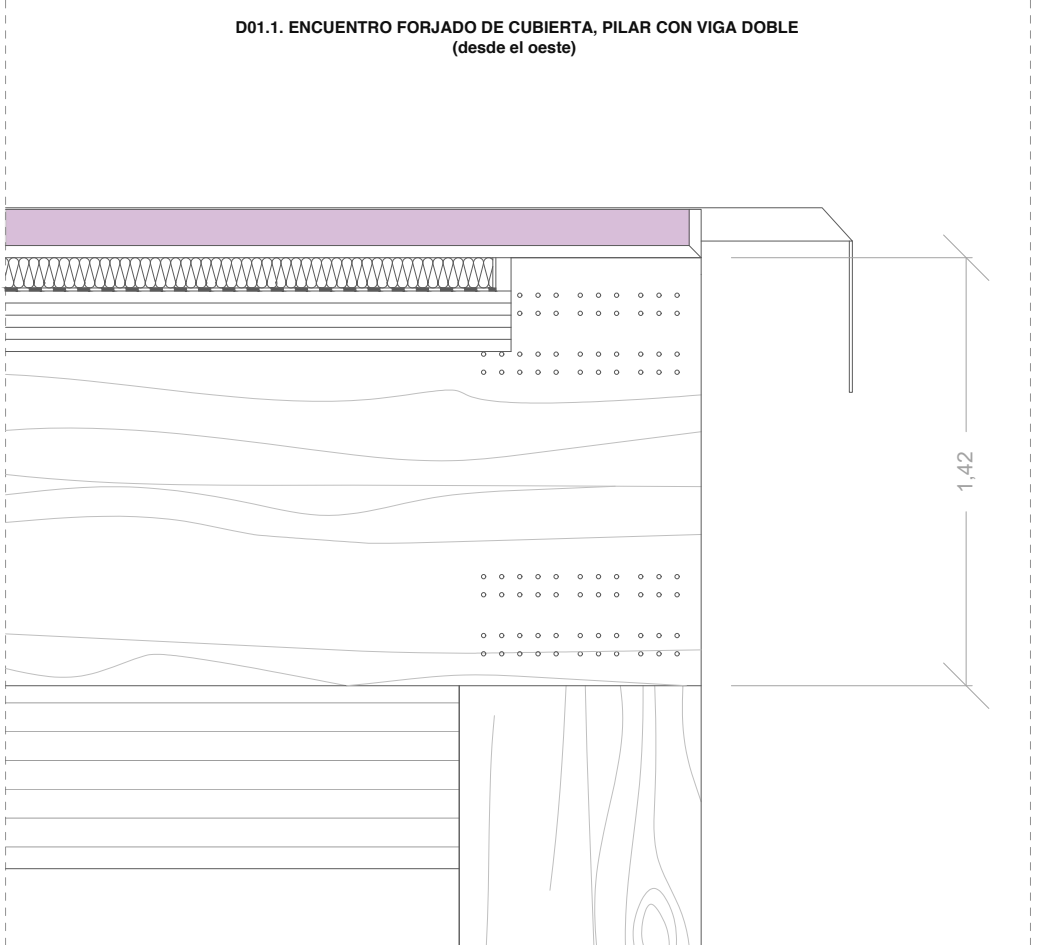
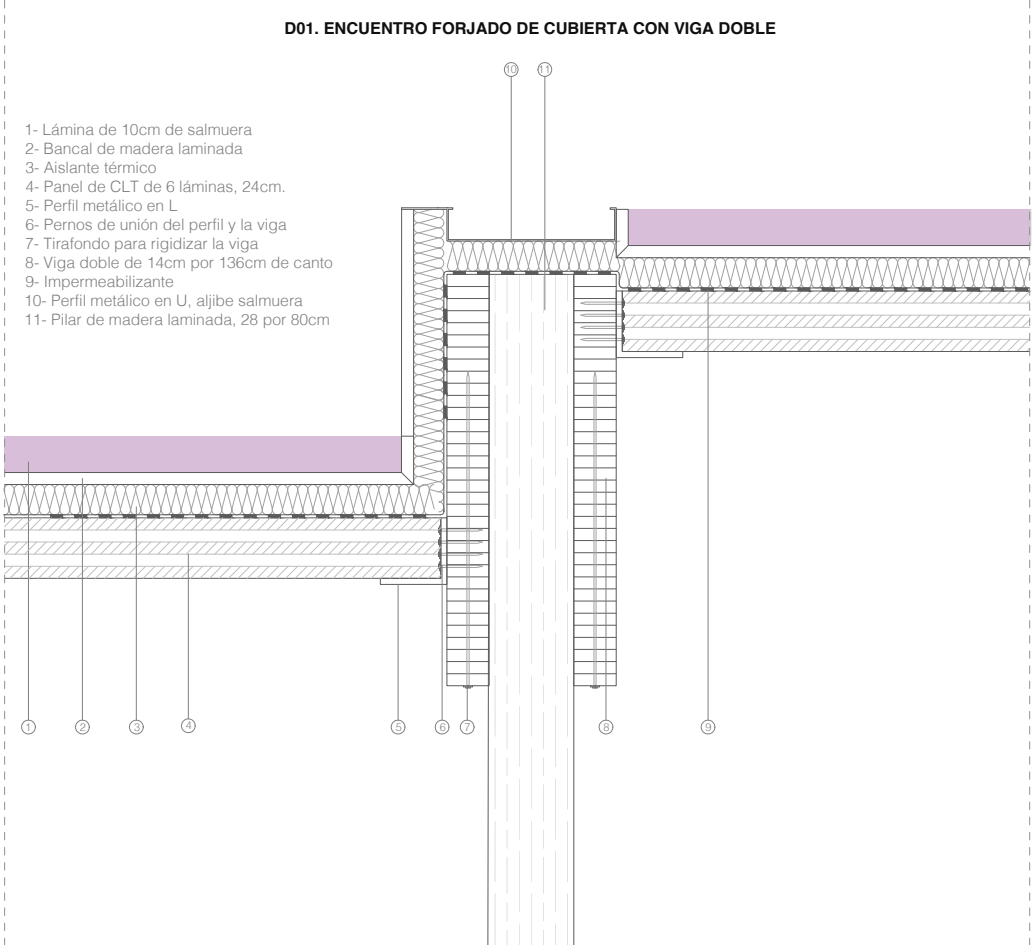
SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0,2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

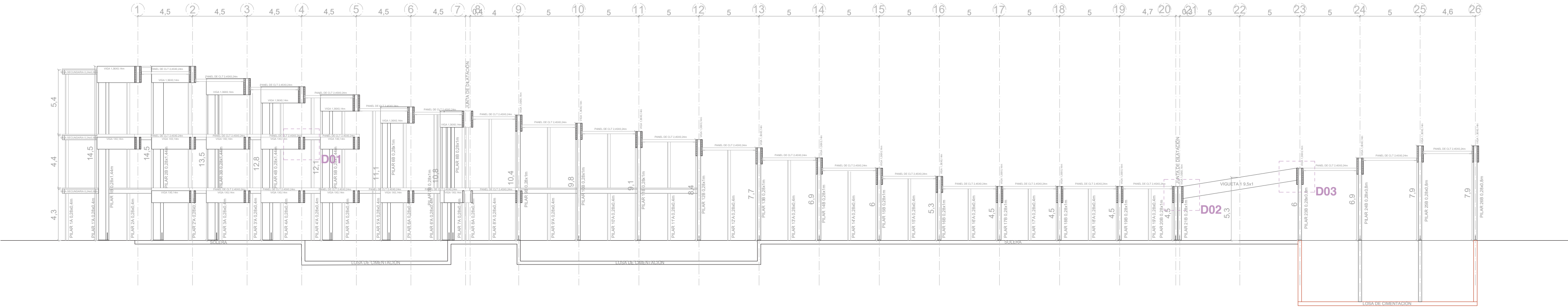
* aplicable a las desfavorables, en general, en valor característico
 ** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica al valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.22, tabla 4.2)
 *** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.22, tabla 4.2)



DETALLES. 1:25



Escala 1:300



CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Forjado	-	1.02	1.02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1.5	-
Peldaheado	-	-	-	1.5
Tabiquería	0.761	0.761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0.6	-	-

SOBRECARGAS				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Planta -1	Tipo	Cubierta	Escalera
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0.2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

* aplicable a los valores característicos

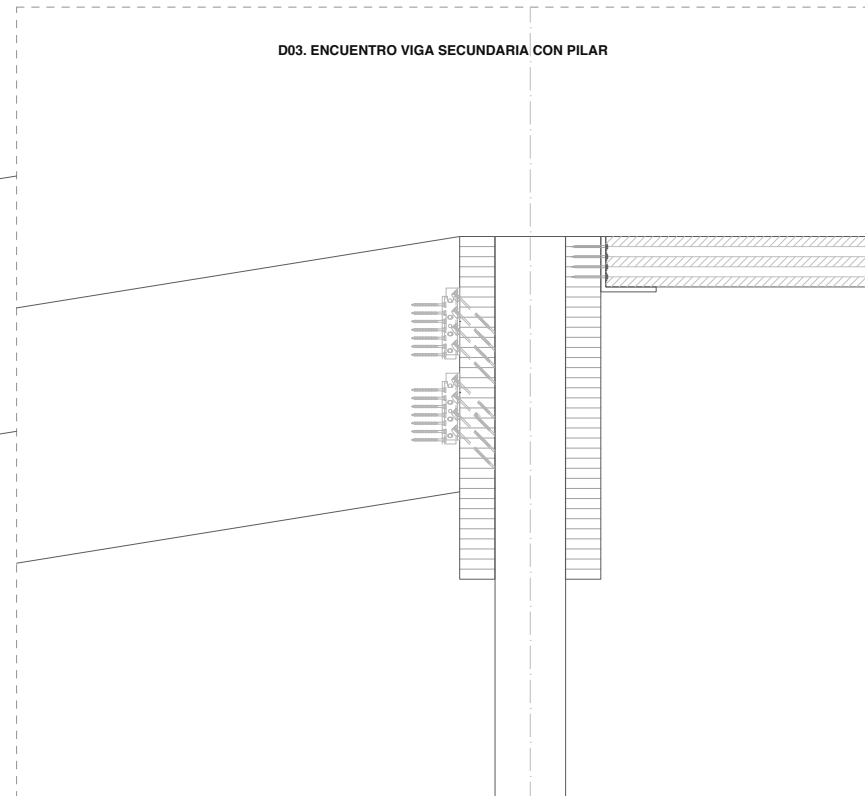
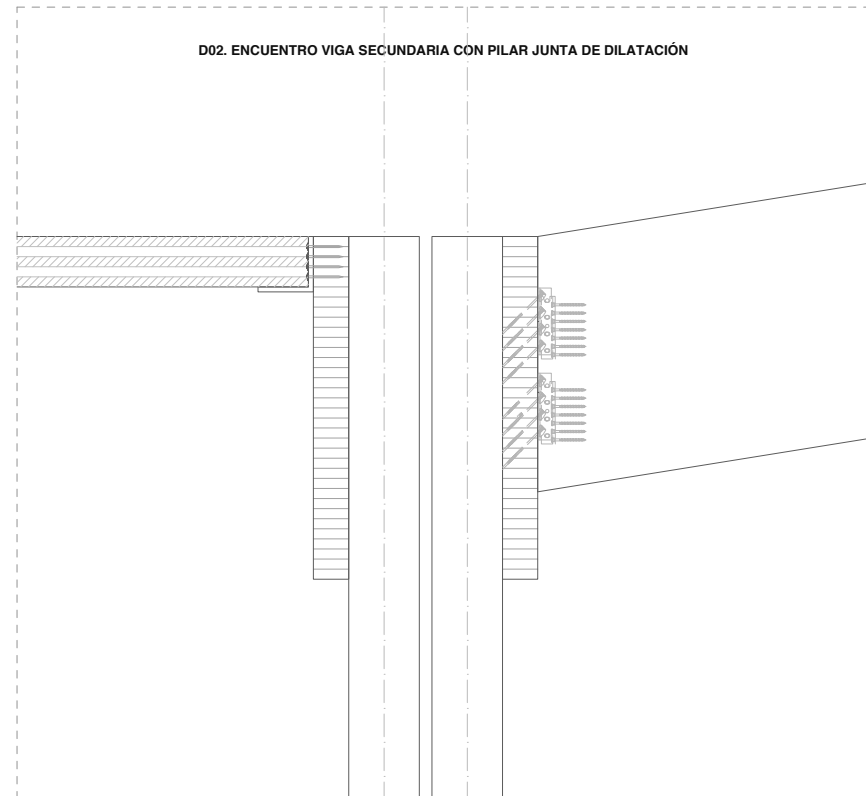
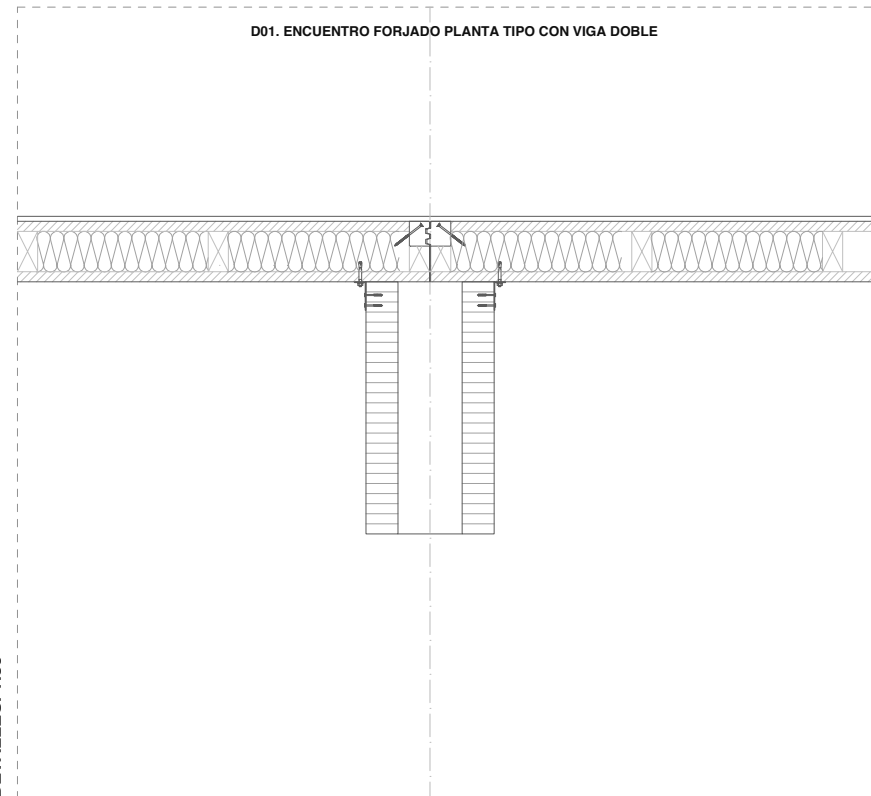
ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	Incendio
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

* aplicable a las desfavorables, en general, en valor característico
 ** cuando se considera, al mismo tiempo, viento y sobrecarga de uso, se aplica al valor de combinación que procede del valor característico, reducido con el de simultaneidad (SE, apartado 4.2.2, tabla 4.2)
 *** cuando se considera sismo o incendio, se adopta un valor reducido de sobrecarga de uso (SE, 4.2.2, tabla 4.2)

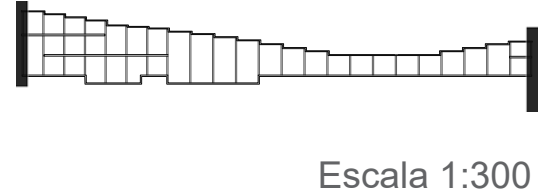
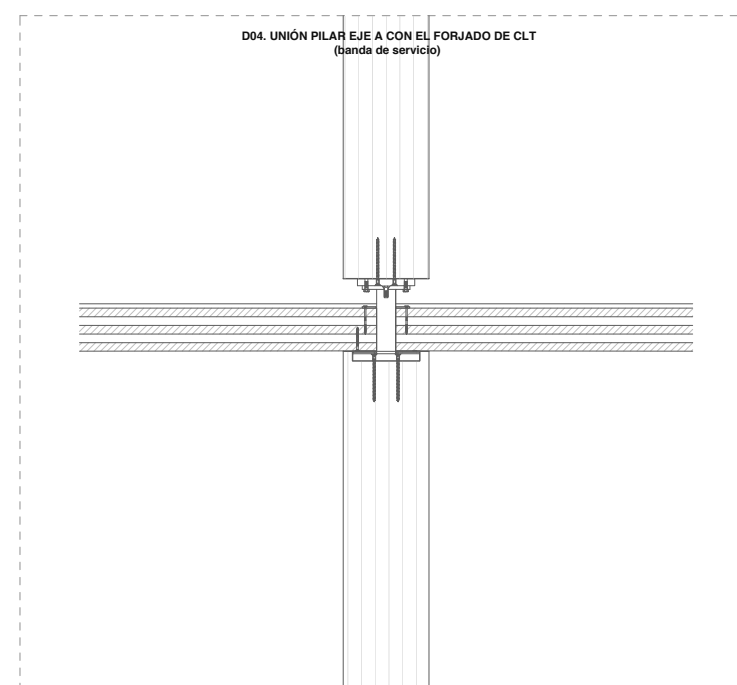
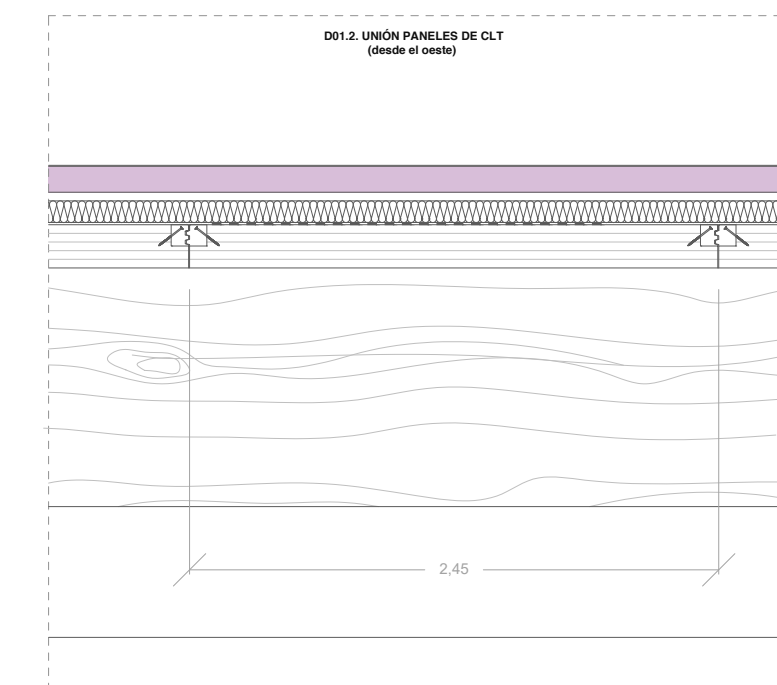
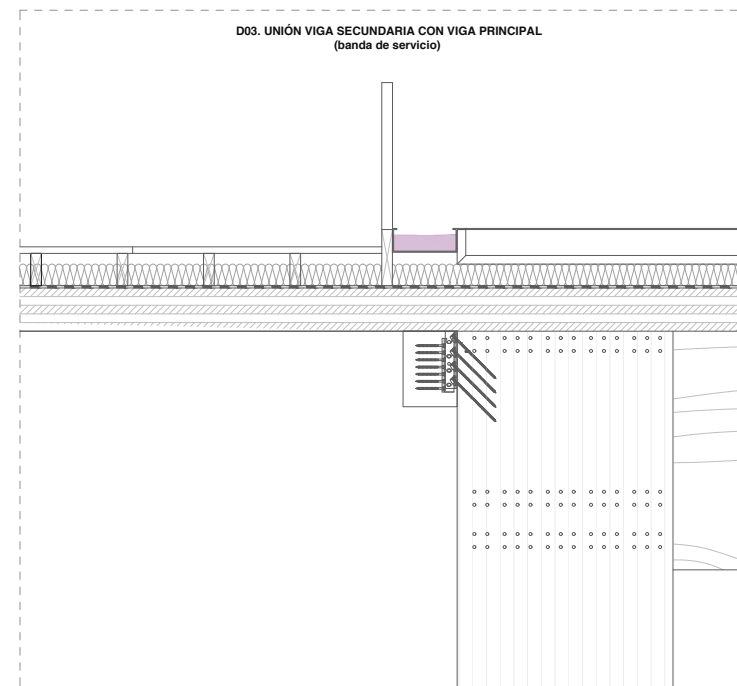
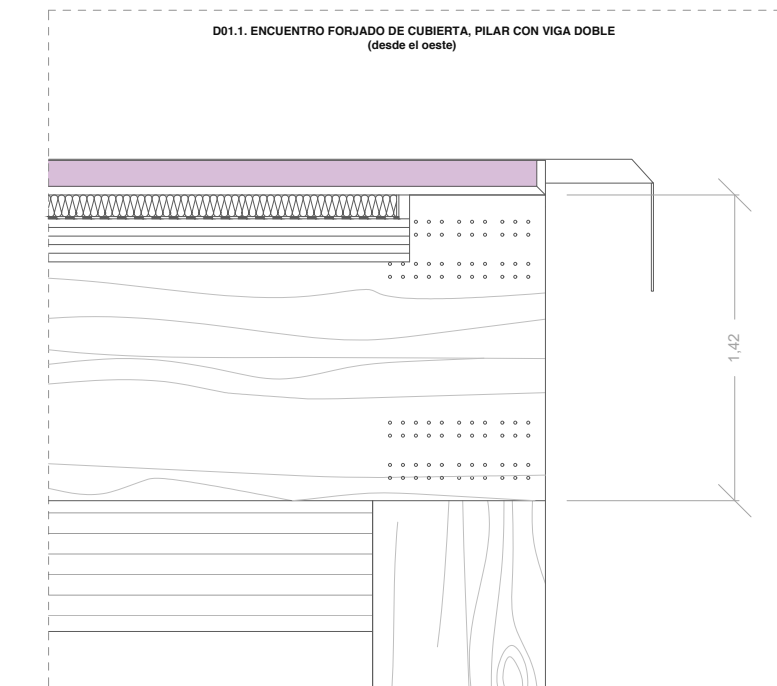
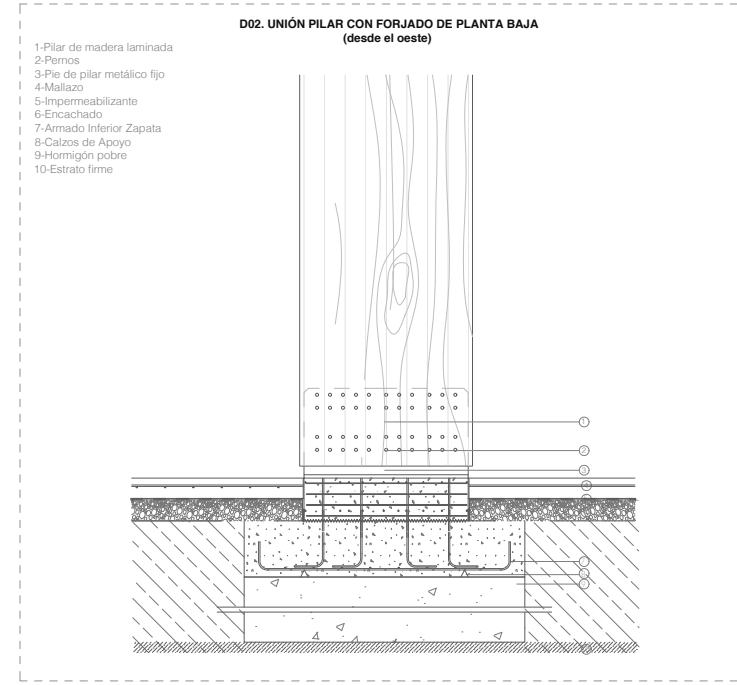
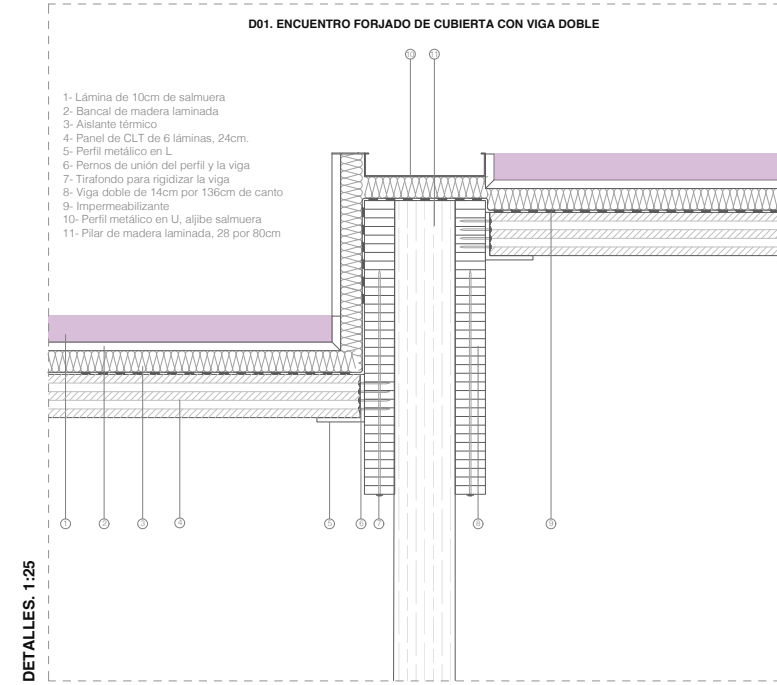
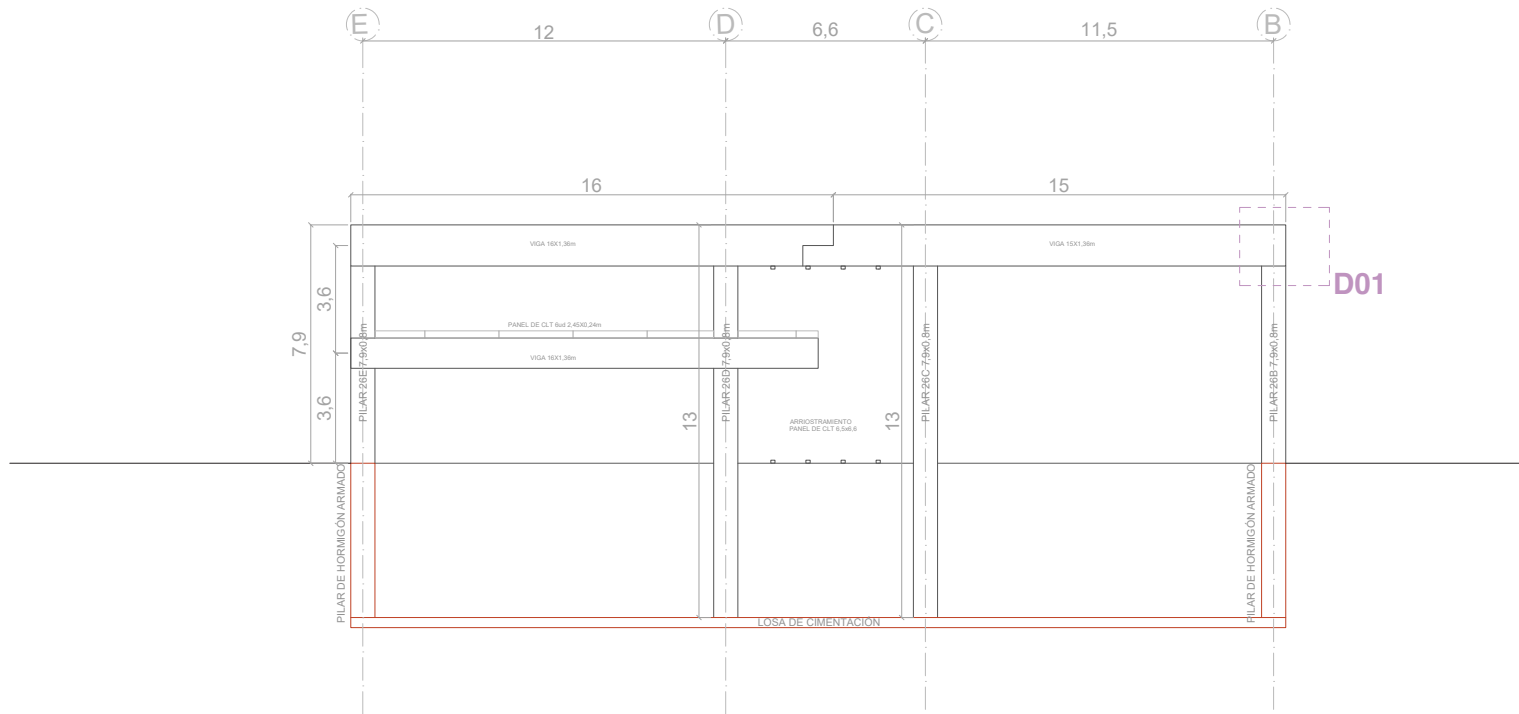
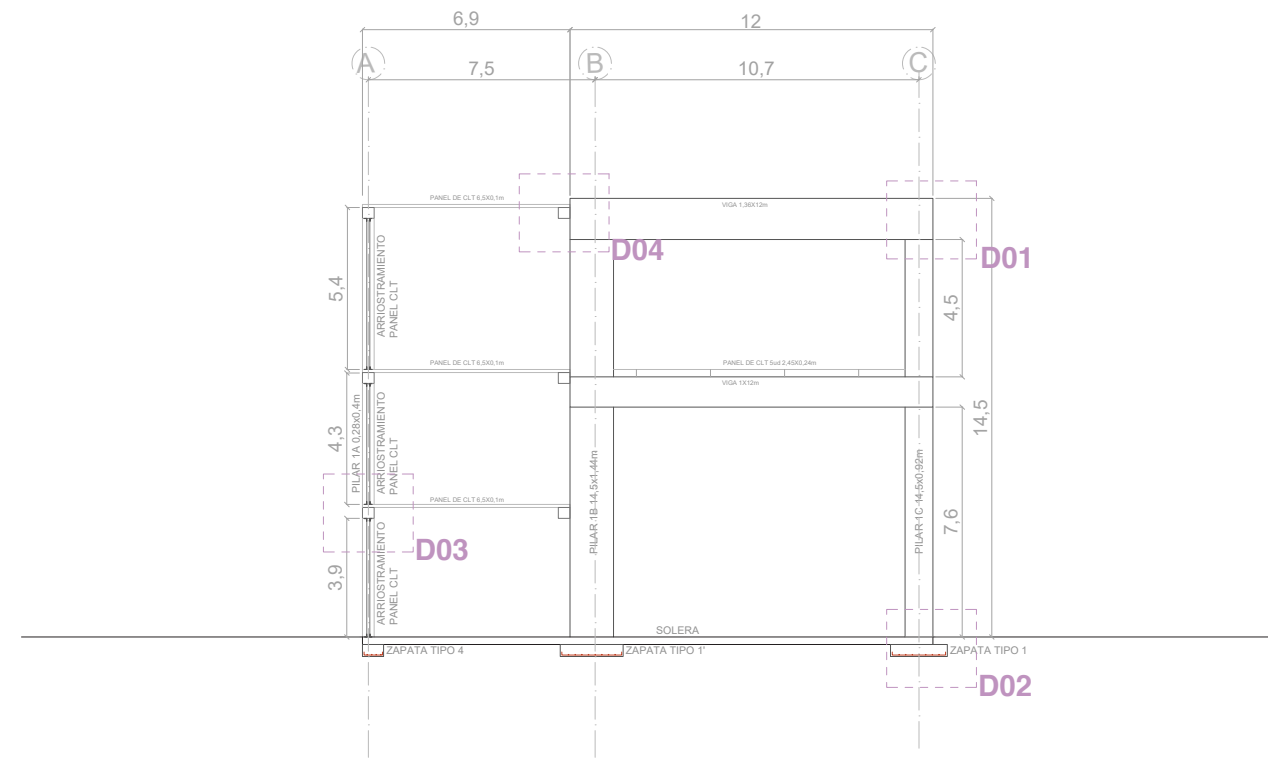
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA	GL32h	
Flexión	32 N/mm ²	
Tracción paralela	22,5 N/mm ²	
Tracción perpendicular	0,5 N/mm ²	
Compresión paralela	29 N/mm ²	
Compresión perpendicular	3,3 N/mm ²	
Cortante	3,8 N/mm ²	
Módulo de elasticidad	13,7 kN/m ²	
Densidad característica	4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³	
Clase de duración	permanente	
Clase de servicio	kmod	0,6
	ym	1,25

MADERA CONTRALAMINADA	clase resistente C24	
Flexión	24 N/mm ²	
Tracción paralela	14 N/mm ²	
Tracción perpendicular	0,4 N/mm ²	
Compresión paralela	21 N/mm ²	
Compresión perpendicular	2,5 - 3,1 N/mm ²	
Cortante	2,7 N/mm ²	
Módulo de elasticidad	11,6 kN/m ²	
Densidad característica	420 kg/m ³	
Clase de duración	permanente	
Clase de servicio	kmod	0,6
	ym	1,25



DETALLES 1:30



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

MADERA LAMINADA	GL32h
Flexión	32 N/mm ²
Tracción paralela	22,5 N/mm ²
Tracción perpendicular	0,5 N/mm ²
Compresión paralela	29 N/mm ²
Compresión perpendicular	3,3 N/mm ²
Cortante	3,8 N/mm ²
Módulo de elasticidad	13,7 kN/m ²
Densidad característica	4,22 kN/m ³ / 430 kg/m ³
Clase de duración	permanente
Clase de servicio	kmod: 0,6 ym: 1,25

MADERA CONTRALAMINADA

MADERA CONTRALAMINADA	clase resistente C24
Flexión	24 N/mm ²
Tracción paralela	14 N/mm ²
Tracción perpendicular	0,4 N/mm ²
Compresión paralela	21 N/mm ²
Compresión perpendicular	2,5 - 3,1 N/mm ²
Cortante	2,7 N/mm ²
Módulo de elasticidad	11,6 kN/m ²
Densidad característica	420 kg/m ³
Clase de duración	permanente
Clase de servicio	kmod: 0,6 ym: 1,25

CUADRO DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES				
Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Tipo	Cubierta	Escalera	
Forjado	-	1,02	1,02	-
Losa	5	-	-	5
Solados	1	1	1,5	-
Peldañado	-	-	-	1,5
Tabiquería	0,761	0,761	-	-
Cargas lineales (kN/m)				
Cerramiento	-	0,6	-	-

SOBRECARGAS

Cargas superficiales (kN/m ²)				
Planta	Tipo	Cubierta	Escalera	
Uso	5	5	5	3
Nieve	-	-	0,2	-
Viento N-S / E-O Parte A	1,5 kN/m ² / 1,05 kN/m ²			
Viento N-S / E-O Parte B	1,9 kN/m ² / 0,5 kN/m ²			

CUADRO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

MATERIALES (EHE-08)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	INCENDIO
ACERO DE ARMAR	1,15	1,00	1,00
HORMIGÓN	1,50	1,30	1,00
MADERA LAMINADA	1,25	-	-

ACCIONES (CTE)

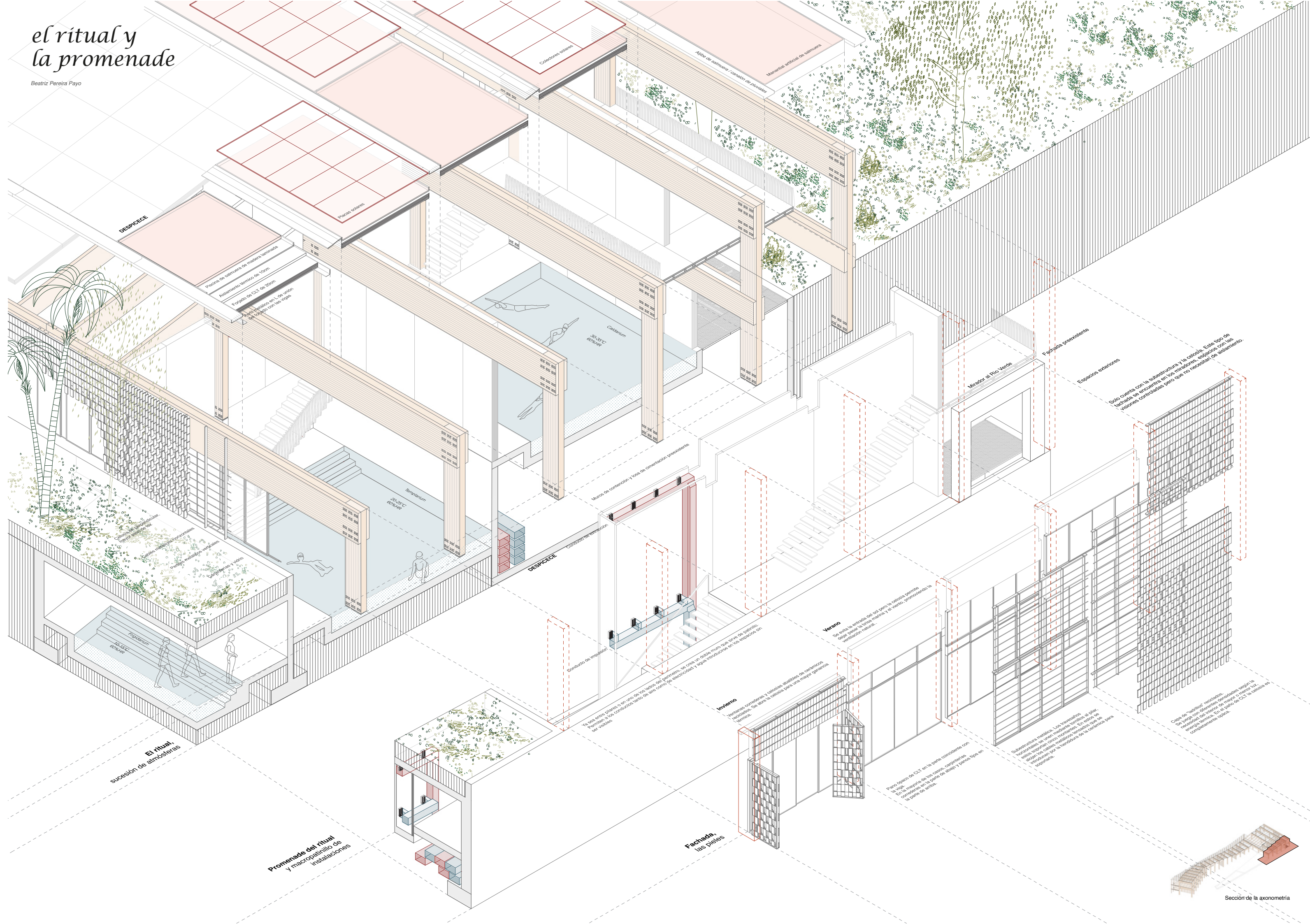
ACCIONES (CTE)	Coeficiente de seguridad*, según situación		
	ORDINARIA	EXTRAORDINARIA Sismica	INCENDIO
PESO, EMPUJE	1,35	1,00	1,00
SOBRECARGA DE USO	1,50 **	1,00 ***	1,00 ***
NIEVE	1,50	1,00	-
VIENTO	1,50	1,00	-
SISMO	-	1,00	-
CAMIÓN DE BOMBEROS	-	-	1,00

TALLER DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES

BEATRIZ PEREIRA PAYO

el ritual y la promenade

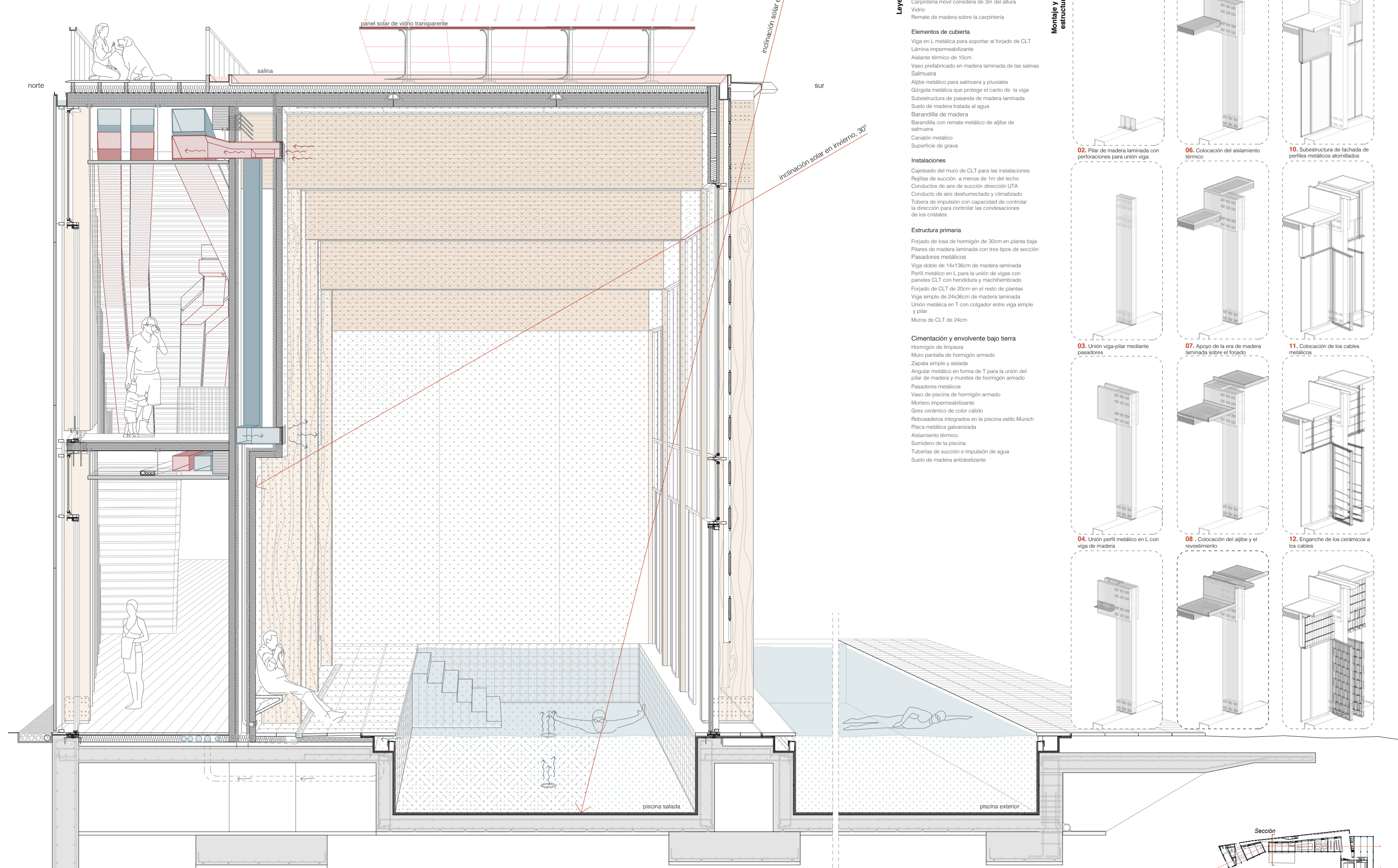
Beatriz Pereira Payo



una piscina salada

Beatriz Pereira Payo

Sección 1:20



Leyenda constructiva

Fachada sur
 Cerámicos reciclados y perforados
 Subestructura de hilo metálico para retenerlos
 Perfiles metálicos cada 1,25m
 Unión metálica en T del perfil y el montante
 Montante de madera laminada
 Carpintería fija en las partes superiores
 Carpintería móvil corredera de 3m del altura
 Vidrio
 Remate de madera sobre la carpintería

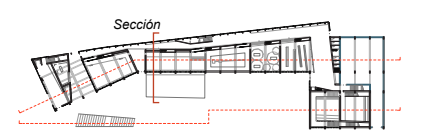
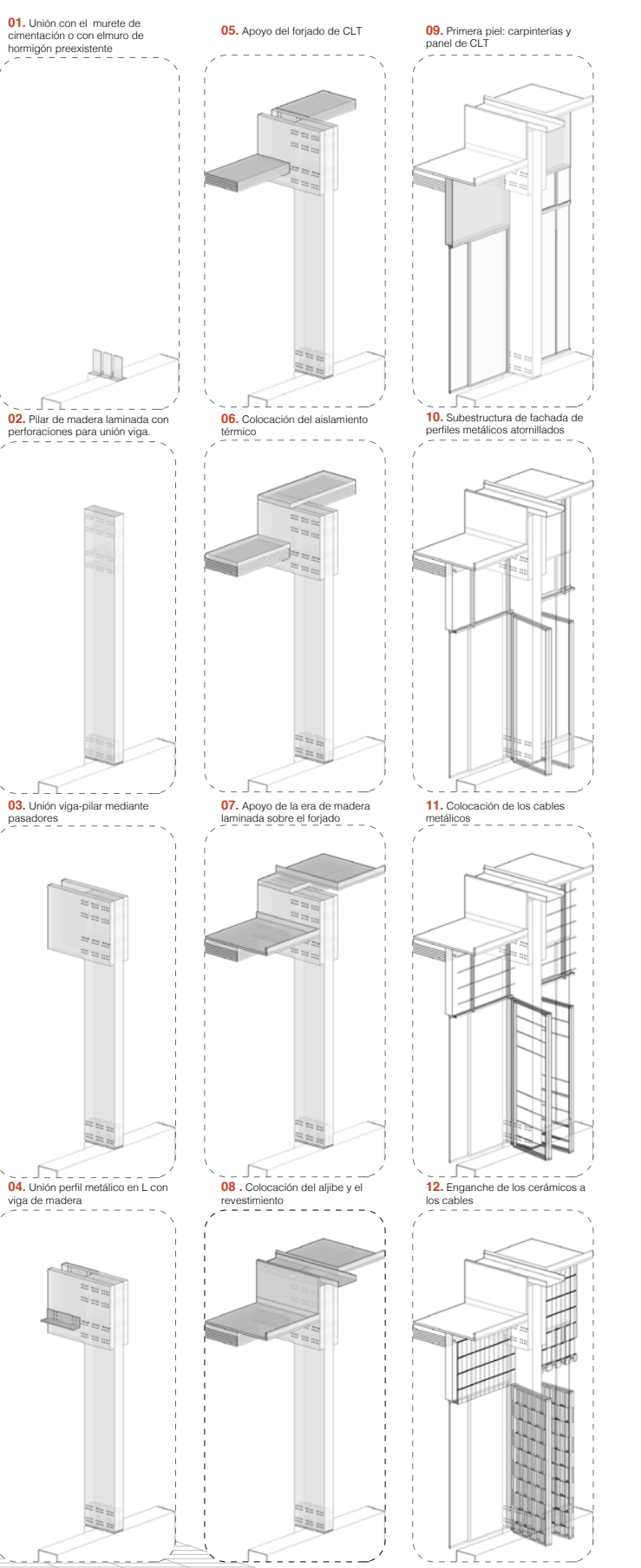
Elementos de cubierta
 Viga en L metálica para soportar al forjado de CLT
 Lámina impermeabilizante
 Aislante térmico de 10cm
 Vaso prefabricado en madera laminada de las salinas
 Salmuera
 Aljibe metálico para salmuera y pluviales
 Górgola metálica que protege el canto de la viga
 Subestructura de pasarela de madera laminada
 Suelo de madera tratada al agua
 Barandilla de madera
 Barandilla con remate metálico de aljibe de salmuera
 Canalón metálico
 Superficie de grava

Instalaciones
 Cajeteado del muro de CLT para las instalaciones
 Rejillas de succión a menos de 1m del techo
 Conductos de aire de succión dirección UTA
 Conducto de aire deshumectado y climatizado
 Tobera de impulsión con capacidad de controlar la dirección para controlar las condensaciones de los cristales

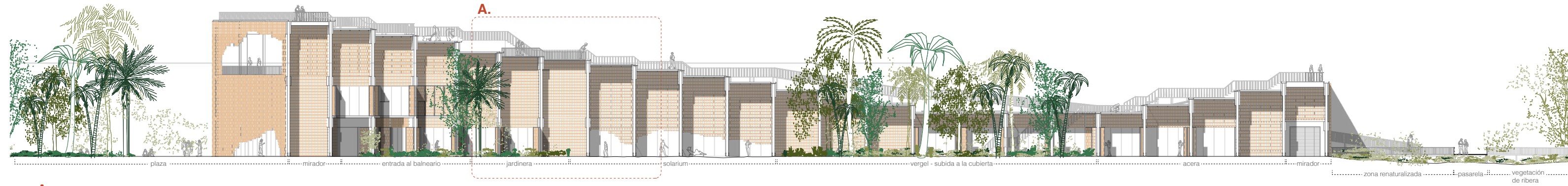
Estructura primaria
 Forjado de losa de hormigón de 30cm en planta baja
 Pilares de madera laminada con tres tipos de sección
 Pasadores metálicos
 Viga doble de 14x136cm de madera laminada
 Perfil metálico en L para la unión de vigas con paneles CLT con hendidura y machihembrado
 Forjado de CLT de 20cm en el resto de plantas
 Viga simple de 24x36cm de madera laminada
 Unión metálica en T con colgador entre viga simple y pilar
 Muros de CLT de 24cm

Cimentación y envoltivo bajo tierra
 Hormigón de limpieza
 Muro pantalla de hormigón armado
 Zapata simple y aislada
 Angular metálico en forma de T para la unión del pilar de madera y muretes de hormigón armado
 Pasadores metálicos
 Vaso de piscina de hormigón armado
 Mortero impermeabilizante
 Gres cerámico de color cálido
 Rebosaderos integrados en la piscina estilo Munich
 Placa metálica galvanizada
 Aislamiento térmico
 Sumidero de la piscina
 Tuberías de succión e impulsión de agua
 Suelo de madera antideslizante

Montaje y desmontaje de la estructura y la envolvente



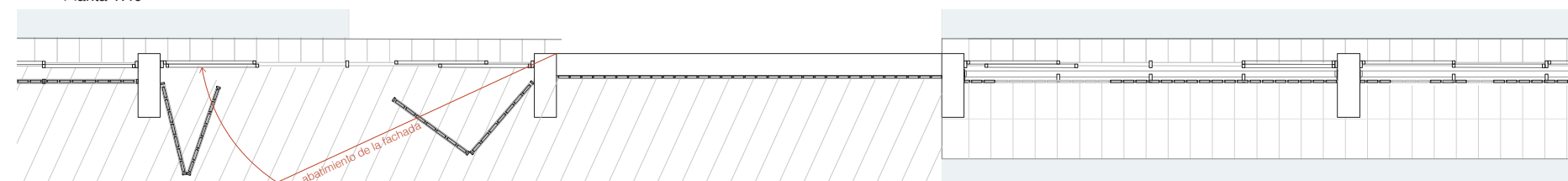
Fachada sur. Alzado 1:200



A. Fotomontaje alzado 1:40



Planta 1:40



Reciclaje de cerámicos



Tipologías de cerramientos

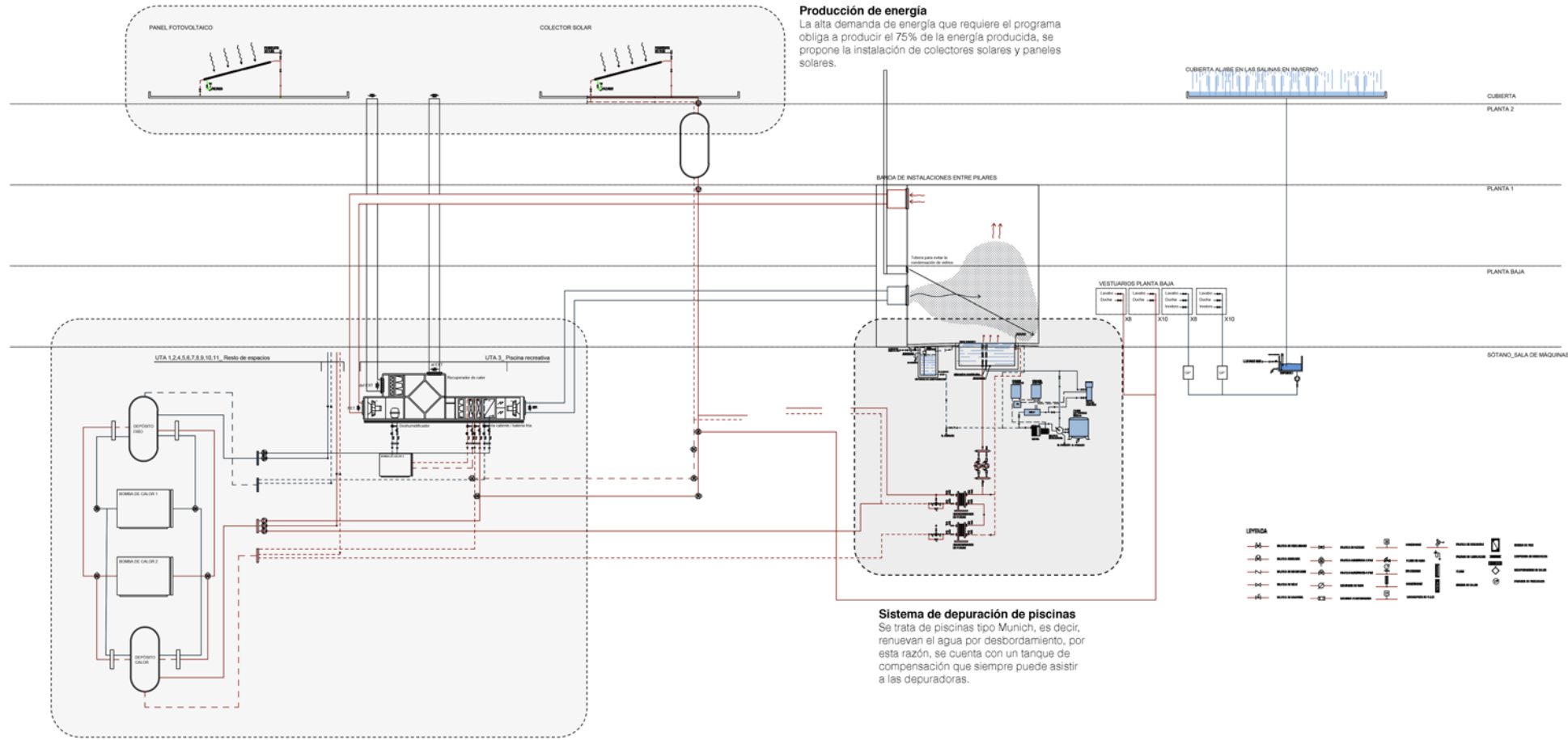
radiación solar, ventilación, transmitancia térmica

Tipología	radiación solar (%)	ventilación (%)	transmitancia térmica (W/m²·K)
01. Celosía abatible + ventana corredera	70%	80%	3,3
02. Celosía colgada frontal + ventana corredera	64%	80%	3,1
03. Celosía colgada lateral + ventana corredera	50%	65%	2,67
04. Celosía colgante frontal	35%	100%	0,675
05. Revestimiento de cerámicos + panel de CLT perforado	10%	0%	0,675
06. Revestimiento de cerámicos + panel de CLT	0%	0%	0,53

el sistema del balneario

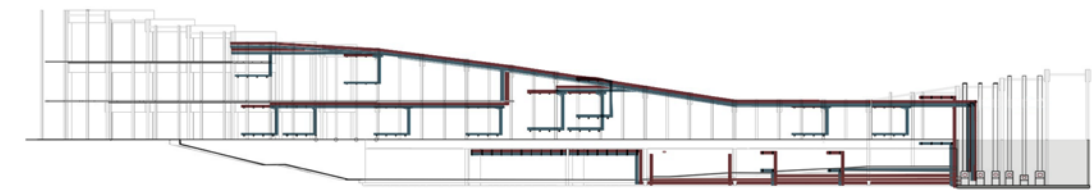
Beatriz Pereira Payo

Principio del sistema de instalaciones



Sección de los conductos de ventilación y climatización.

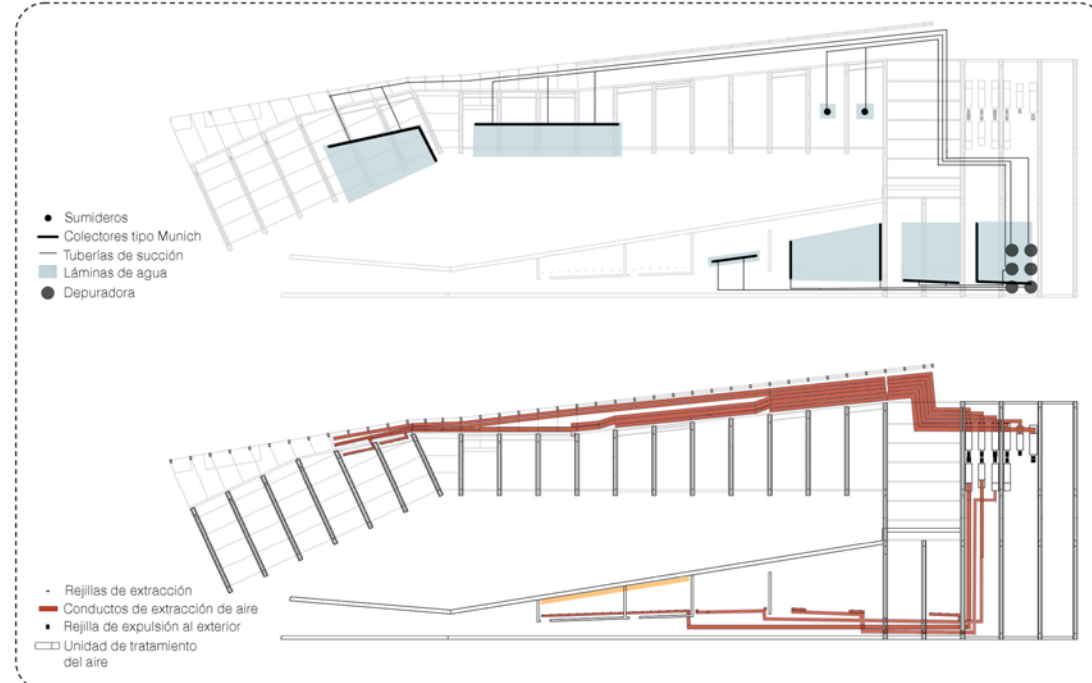
Las bandas de servicios por las que los usuarios del balneario se conectan con los diferentes espacios son a la par macro patinillos que albergan las instalaciones. En la planta bajo rasante por debajo de la solera aprovechando las diferencias de cota, y en las plantas sobre rasante a ras del techo gracias a la gran altura.



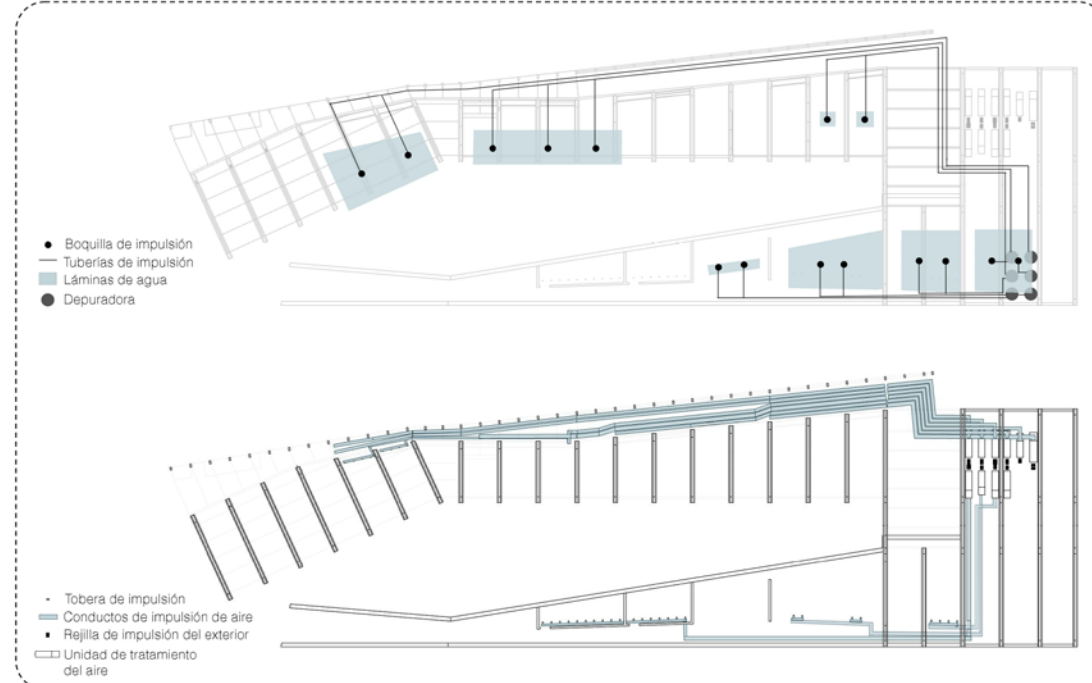
Cálculo de las dimensiones y la capacidad de las Unidades de Tratamiento de Aire

Espacio	Área m2	Altura media m	Volumen m3	Caudal m3/h	Velocidad m/s	A conductos m2	Diámetro mm	Dimensiones conductos		UTA	Dimensiones UTA
								mm	predimensionado		
Ofuro	148,42	4,26	632	2529	6	0,117	386	400x300	28	3,5x1,53	1
Sauna	105,55	6,14	648	2592	6	0,120	391	400x300	28	3,5x1,53	2
Piscina recreativa	127,83	4,14	529	2117	6	0,098	353	400x250	28	3,5x1,53	3
Piscina de sal	124,43	7,72	961	3842	6	0,178	476	500x350	43	3,8x1,73	4
Hamman	109,66	5,82	638	2553	6	0,118	368	400x300	28	3,5x1,53	5
Sala de masajes + pediluvio/maniluvio + baños	179,65	4,14	744	1488	4	0,103	363	400x250	17	3,1x1,13	6
Calderium	94,76	5,5	521	2085	6	0,097	351	400x250	28	3,5x1,53	7
Templarium	93	6,52	606	2425	6	0,112	378	400x300	28	3,5x1,53	8
Frigidarium	105	3,5	368	1470	6	0,068	294	400x250	17	3,1x1,13	9
Vestuarios + gila	135,8	3,5	475	1901	4	0,132	410	500x300	28	3,5x1,53	10
Banda de servicios	856,1	4,14	3544	2233	4	0,155	444	500x350	28	3,5x1,53	11

Planta de extracción de agua/aire sucio/viciado

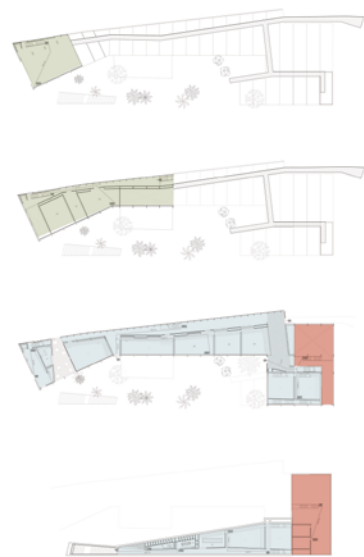


Planta de impulsión de agua/aire limpio/climatizado

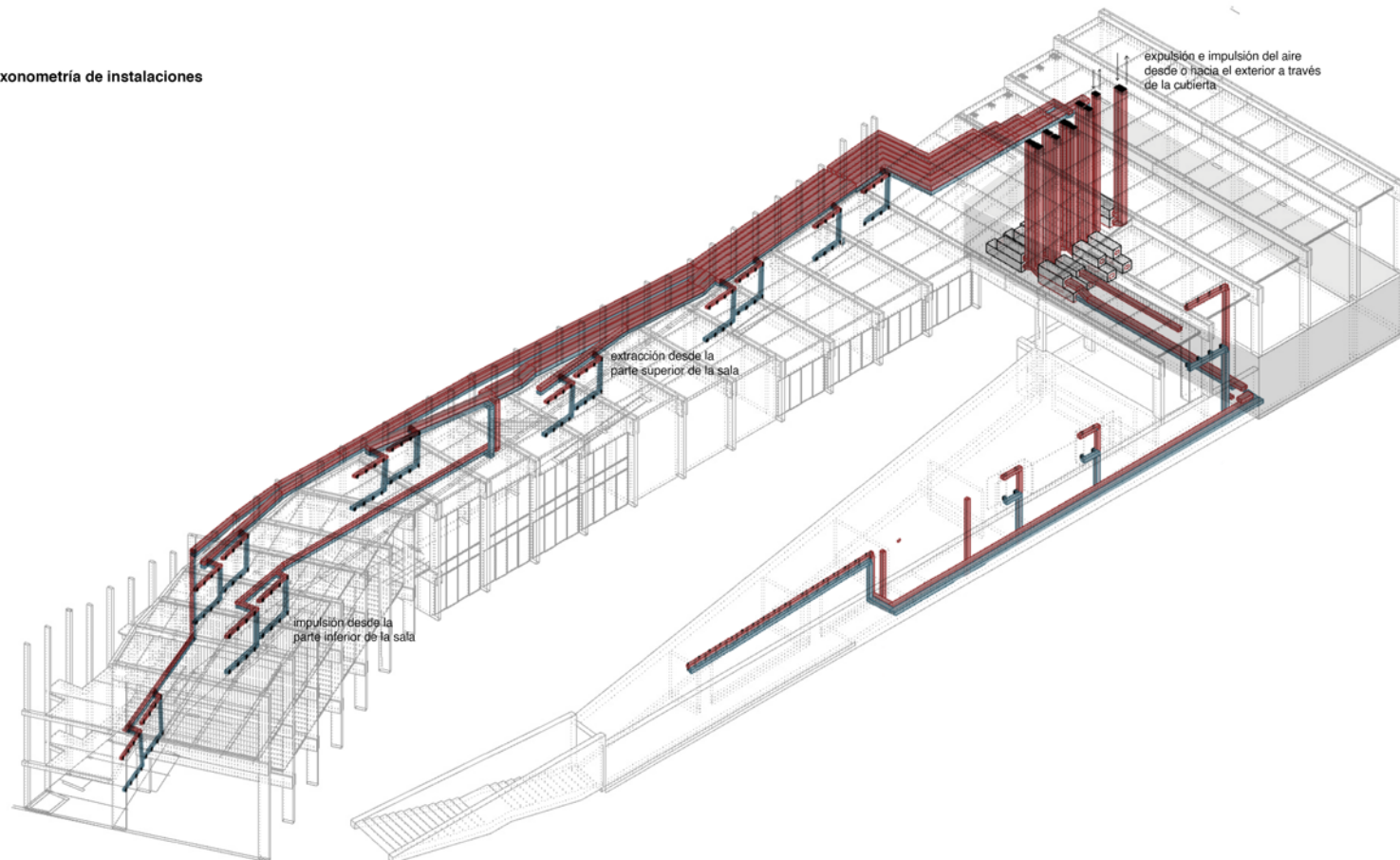


Protección contra incendios

- Sector 1 2489 m2
- Sector 2 728,55 m2
- Sector 3 962,9 m2



Axonometría de instalaciones



TAREAS NAAB

BEATRIZ PEREIRA PAYO



0-Datos del proyecto

En lugares como la Costa del Sol, la concepción del cuerpo como una fuente de placer es inmensa. Sin embargo, todo este despliegue hedonista conlleva un soporte de recursos finitos. Entre ellos, el agua potable y sus diferentes procesamientos: la desaladora de Marbella expulsa litros y litros de salmuera contaminando el ecosistema marino diariamente.

Se proyecta una cubierta repleta de salinas capaces de reciclar gran parte de la salmuera. Y debajo de él una serie de baños de sal y de agua. Esta concatenación de atmósferas controladas necesita una fachada que permita el paso de luz y radiación necesario. Se plantean dos alternativas de celosías de cerámicos reciclados, una de ellas convencional: con subestructuras y lamas extruidas y otra con cerámicos sustentados por alambres metálicos que consiguen crear una especie de tejido. En este caso los cerámicos tienen forma de rectángulo.

1-Coste del Ciclo de Vida de los sistemas propuestos

	Fachada colgante de celosía de tejido cerámico	Fachada convencional de celosía de cerámicos
Fase inicial producción	<p>Coste de adquisición: 75 €/m² x 1430m² = 107250€</p> <p>Coste de transporte: 15.000 € (se trata de cerámicos reciclados de parcelas cercanas)</p> <p>Coste de operación: 27,4 €/m² x 1430 = 39,182€</p> <p>TOTAL_ 161.432€</p> <p><i>Indicador: mano de obra especializada pero labor fácil y rápida. Se puede escoger la densidad de la celosía en ambas direcciones.</i></p>	<p>Coste de adquisición: 143,6 €/m² x 1430 = 204.490€</p> <p>Coste de transporte: 15.000 € (se trata de cerámicos reciclados de parcelas cercanas)</p> <p>Coste de operación: 99,1 €/m² x 1430 = 141.713€</p> <p>TOTAL_ 361.203€</p> <p><i>Indicador: mano de obra especializada en desaparición, labor tediosa. Se puede escoger la densidad de celosía en una dirección.</i></p>
Fase intermedia funcionamiento	<p>Coste de mantenimiento (cada 10 años): 5 €/m² x 1430m² = 7.150 €</p> <p>Coste de energía: 24€/m²/año x 1430 = 34.320€/año</p> <p>TOTAL_ 41.470 €</p> <p>Beneficio de ahorro energético por el control solar: 10% x 34.320€ = 3.432€</p> <p>Beneficio de visita al balneario: afluencia de 100 personas al día, seis días a la semana, cuyo elemento de reclamo en parte ha sido la fachada. Suponiendo entradas de media de 10€ (hay diferente tipo de entradas): 5 x 100 x 6 = 3000 x 52 = 156.000€ Un 6% corresponde a la fachada.</p> <p><i>Indicador: control solar a medida a la par que ventilación natural. Nula capacidad estructural.</i></p>	<p>Coste de mantenimiento (cada 10 años): 9,7 €/m² x 1430m² = 13.871€</p> <p>Coste de energía: 24€/m²/año x 1430 = 34.320€/año</p> <p>TOTAL_ 48.191 €</p> <p>Beneficio de ahorro energético por el control solar: 20% x 34.320€ = 6.864€</p> <p>Beneficio de visita al balneario: afluencia de 100 personas al día, seis días a la semana, cuyo elemento de reclamo en parte ha sido la fachada. Suponiendo entradas de media de 10€ (hay diferente tipo de entradas): : 5 x 100 x 6 = 3000 x 52 = 156.000€ Un 6% corresponde a la fachada.</p> <p><i>Indicador: control solar mayor a la par que ventilación natural. Mayor capacidad estructural.</i></p>
Fase final desmantelamiento	<p>Coste de desmontaje: 45 €/m² x 1430m² = 64350€</p> <p>TOTAL_ 64350 €</p> <p>Beneficio de reciclaje del sistema de fachada: 40% x 107250€ = -42900€</p> <p><i>Indicador: reutilización directa del sistema de fachada.</i></p>	<p>Coste de desmontaje: 30 €/m² x 1430m² = 42900€</p> <p>TOTAL_ 64350 €</p> <p>Beneficio de reciclaje del sistema de fachada: 10% x 107250€ = -10725€</p> <p><i>Indicador: parcialmente reciclable, procesamiento del sistema estrictamente necesario.</i></p>

2-Tasa de descuento

Para i nominal - 5,5%; IPC futuro estimado - 2%
 $i_{real} = [(1+i_{nominal}) / (1+IPC)] - 1$
 $i_{real} = 4,45\%$

Se considera una tasa de descuento no menor 4,5%. Para elementos constructivos, es común utilizar tasas que van del 3,5-5%. El hecho de tomar una tasa tan elevada se debe a que el carácter reconocible y atractivo del proyecto está muy ligado a la apariencia de la fachada, por lo que permite establecer una tasa mayor que la que correspondería a otros elementos constructivos.

Se toma como tasa de descuento 4,5%

3-Valor Actual Neto (VAN)

Para calcular el Coste de Ciclo de Vida (LCC) se utiliza el VAN como método de análisis, que calcula todos los flujos de caja (Costes y beneficios) descontados al presente. En la fórmula se ha de tener en cuenta los beneficios y los costes en tiempo, la tasa de descuento y la vida útil del edificio, que en este caso, al tratarse de un balneario y en un lugar volátil como Marbella se suponen 30 años.

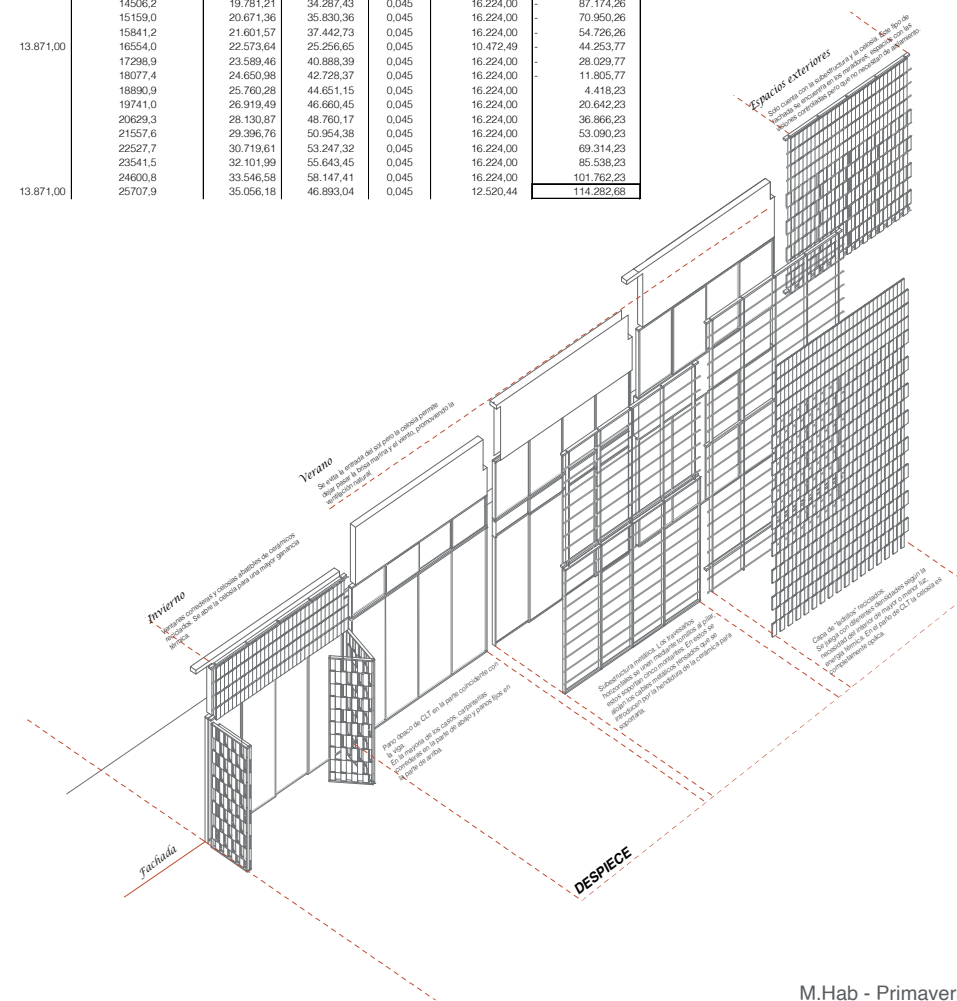
ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA FACHADA COLGANTE DE CELOSÍA DE TEJIDO CERÁMICO										
AÑO	COSTES				BENEFICIOS		DIFERENCIA	i	VAN	VAN ACUMULADO
	Adquisición + transporte	Operación	Impuestos	Mantenimiento	Ahorro energético	Visitas				
1	122.250,00	39.162,00	4.800,00		358,4	9.781,20	152.964,36	0,045	146.367,81	146.367,81
2					3747,8	10.221,35	13.969,18	0,045	12.792,00	133.575,81
3					3916,5	10.681,31	14.597,80	0,045	12.792,00	120.783,81
4					4082,7	11.161,97	15.254,70	0,045	12.792,00	107.991,81
5					4276,9	11.664,26	15.941,16	0,045	12.792,00	95.199,81
6					4469,4	12.189,15	16.658,51	0,045	12.792,00	82.407,81
7					4670,5	12.737,67	17.408,14	0,045	12.792,00	69.615,81
8					4890,6	13.310,86	18.191,51	0,045	12.792,00	56.823,81
9					5130,3	13.909,85	19.010,13	0,045	12.792,00	44.031,81
10				7.150,00	5399,8	14.535,79	12.715,58	0,045	8.187,92	35.843,89
11					5569,6	15.189,90	20.759,54	0,045	12.792,00	23.051,89
12					5820,3	15.873,45	21.683,72	0,045	12.792,00	10.259,89
13					6082,2	16.587,76	22.689,93	0,045	12.792,00	2.532,11
14					6355,9	17.334,20	23.690,08	0,045	12.792,00	15.324,11
15					6641,9	18.114,24	24.756,13	0,045	12.792,00	28.116,11
16					6940,8	18.929,38	25.870,16	0,045	12.792,00	40.908,11
17					7253,1	19.781,21	27.034,32	0,045	12.792,00	53.700,11
18					7579,5	20.671,36	28.250,86	0,045	12.792,00	66.492,11
19					7920,6	21.601,57	29.522,15	0,045	12.792,00	79.284,11
20				7.150,00	8277,0	22.573,64	23.700,65	0,045	9.827,30	89.111,41
21					8649,5	23.589,46	32.238,92	0,045	12.792,00	101.903,41
22					9038,7	24.650,98	33.689,68	0,045	12.792,00	114.695,41
23					9454,4	25.760,28	35.205,71	0,045	12.792,00	127.487,41
24					9870,5	26.919,49	36.789,97	0,045	12.792,00	140.279,41
25					10314,7	28.130,87	38.445,52	0,045	12.792,00	153.071,41
26					10778,6	29.398,76	40.175,57	0,045	12.792,00	165.863,41
27					11263,9	30.719,61	41.983,47	0,045	12.792,00	178.655,41
28					11770,7	32.101,99	43.872,72	0,045	12.792,00	191.447,41
29				7.150,00	12300,4	33.546,58	45.846,99	0,045	12.792,00	204.239,41
30					12853,9	35.056,18	40.700,11	0,045	10.882,95	215.122,36

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA FACHADA CONVENCIONAL DE CELOSÍA DE CERÁMICOS										
AÑO	COSTES				BENEFICIOS		DIFERENCIA	i	VAN	VAN ACUMULADO
	Adquisición + transporte	Operación	Impuestos	Mantenimiento	Ahorro energético	Visitas				
1	219.490,00	141.713,00	8.779,60		7172,9	9.781,20	353.026,52	0,045	337.826,33	337.826,33
2					7485,7	10.221,35	17.717,01	0,045	16.224,00	321.602,33
3					7833,0	10.681,31	18.514,28	0,045	16.224,00	305.378,33
4					8185,4	11.161,97	19.347,42	0,045	16.224,00	289.154,33
5					8553,8	11.664,26	20.218,06	0,045	16.224,00	272.930,33
6					8938,7	12.189,15	21.127,87	0,045	16.224,00	256.706,33
7					9341,0	12.737,67	22.078,62	0,045	16.224,00	240.482,33
8					9761,3	13.310,86	23.072,16	0,045	16.224,00	224.258,33
9					10200,6	13.909,85	24.110,41	0,045	16.224,00	208.034,33
10				13.871,00	10659,6	14.535,79	11.524,38	0,045	7.292,26	200.742,26
11					11139,3	15.189,90	26.329,17	0,045	16.224,00	184.518,26
12					11640,5	15.873,45	27.513,98	0,045	16.224,00	168.294,26
13					12164,4	16.587,76	28.752,11	0,045	16.224,00	152.070,26
14					12711,7	17.334,20	30.045,95	0,045	16.224,00	135.846,26
15					13283,8	18.114,24	31.398,02	0,045	16.224,00	119.622,26
16					13881,5	18.929,38	32.810,93	0,045	16.224,00	103.398,26
17					14506,2	19.781,21	34.287,43	0,045	16.224,00	87.174,26
18					15159,0	20.671,36	35.830,36	0,045	16.224,00	70.950,26
19					15841,2	21.601,57	37.442,73	0,045	16.224,00	54.726,26
20				13.871,00	16554,0	22.573,64	25.256,65	0,045	10.472,49	44.253,77
21					17298,9	23.589,46	40.888,39	0,045	16.224,00	28.029,77
22					18077,4	24.650,98	42.728,37	0,045	16.224,00	11.805,77
23					18902,9	25.760,28	44.651,15	0,045	16.224,00	4.418,23
24					19741,0	26.919,49	46.660,45	0,045	16.224,00	20.642,23
25					20629,3	28.130,87	48.760,17	0,045	16.224,00	36.866,23
26					21557,6	29.398,76	50.954,38	0,045	16.224,00	53.090,23
27					22527,7	30.719,61	53.247,32	0,045	16.224,00	69.314,23
28					23541,5	32.101,99	55.643,45	0,045	16.224,00	85.538,23
29				13.871,00	24600,8	33.546,58	58.147,41	0,045	16.224,00	101.762,23
30					25707,9	35.056,18	46.893,04	0,045	12.520,44	114.282,68

4-Conclusiones

Pese a que ambas alternativas constructivas recuperan la inversión realizada en el elemento constructivo, en la Fachada colgante de celosía de Tejido Cerámico la inversión inicial es menor y la recuperación es más rápida y más cuantiosa. Si bien es cierto que su capacidad de ahorro energético es menor, sus características estéticas y la capacidad de modular con mayor precisión la radiación solar que incide en el interior dan más libertad al proyecto.

La fachada convencional con subestructura y lamas de cerámica extruida sigue siendo una buena opción económica pero pierde parte del carácter singular que un elemento constructivo debe aportar.





Malahá Marbal-la

01. FASE PREVIA A LA OBRA

1. Anteproyecto

1.1. INFORMACIÓN EXISTENTE

- 1.1.1. Estudio del lugar (análisis climático, topográfico...)
- 1.1.2. Revisión normativa urbanística
- 1.1.3. Análisis de requerimientos del promotor y estudio de viabilidad.
- 1.1.4. Confección del programa
- 1.1.5. Localización y obtención de planos

2. Contrataciones equipo de trabajo

2.1. DETERMINACIÓN DE PRESUPUESTO CON PROMOTOR

2.2. FORMACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

- 2.2.1. Equipo de diseño
- 2.2.2. Equipo constructor
- 2.2.3. Equipo legal

2.3. CALENDARIO Y ORGANIZACIÓN ENTRE LOS EQUIPOS

3. Proyecto básico

3.1. CREACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

4. Proyecto de Ejecución

4.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

4.2. A NIVEL EDIFICIO

- 4.2.1. Documentación de estructuras
 - Cimentación
 - Estructura de hormigón del basamento
 - Estructura de madera
- 4.2.2. Documentación de instalaciones
 - Ventilación y deshumectación
 - Climatización
 - Depuración de las piscinas

4.3. A NIVEL URBANO

- 4.3.1. Renaturalización de la orilla del río
 - Limpieza de lo existente
 - Plantación de las especies
 - Instalación de las pasarelas de madera
- 4.3.2. Pavimentación y mobiliario urbano
- 4.3.3. Estructura de pasarelas y salinas de cubierta

02. FASE DE EJECUCIÓN

5. Desarrollo de obra

5.1. REPLANTEO SOBRE EL TERRENO

5.2. CIMENTACIÓN

- 5.2.1. Preparación del terreno.
- 5.2.2. Ejecución zapatas de cimentación
- 5.2.3. Instalaciones subterráneas y acometidas

5.3. ESTRUCTURA

- 5.3.1. Construcción de basamento de hormigón
- 5.3.2. Conformación de pórticos de madera laminada
- 5.3.3. Apoyo de forjado de CLT

5.4. CONSTRUCCIÓN

- 5.4.1. Tabiquerías y particiones interiores
- 5.4.2. Instalaciones interiores
- 5.4.3. Construcción de la cubierta
- 5.4.4. Jardinería y paisajismo

6. Dirección de obra

6.1. SUPERVISIÓN DE LA OBRA Y SEGURIDAD DE LOS AGENTES

- 6.1.1. Personal de seguridad y salud
- 6.1.2. Visitas de obra
- 6.1.3. Resolución de contingencias
- 6.1.4. Control de recepción de los materiales de obra
- 6.1.5. Seguimiento del seguro decenal por empresa homologada

03. FASE FIN DE OBRA

7. Documentación y trabajos finales

7.1. FINAL DE EJECUCIÓN DE OBRA

- 7.1.1. Comprobación nuevas acometidas e instalaciones
- 7.1.2. Limpieza de la orilla y de la obra
- 7.1.3. Control de calidad y revisión de los acabados

7.2. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

- 7.2.1. Entrega de documentación contratadas
- 7.2.2. Legalización de las instalaciones finales a promotor
- 7.2.3. Elaboración del libro del edificio con sus especificaciones de mantenimiento
- 7.2.4. Licencia de primera ocupación
- 7.2.5. Firma de entrega de la obra con aprobación de constructor y promotor