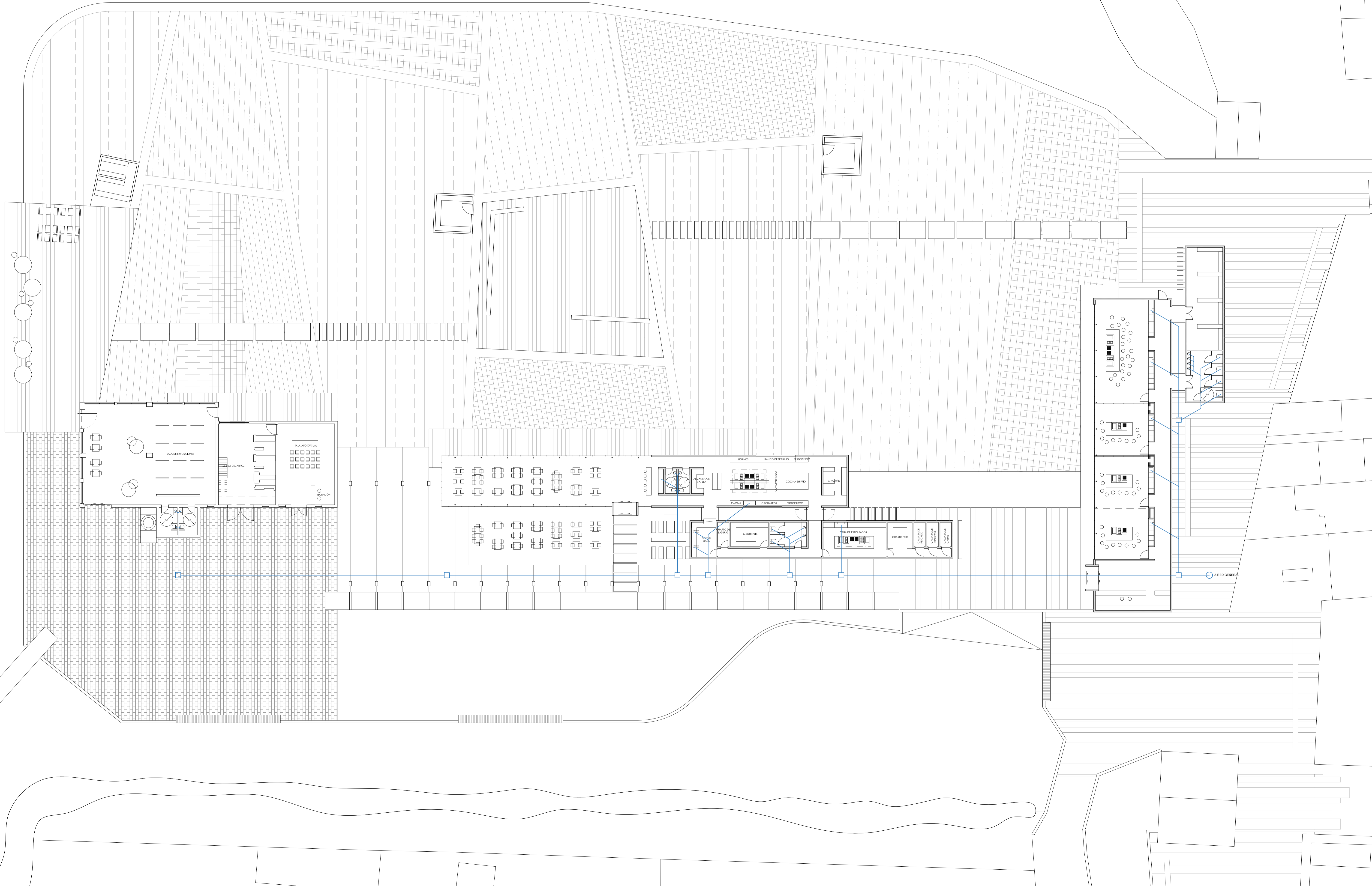
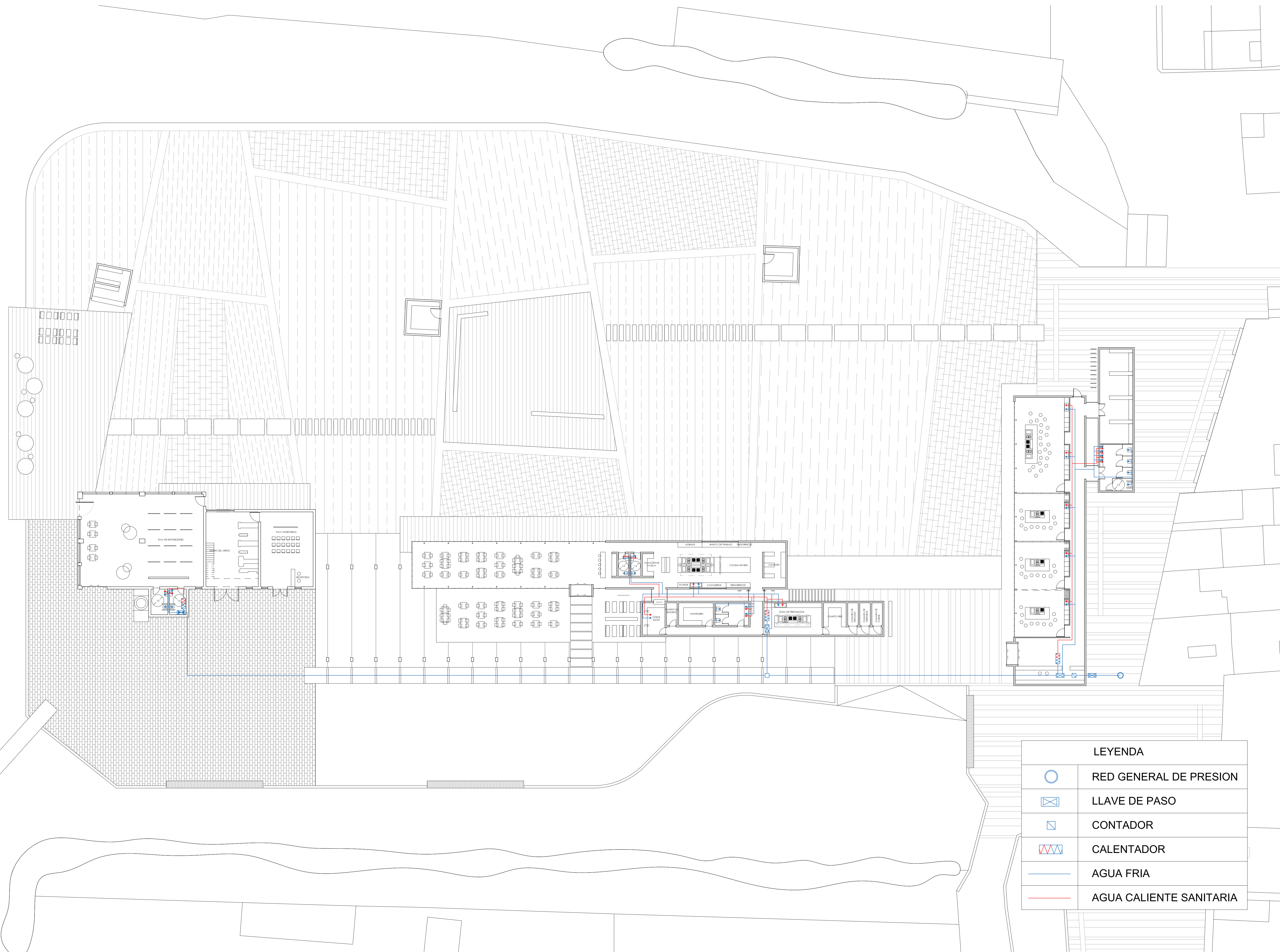


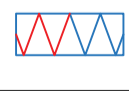
SANEAMIENTOS



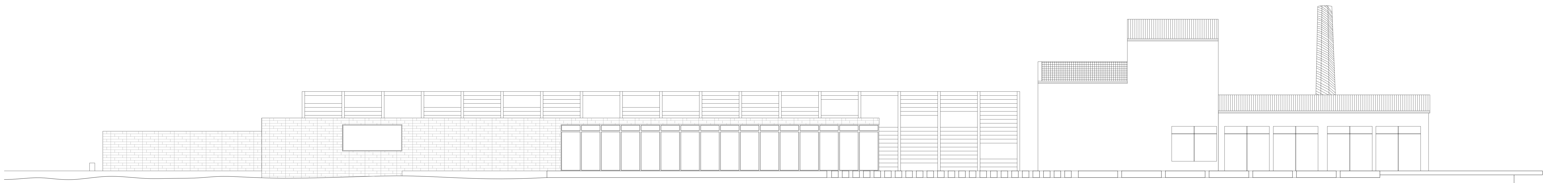
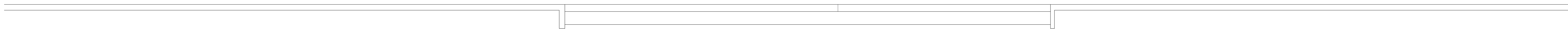
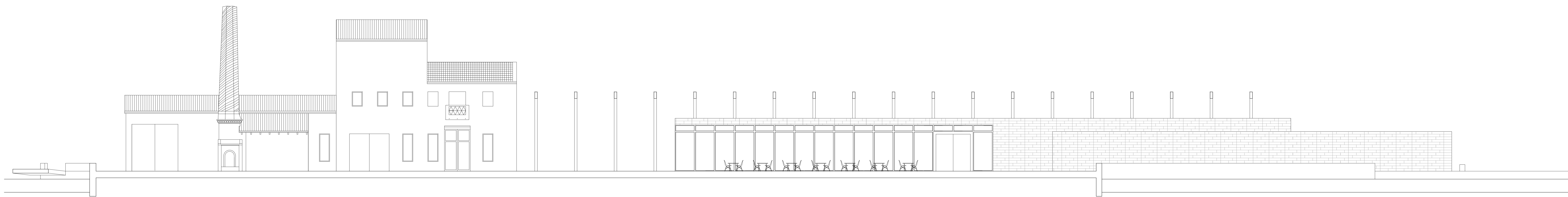
FONTANERIA



LEYENDA

	RED GENERAL DE PRESION
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	CALENTADOR
	AGUA FRIA
	AGUA CALIENTE SANITARIA

ALZADOS 1:100



ALZADOS ESCALA 1:100

ESTRUCTURA

MEMORIA DE ESTRUCTURA

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	35
PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ELEGIDOS	
BASES DE CÁLCULO	39
NORMATIVA EMPLEADA	
MÉTODO DE CÁLCULO	
ACCIONES EN LA EDIFICACION DB-SE-AE	
ACCIONES PERMANENTES	
ACCIONES VARIABLES	
SOBRECARGA DE USO	
NIEVE	
VIENTO	
ACCIONES ACCIDENTALES	
SISMO	
HIPÓTESIS DE CARGA SEGUN CTE-DB-SI	
COMPROBACIÓN DEL PREDIMENSIONADO	51
COMPROBACIÓN DE LOS PILARES	
COMPROBACION DE LAS VIGAS	
PLANO DE CIMENTACIÓN 1:100	57

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

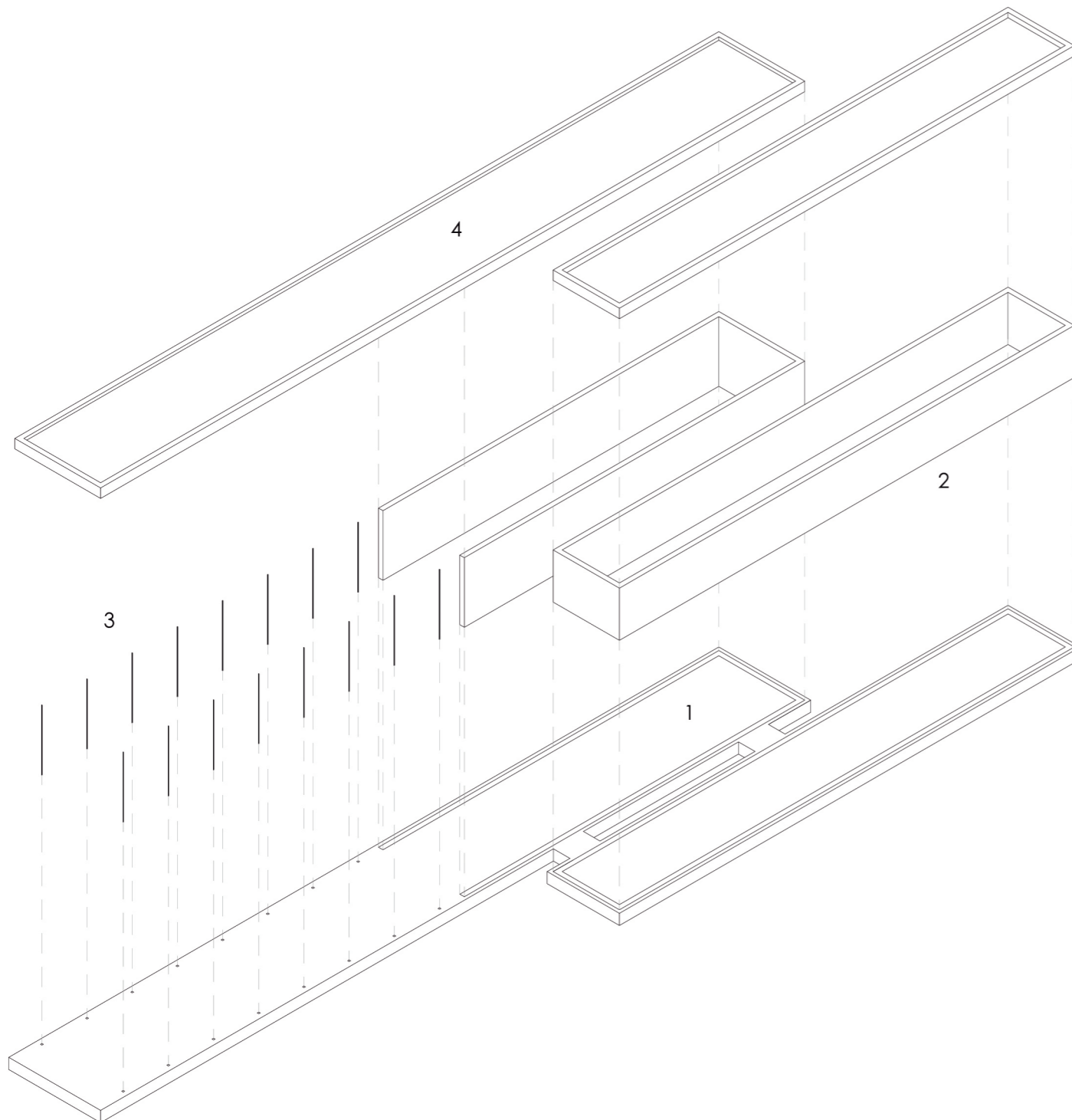
En la presente memoria estructural, se establecen las condiciones generales de diseño y cálculo del sistema estructural adoptado en el proyecto, así como las características y especificaciones de los materiales empleados para su construcción.

El proyecto está basado en dos elementos principales, muros de hormigón y pilares metálicos. Por tanto, la estructura pretende seguir con este concepto inicial y también se compone de los siguientes elementos principales:

-CIMENTACION: Debido al terreno que encontramos en el solar, recurrimos a una cimentación mediante losa.

-ESTRUCTURA VERTICAL: Dependiendo de los espacios se usan pilares metálicos en las zonas acristaladas y muros de hormigón en las zonas opacas, como elementos de sustentación.

-ESTRUCTURA HORIZONTAL: Se opta por un forjado de losa que reparta las cargas de mantenimiento a través de la estructura vertical hasta la cimentación.



1. Losa de cimentación de hormigón armado de 70 cm de canto.
2. Muro de hormigón armado con aislante térmico en su interior.
3. Pilares metálicos de sección cuadrada de 10x10 cm.
4. Losa de hormigón armado de 25 cm de espesor.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

En la presente memoria estructural, se establecen las condiciones generales de diseño y cálculo del sistema estructural adoptado en el proyecto, así como las características y especificaciones de los materiales empleados para su construcción.

El proyecto está basado en dos elementos principales, muros de hormigón y pilares metálicos. Por tanto, la estructura pretende seguir con este concepto inicial y también se compone de los siguientes elementos principales:

-CIMENTACION: Debido al terreno que encontramos en el solar, recurrimos a una cimentación mediante losa.

-ESTRUCTURA VERTICAL: Dependiendo de los espacios se usan pilares metálicos en las zonas acristaladas y muros de hormigón en las zonas opacas, como elementos de sustentación.

-ESTRUCTURA HORIZONTAL: Se opta por un forjado de losa que reparta las cargas de mantenimiento a través de la estructura vertical hasta la cimentación.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ELEGIDOS

- MADERA CONTRALAMINADA

(Datos extraídos de la Ficha Técnica de la casa comercial KLH)

- Estructura de placas: 3, 5, 7 o más capas según los requisitos estáticos.
- Planchas: Grosor entre 10 y 45 mm, secadas técnicamente, seleccionadas según calidad y unidas por entalladura múltiple.
- Categoría de resistencia: C 24 conforme a EN 338; se permite C 16 en un porcentaje máximo de 10% (véase ETA-06/0138).
- Encolado: Pegamento PUR sin formaldehídos, conforme a EN 15425, apto para elementos constructivos sustentadores y no sustentadores interiores y exteriores.
- Presión de prensado: 0,6 N/mm² como mínimo.
- Humedad de la madera: 12% (+/- 2%) a la entrega.
- Dimensiones máximas: Largo de 16,50 m / ancho de 2,95 m / grosor de hasta 0,50 m.
- Anchos facturables (estándar): 2,40 / 2,50 / 2,73 / 2,95 m.
- Conductividad térmica: $\lambda = 0,13 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ conforme a EN ISO 10456.
- Capacidad térmica: $c_p = 1600 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ conforme a EN ISO 10456.
- Resistencia a la difusión: $\mu = 25$ hasta 50 conforme a EN ISO 10456.
- Estanqueidad al aire: Los tableros de madera maciza de KLH pueden utilizarse generalmente como capas herméticas al aire. Las conexiones entre componentes, juntas, penetraciones etc. deberán sellarse como corresponda.
- Comportamiento al fuego: Euroclase D-s2, d0.
- Velocidad de combustión: Conforme a ETA - 06/0138.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ELEGIDOS

- HORMIGON ESTRUCTURAL

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN LA INSTRUCCION EHE					
HORMIGON					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hornigón	Nivel de control	Coeficiente parcial de seguridad (γ_c)	Resistencia de cálculo (N/mm^2)	Recubrimiento minimo (mm)
Cimentacion	HA-25/P/40/IIIa	ESTADISTICO	1,50	16,6	45
Estructura	HA-25/P/20/IIIa	ESTADISTICO	1,50	16,6	45
ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Nivel de control	Coeficiente parcial de seguridad (γ_s)	Resistencia de cálculo (N/mm^2)	El acero utilizar en las armaduras debe estar garantizado por la Marca AENOR
Cimentacion	B 500 S	NORMAL	1,15	348	
Muros	B 500 S	NORMAL	1,15	348	
Pilares	B 500 S	NORMAL	1,15	348	
Vigas y forjados	B 500 S	NORMAL	1,15	348	
EJECUCION					
TIPO DE ACCION	Nivel de control	Coeficientes parciales de seguridad (para E.L.U.)			
		Efecto favorable	Efecto desfavorable		
Permanente	NORMAL	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,50$		
Permanente de valor constante	NORMAL	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,60$		
Variable	NORMAL	$\gamma_G = 0,00$	$\gamma_G = 1,60$		

BASES DE CÁLCULO

NORMATIVA EMPLEADA

- Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE-DB-SE)
- Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la edificación (CTE-DB-SE-AE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural. Madera (CTE-DB-SE-M)
- Documento Básico de Seguridad Estructural. Cimientos (CTE-DB-SE-C)
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI)

El elemento que se va a calcular y dimensionar es el pórtico más desfavorable de la pergola exterior de madera contralaminada.

BASES DE CÁLCULO

MÉTODO DE CÁLCULO

Según el CTE DB-SE 3.3.1.1, “el análisis estructural se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc...”. Para el establecimiento de los modelos de cálculo se siguen las hipótesis clásicas de resistencia de materiales. El análisis estructural se basa en modelos adecuados del edificio que proporcionan una previsión suficientemente precisa de dicho comportamiento, permitiendo tener en cuenta todas las variables significativas y reflejando adecuadamente los estados límite a considerar.

En este caso los modelos estructurales se han realizado por ordenador con los programas Autocad y Architrave.

ACCIONES: Las acciones, en general, se modelizan por medio de fuerzas estáticas correspondientes a cargas y momentos puntuales, cargas y momentos uniformemente repartidos y cargas y momentos variablemente repartidos. Los valores de las acciones se adoptan según los criterios del CTE DB-SE-AE. Las acciones dinámicas producidas por el viento se han obtenido gracias a los anejos del CTE-DB-SE-AE, en los que figuran todas las casuísticas posibles de aplicación del viento.

MATERIALES: Las propiedades de la resistencia de los materiales se representan por sus valores característicos, en este caso designados por el Código Técnico para la madera contralaminada de calidad C24, con una resistencia característica de 24 Mpa, y para la madera laminada encolada de calidad GL32h, con una resistencia característica de 32 MPa.

GEOMETRÍA: La geometría de la plataforma y de las casitas se ajusta rigurosamente a la del proyecto para que los cálculos salgan totalmente fiables y veraces.

MÉTODO CÁLCULO: A los efectos de la obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales.

Las estructuras deben cumplir, entre otros, los requisitos de Estabilidad, Resistencia, Funcionalidad y Durabilidad. El Código Técnico establece como procedimiento utilizado para garantizar que se cumplen estos requisitos con una adecuada fiabilidad, el Método de los Estados Límite.

Si la estructura supera alguno de los Estados Límite se puede considerar que ésta ya no cumple las funciones para las que ha sido proyectada. Dicho método diferencia los Estados Límite Últimos (E.L.U) y los Estados Límite de Servicio (E.L.S) agrupando la resistencia y la estabilidad como Últimos y los funcionales como de Servicio. Así, los Estados Límite Últimos están relacionados con la rotura y los de Servicio con la utilización.

BASES DE CÁLCULO

ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN DB-SE-AE

Las acciones en la edificación se clasifican, según el CTE-DB-SE-AE, en función de su variación en el tiempo:

-Acciones permanentes. DB-SE-AE-2 (PESOS PROPIOS)

-Acciones variables: (sobrecarga de uso, sobrecargas de viento, sobrecargas de nieve) DB-SE-AE-3

-Acciones accidentales (acciones sísmicas NCSE-02 y fuego).

ACCIONES PERMANENTES

Son las acciones relacionadas con las condiciones normales de uso (los pesos propios, cargas permanentes, acciones reológicas, las fuerzas de pretensado, los empujes del terreno, el valor casi permanente de las acciones variables, etc).

Maderas				
Material	HE			
	$\rho^{(1)}$ kg / m ³	λ W / m·K	c_p J / kg·K	μ
Frondosa				
Frondosa, muy pesada	$\rho > 870$	0,29	1600	50
Frondosa, pesada	$750 < \rho \leq 870$	0,23	1600	50
Frondosa, de peso medio	$565 < \rho \leq 750$	0,18	1600	50
Frondosa, ligera	$435 < \rho \leq 565$	0,15	1600	50
Frondosa, muy ligera	$200 < \rho \leq 435$	0,13	1600	50
Conífera				
Conífera, muy pesada	$\rho > 610$	0,23	1600	20
Conífera, pesada	$520 < \rho \leq 610$	0,18	1600	20
Conífera, de peso medio	$435 < \rho \leq 520$	0,15	1600	20
Conífera, ligera	$\rho \leq 435$	0,13	1600	20
Balsa	$\rho \leq 200$	0,057	1600	20

⁽¹⁾ Normalmente, el valor de densidad de la madera y de los productos de madera viene dado a una temperatura de 20°C y con una humedad relativa del 65%, no es por tanto la densidad seca.

Tomamos un valor de densidad de 450 kg/m³ que se corresponde a una madera conífera, en concreto el abeto rojo.

Las medidas de la viga son de 0.2x0.4 metros.

Las medidas de la vigueta son de 0.05x0.2

Por tanto:

Carga total viga: 36 Kg/m²
Carga total vigueta: 4.5 Kg/m²

ACCIONES VARIABLES: SOBRECARGA DE USO

En nuestro caso, se considera, para la viga , una Categoría de uso G (Cubiertas accesibles únicamente para conservación) y una Subcategoría de uso G1 (Cubiertas ligeras sobre correas(Sin forjado)).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Por tanto:

$$Q_u = 40 \text{ Kg/m}^2$$

ACCIONES VARIABLES: SOBRECARGA DE NIEVE

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio o en particular, sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal q_n , puede tomarse:

$$Q_n = \mu \cdot S_k$$

-Siendo μ = coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 (DB-SE-AE)

En nuestro caso $\mu = 1$, según el punto 2 del apartado 3.5.3 (DB-SE-AE).

-Siendo S_k = el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2 (DB-SE-AE)

En nuestro caso $S_k = 0'2 \text{ KN/ m}^2$, ya que El Palmar es zona 5, se encuentra en la provincia de Valencia y esta al nivel del mar. (ANEJO E)

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

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

Por tanto:

$$Q_n = 1 \cdot 0'2 = 0'2 \text{ KN/ m}^2$$

ACCIONES VARIABLES: SOBRECARGA DE VIENTO

La acción de viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, denominada q_e , y que puede expresarse como:

$$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

-Siendo q_b = la presión dinámica del viento.

Para obtener el valor, se mira el mapa D1 del Anejo D y se obtiene que para El Palmar (zona A) el valor de $q_b = 0,42 \text{ KN/m}^2$.

-Siendo c_e = el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. En nuestro caso, consideraremos que el grado de aspereza del entorno es un grado III (Zona rural accidentada o llana con obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas), según la tabla 3.4 del DB-SE-AE.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Para este grado III, teniendo en cuenta que la altura máxima del punto considerado son 6 metros, obtenemos un grado de aspereza de 2,0.

-Cálculo c_p :

Para el cálculo del coeficiente eólico de presión, debemos tener en cuenta de que se trata de un caso distinto al que nos estipula del DB-SE-AE, por tanto para el estudio del c_p en este proyecto debemos consultar el Anejo D, en concreto el caso de estudio D.4, cubiertas planas. Además al no disponer de forjados que conecten las fachadas, la acción del viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior.

- Cálculo C_p :

$$C_e = 2,0$$

$$A = 0,2 \times 6 = 1,2 \text{ m}^2$$

Entramos en tabla con estos datos y obtenemos que:

	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2	

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

Consideramos que el punto F es el más desfavorable para la estructura, por tanto tenemos que:

$$Q_e = Q_b \times C_e \times C_p = 0,42 \times 2,0 \times 2,5 = 2,1 \text{ KN/m}^2$$

ACCIONES ACCIDENTALES

Las acciones accidentales están compuestas por aquella serie de cargas actuantes sobre el edificio de manera ocasional, inesperada e instantánea y que suponen un gran aumento de la carga. Sus valores son estimativos, basados en la experiencia en casos similares. En este grupo se incluyen las acciones procedentes de sismo, incendio, impacto, explosiones y otros casos no contemplados.

Solo se tendrán en cuenta en el caso que sea necesario y según lo especificado en el DB-SE-AE, DB-SI o la NCSE-02.

SISMO (Norma de Construcción Sismorresistente _NCSE-02)

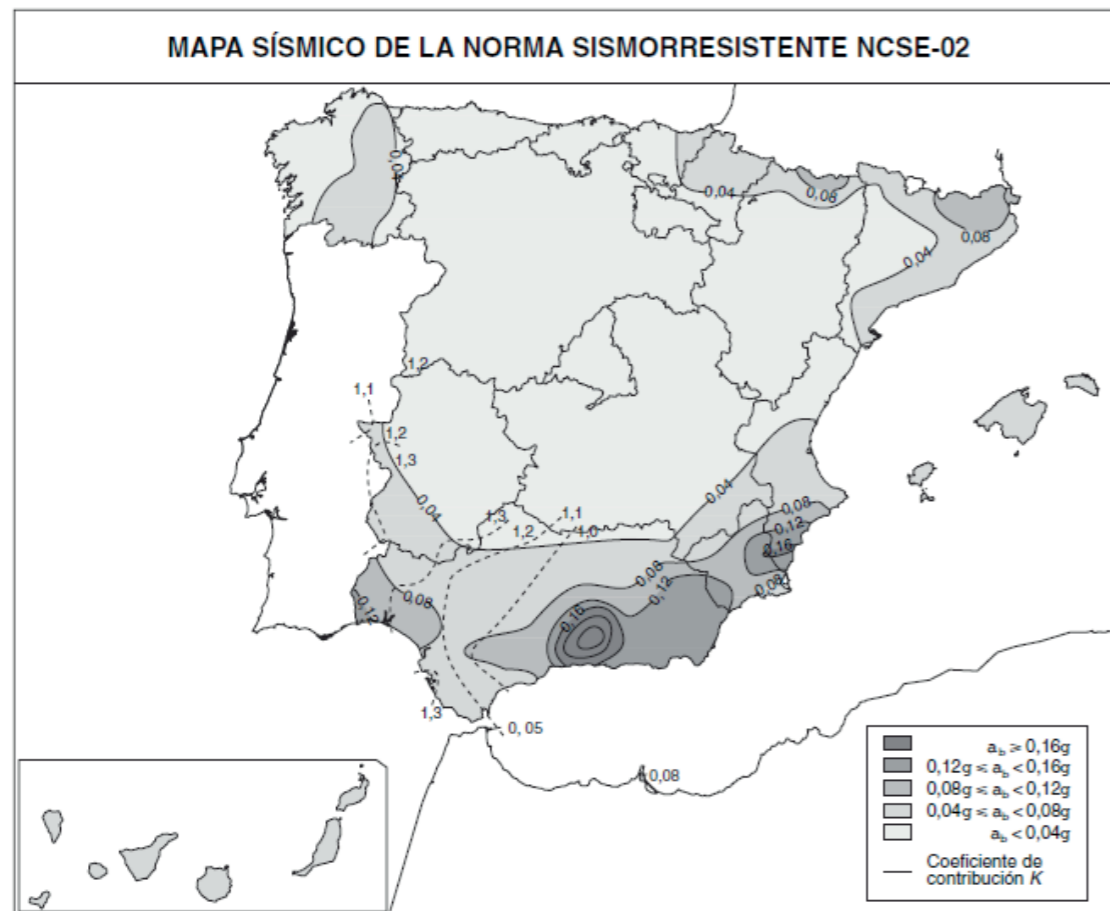
Los requisitos que debe cumplir nuestro edificio para aplicar este método se determinan en el punto 3.5.1 de la Norma, y son los siguientes:

- Número de plantas sobre rasante es inferior a 20m.
- La altura del edificio sobre rasante será inferior a 60m
- Existe regularidad en planta y en alzado, sin entrantes ni salientes importantes
- Dispone de soportes continuos hasta cimentación, uniformemente distribuidos en planta y sin cambios bruscos en su rigidez.
- Dispone de regularidad mecánica en la distribución de rigideces, resistencias y masas, de modo que los centros de gravedad y de torsión de todas las plantas estén situados, aproximadamente, en la misma vertical.
- La excentricidad del centro de las masas que intervienen en el cálculo sísmico respecto al de torsión es inferior al 10% de la dimensión en planta del edificio en cada una de las direcciones principales.

Según se dispone en el apartado 1.2.3 Criterios de aplicación de la Norma, del NCSE-02, quedarán excluidos de su aplicación los siguientes casos:

- Las construcciones de importancia moderada
- Las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04. g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g.

De acuerdo con el mapa sísmico de la norma sismorresistente, El Palmar se encuentra en una zona que cuenta con una aceleración sísmica básica $a_b \leq 0,08g$ y el edificio tiene los pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones. Por lo que no será de obligación la aplicación de la norma.



BASES DE CÁLCULO

HIPÓTESIS DE CARGA SEGÚN CTE-DB-SE

Según CTE DB-SE 4.1.1, en “la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.”

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Coefficientes parciales de seguridad (tabla 4.1 del CTE DB-SE)

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

-Acciones permanentes de carácter desfavorable $\gamma_G = 1,35$
 -Acciones variables de carácter desfavorable $\gamma_P = 1,50$

Coefficientes de simultaneidad (tabla 4.2 del CTE DB-SE):

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento			
	0,6	0,5	0
Temperatura			
	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno			
	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

-Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Cat. G) = 0'0

Ahora, con las cargas obtenidas anteriormente, obtendremos las acciones a las que está sometida la estructura para su posterior dimensionado:

-Acciones permanentes (G): 1'06 KN/m² ---> yG= 1'35

-Acciones variables (Q): 0.4 KN/m² * 0'0 = 0 KN/m² ---> yP= 1'50

TOTAL: (1'06 • 1'35) + (0 • 1'50) = 1'43 + 0 = **1.43 KN/ m²**

HIPÓTESIS DE CARGA SEGÚN CTE-DB-S1

La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

Dado que el SlowFood se considera entre uso de pública concurrencia y docente o administrativo, y la altura de evacuación sobre la rasante inferior es menor de 15m, la resistencia al fuego que se usará en los cálculos dimensionales será R90.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de *uso Residencial Vivienda*.

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

- alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o
- soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

ESTADO DE CARGAS VERTICALES



COMPROBACIÓN DEL PREDIMENSIONADO

COMPROBACIÓN DE LOS PÓRTICOS

Modelizado/predimensionado

Para comprobar los pórticos de madera, vamos a coger el total de 19 pórticos, que se corresponden con la pérgola de madera y que tienen 12 metros de luz. Con ellos calcularemos la situación del conjunto y podremos ajustarla a la casuística del proyecto.

El conjunto modelizado estará formado por 19 pórticos, cuya distancia de eje a eje es de 3 metros. La altura de los pilares es de 6 metros. Se toma como predimensionado de los soportes una sección de 50x20 cm y para la viga una sección de 20x50 cm. Todo ello estará formado con madera laminada GL32h. Las lamas entre los pórticos serán de la misma madera, tendrán una sección de 5x20 cm y estarán separadas de eje a eje 35 cm.

Comprobación

Para la comprobación estructural de estos elementos, se han utilizado las tensiones obtenidas mediante el programa Architrave y las indicaciones del CT-DB-SE-M.

Comprobaremos que la tensión en la membrana sumado a la tensión que surge como consecuencia de la flexión de esta, no supera la tensión admisible de la madera. Para ello tomaremos siempre los valores más desfavorables.

Antes de comenzar con el cálculo de la tensión admisible de la madera, estableceremos una clasificación de las acciones, tal y como establece el CTE-DB-SE-M. Las acciones que solicitan a los elementos considerados deben asignarse a una de las clases de duración de la carga establecidas en la tabla.

Tabla 2.2 Clases de duración de las acciones

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
Permanente	más de 10 años	Permanente, peso propio
Larga	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
Media	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
Corta	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
Instantánea	algunos segundos	sismo

-Peso Propio y Permanentes: Permanentes.

-Sobrecarga de uso: Media

-Sobrecarga de nieve: Corta

Además a cada elemento estructural considerado debe asignarse una de las clases de servicio definidas a continuación, en función de las condiciones ambientales previstas.

-Clase de servicio 1. 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 65% unas pocas semanas al año. La humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 12%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente interior.

-Clase de servicio 2. 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. La humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente exterior, como es el caso de cobertizos y viseras. Las piscinas cubiertas, debido a su ambiente húmedo, encajan también en esta clase de servicio.

-Clase de servicio 3. Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2. La humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente exterior sin cubrir.

Los pórticos a analizar se encuentran en su totalidad al exterior, por lo que nos encontramos dentro de la Clase de servicio 3. Una vez considerada esta clasificación, debemos obtener la tensión admisible de la madera según la siguiente fórmula:

$$X_d = K_{mod} \times (x_k / \gamma_M)$$

siendo,

- X_d el valor de cálculo;
- K_{mod} el valor de modificación, cuyos valores figuran en la tabla 2.4 teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de carga de acuerdo con la tabla 2.2 y la clase de servicio anterior;
- x_k el valor característico de la propiedad del material;
- γ_M el coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3

Tabla 2.4 Valores del factor K_{mod} .

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera microlaminada	UNE-EN 14374, UNE-EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero contrachapado	UNE-EN 636						
	Tipo EN 636-1,2 y 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-2 y 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas (OSB) ¹	UNE-EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	UNE-EN 312						
	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
Tablero de fibras duro	UNE-EN 622-2						
	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	UNE-EN 622-3						
Tablero de fibras semi-duro	MBH.LA 1 o 2,	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Tablero de fibras MDF	UNE-EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

¹OSB = Oriented Strand Board. El acrónimo es usado frecuentemente en lengua inglesa y se ha acuñado como un nombre usual para el material en otros idiomas, como de hecho sucede ya en el nuestro

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material, γ_M .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

Peritación de los pilares

El valor de cálculo, x_d , de una propiedad del material se define como:

$$x_d = K_{mod} \times (x_k / \gamma_M)$$

De manera análoga se define el valor de la capacidad de carga de cálculo (referida a una unión o un sistema estructural), o_d , según la expresión:

$$o_d = K_{mod} \times (R_k / \gamma_M)$$

Luego, según esto:

$$x_d = K_{mod} \times (x_k / \gamma_M) = 0.7 \times ((32 \text{ N/mm}^2) / 1.25) = 17.92 \text{ N/mm}^2$$

$$o_d = 17.92 \text{ N/mm}^2 = 17920 \text{ MPa}$$

A continuación necesitamos conocer la tensión real, para poder compararla con R_d y saber si la sección de las piezas cumple. Para ello necesitamos saber que:

$$\sigma_{real} = F / S = M / w$$

De donde sabemos que M , es el momento que obtendremos de los cálculos a través de Architrave. Solo necesitamos conocer el valor w .

$$w = (b \times h^2) / 12$$

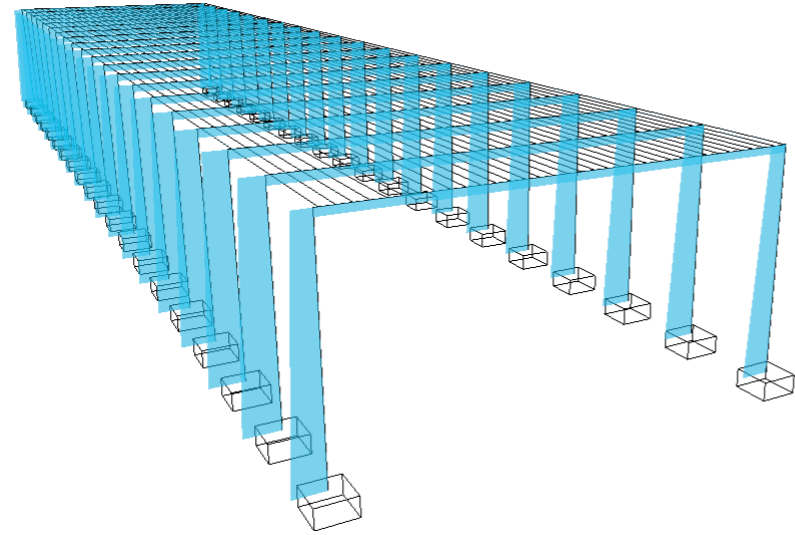
Para una sección predimensionada de 20 x 50 cm:

$$w = (20 \times 50^2) / 12 = 4167 \text{ cm}^4$$

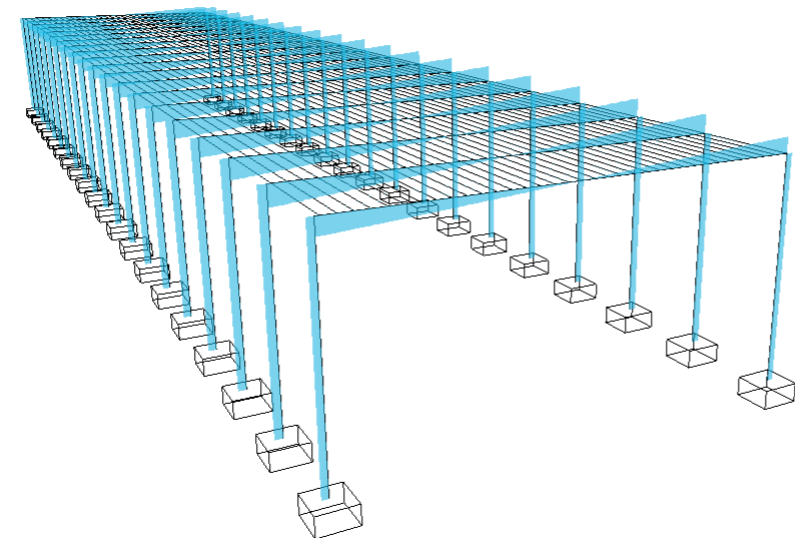
Se ha calculado el modelo estructural en Architrave y se han obtenido los siguientes modelos, axiles y cortantes. Con estos valores se han peritado los pilares, tanto a resistencia como a incendio y estabilidad. La peritación a resistencia se ha comprobado a través de una tabla en la que se compara la tensión de cálculo de la madera GL32h. Por tanto debe cumplirse que:

$$o_d > \sigma_s$$

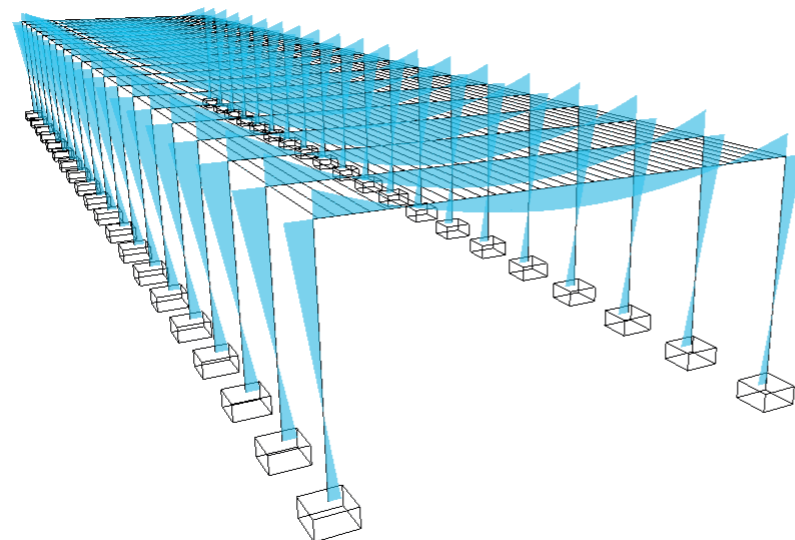
AXILES



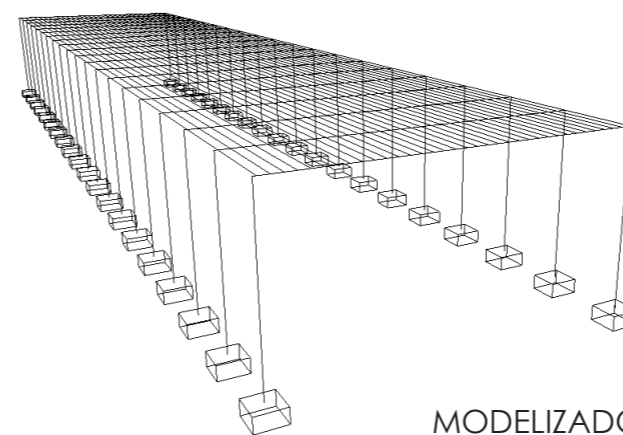
CORTANTES



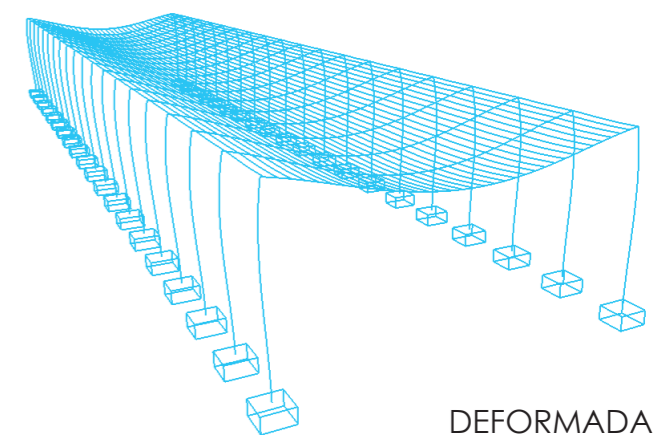
MOMENTOS



PILAR	AXIL	Nd	MOMENTO	Md	od	os	od>os?
1	5.52	8.28	5.86	8.79	17920	5846.4	CUMPLE
1'							
2	7.93	11.9	7.61	11.42	17920	7622.8	CUMPLE
2'							
3	8.41	12.62	8.36	12.54	17920	8362	CUMPLE
3'							
4	8.48	12.72	8.55	12.83	17920	8547	CUMPLE
4'							
5	8.49	12.75	8.59	12.89	17920	8598	CUMPLE
5'							
6	8.49	12.76	8.61	12.91	17920	8605	CUMPLE
6'							
7	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
7'							
8	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
8'							
9	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
9'							
10	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
10'							
11	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
11'							
12	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
12'							
13	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
13'							
14	8.49	12.76	8.61	12.91	17920	8605	CUMPLE
14'							
15	8.49	12.75	8.59	12.89	17920	8598	CUMPLE
15'							
16	8.48	12.72	8.55	12.83	17920	8547	CUMPLE
16'							
17	8.41	12.62	8.36	12.54	17920	8362	CUMPLE
17'							
18	7.93	11.9	7.61	11.42	17920	7622.8	CUMPLE
18'							
19	5.52	8.28	5.86	8.79	17920	586.4	CUMPLE
19'							



MODELIZADO



DEFORMADA

Peritación de las vigas

El valor de cálculo, x_d , de una propiedad del material se define como:

$$x_d = K_{mod} \times (x_k / \gamma_M)$$

De manera análoga se define el valor de la capacidad de carga de cálculo (referida a una unión o un sistema estructural), o_d , según la expresión:

$$o_d = K_{mod} \times (R_k / \gamma_M)$$

Luego, según esto:

$$x_d = K_{mod} \times (x_k / \gamma_M) = 0.7 \times ((32 \text{ N/mm}^2) / 1.25) = 17.92 \text{ N/mm}^2$$

$$o_d = 17.92 \text{ N/mm}^2 = 17920 \text{ MPa}$$

A continuación necesitamos conocer la tensión real, para poder compararla con R_d y saber si la sección de las piezas cumple. Para ello necesitamos saber que:

$$\sigma_{real} = F / S = M / w$$

De donde sabemos que M , es el momento que obtendremos de los cálculos a través de Architrave. Solo necesitamos conocer el valor w .

$$w = (b \times h^2) / 12$$

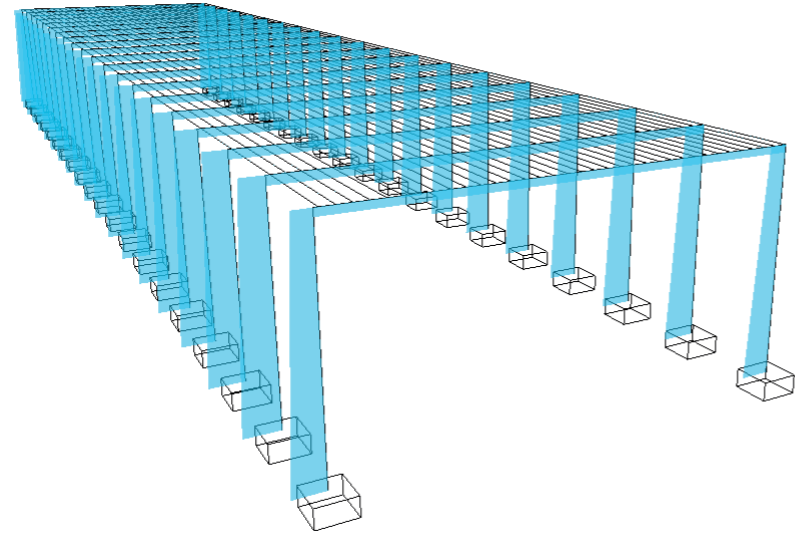
Para una sección predimensionada de 20 x 50 cm:

$$w = (20 \times 50^2) / 12 = 4167 \text{ cm}^4$$

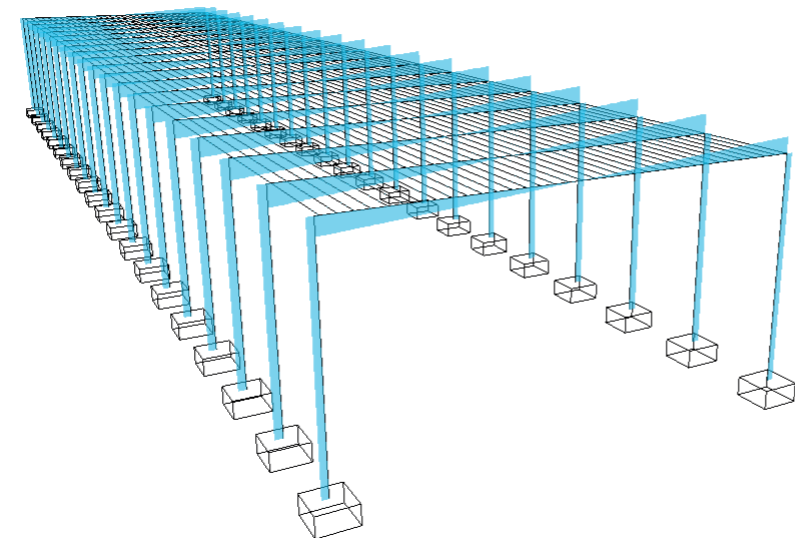
Se ha calculado el modelo estructural en Architrave y se han obtenido los siguientes modelos, axiles y cortantes. Con estos valores se han peritado las vigas, tanto a resistencia como a incendio y estabilidad. La peritación a resistencia se ha comprobado a través de una tabla en la que se compara la tensión de cálculo de la madera GL32h. Por tanto debe cumplirse que:

$$o_d > \sigma_s$$

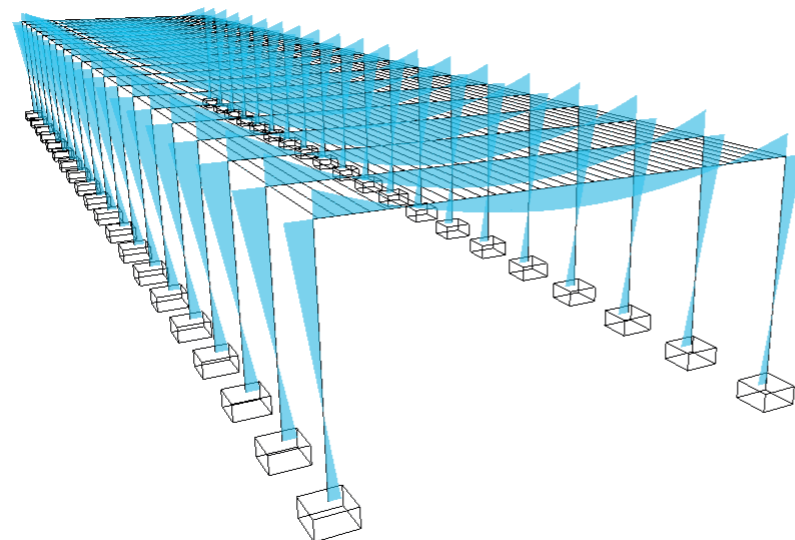
AXILES



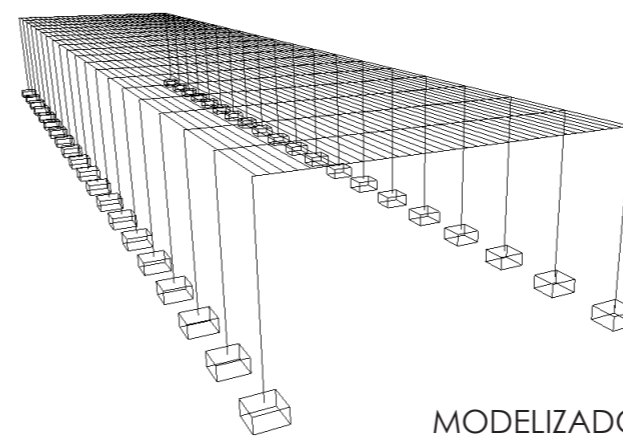
CORTANTES



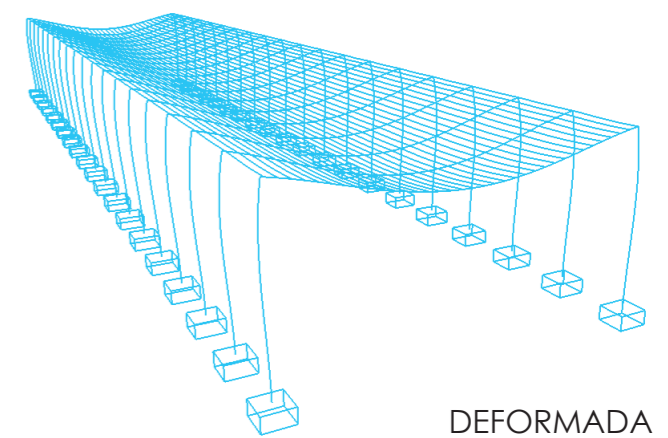
MOMENTOS



PILAR	AXIL	Nd	MOMENTO	Md	od	os	od>os?
1	5.52	8.28	5.86	8.79	17920	5846.4	CUMPLE
1'							
2	7.93	11.9	7.61	11.42	17920	7622.8	CUMPLE
2'							
3	8.41	12.62	8.36	12.54	17920	8362	CUMPLE
3'							
4	8.48	12.72	8.55	12.83	17920	8547	CUMPLE
4'							
5	8.49	12.75	8.59	12.89	17920	8598	CUMPLE
5'							
6	8.49	12.76	8.61	12.91	17920	8605	CUMPLE
6'							
7	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
7'							
8	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
8'							
9	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
9'							
10	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
10'							
11	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
11'							
12	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
12'							
13	8.5	12.77	8.61	12.91	17920	8607	CUMPLE
13'							
14	8.49	12.76	8.61	12.91	17920	8605	CUMPLE
14'							
15	8.49	12.75	8.59	12.89	17920	8598	CUMPLE
15'							
16	8.48	12.72	8.55	12.83	17920	8547	CUMPLE
16'							
17	8.41	12.62	8.36	12.54	17920	8362	CUMPLE
17'							
18	7.93	11.9	7.61	11.42	17920	7622.8	CUMPLE
18'							
19	5.52	8.28	5.86	8.79	17920	586.4	CUMPLE
19'							

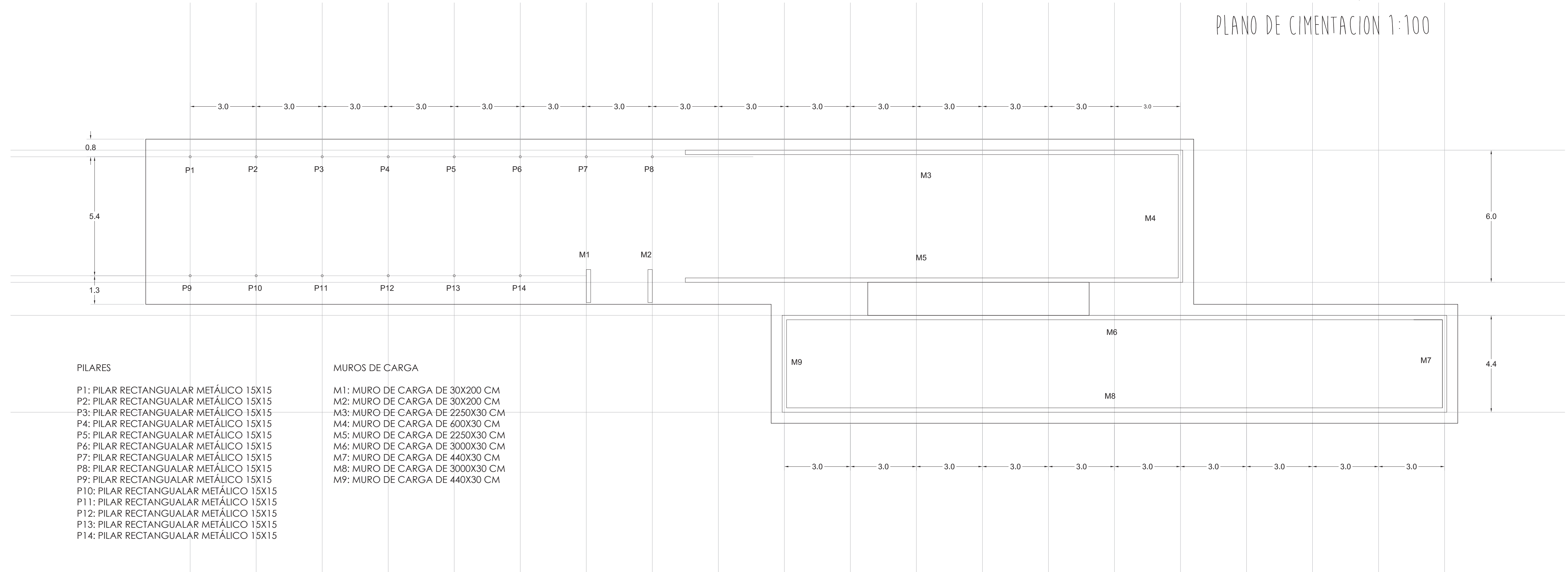


MODELIZADO



DEFORMADA

PLANO DE CIMENTACION 1:100



PILARES

- P1: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P2: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P3: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P4: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P5: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P6: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P7: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P8: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P9: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P10: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P11: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P12: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P13: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15
- P14: PILAR RECTANGULAR METÁLICO 15X15

MUROS DE CARGA

- M1: MURO DE CARGA DE 30X200 CM
- M2: MURO DE CARGA DE 30X200 CM
- M3: MURO DE CARGA DE 2250X30 CM
- M4: MURO DE CARGA DE 600X30 CM
- M5: MURO DE CARGA DE 2250X30 CM
- M6: MURO DE CARGA DE 3000X30 CM
- M7: MURO DE CARGA DE 440X30 CM
- M8: MURO DE CARGA DE 3000X30 CM
- M9: MURO DE CARGA DE 440X30 CM