

2. ESTRUCTURA

1. DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL PROYECTO

2. SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA

3. DATOS PREVIOS

4. VOLÚMENES DE HORMIGÓN

4.1 EVALUACIÓN DE CARGAS

4.2 HIPÓTESIS DE CARGA

4.3 COMBINACIÓN DE ACCIONES

4.3.1 CAPACIDAD PORTANTE

4.3.2 APTITUD AL SERVICIO

4.4 COMPROBACIONES

4.4.1 MUROS DE HORMIGÓN ARMADO

4.4.2 FORJADOS RETICULARES

4.4.3 FORJADOS DE PLACAS PREFABRICADAS ALIGERADAS

4.4.4 ZAPATA CORRIDA BAJO MURO

4.5 RESULTADOS

4.5.1 ARMADO DE MUROS

4.5.2 ARMADO CIMENTACIÓN

5. PÉRGOLA DE MADERA

5.1 EVALUACIÓN DE CARGAS

5.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES

5.3 COMPROBACIONES

5.4 RESULTADOS

6. PLANOS DE ESTRUCTURA

1. DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL PROYECTO

El proyecto se organiza apoyándose en una retícula con piezas ortogonales dentro de un entorno orgánico. Se desarrolla en planta baja alrededor de un patio central rectangular con dirección este-oeste.

Las funciones principales de la escuela infantil se configuran mediante volúmenes cúbicos de hormigón de distintos tamaños dispuestos en los dos lados longitudinales del patio y desplazados entre sí para dar lugar a diferentes espacios exteriores. Las aulas se encuentran en la parte sur de la guardería, mientras que las zonas comunes, tales como sala de psicomotricidad, comedor y administración, así como la cocina que da servicio al comedor, se disponen en la cara norte.

El espacio de circulación conformado en madera se dispone en dos bandas en paralelo a los bloques para darles acceso con una menor altura. Este espacio no solo actúa como pasillo, sino que alberga rincones donde poder realizar actividades al aire libre protegiendo a los usuarios del sol y de la lluvia, y convirtiéndolo en un espacio lleno de actividad.

Finalmente, una pieza también de madera, pero de mayor altura, se dispone entre dichas bandas de circulación y se acerca al camino perpendicular a él para formar un acceso cubierto al centro.

Volúmenes de hormigón

Unidades: metros	Superficie Constr.	Superficie útil	Luz máxima	Altura libre	Altura total
Aulas	49,7	42,8	4,4	3,5	4,3
Comedor/psicomotricidad/administración	140,4	124,7	7,8	4,5	5,3
Cocina	89,3	79,9	6,2	3,5	4,3

Pérgola de madera

Unidades: metros	Superficie	Altura libre	Luz máxima	Crujía	Distancia entre correas
Circulación	240,5+197,6	2,6	6	2,4	1,2
Entrada	120	3,1	10,5	2,4	1,2

2. SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA

2.1 Volúmenes cúbicos

Para los forjados de cubierta se plantean forjados aligerados de casetones recuperables en el caso de las aulas de 25 cm de canto y en el de los volúmenes más grandes de 35 cm. Se disponen forjados sanitarios prefabricados y apoyados directamente sobre los muros de cimentación por su fácil puesta en obra con una capa de compresión.

Para la sustentación de los forjados se opta por muros portantes de hormigón armado in situ de 25 cm para los volúmenes de menor altura y de 30 cm para los de mayor.

En cuanto a la cimentación se opta por zapatas de hormigón armado corridas donde apoyen los muros.

2.2 Estructura de madera

Toda la estructura de madera se sustenta mediante pilares de madera laminada encolada de pino, de 150x300 mm. En la zona de circulación dichos pilares tienen una altura de 2,90 m, mientras que en la zona de entrada una altura de 3,40 m.

Las vigas, también de madera laminada, ancladas a los pilares mecánicamente al canto del pilar mediante una pieza de hierro galvanizado con dos pasadores en el espacio de circulación miden 150x300mm y en la entrada 150x400mm.

Sobre dichas vigas apoyan unas correas que formarán la pendiente de la cubierta de un 1.5%, la más pequeña tendrá una dimensión de 100x100mm y salvan una luz entre apoyos de 2400mm y 1200 mm de intereje. Y sobre estas se disponen unos paneles sándwich de 600x2400mm con un apoyo intermedio.

La cimentación de estos pilares será mediante zapatas aisladas en las que se apoyarán con una placa de anclaje y 4 pernos. Estas zapatas estarán unidas entre sí mediante una viga de atado así como a los extremos de los bloques de hormigón.

3. DATOS PREVIOS

MATERIALES UTILIZADOS

- Hormigón **HA-25/B/20/IIIa**
Clase general de exposición IIIa
Cemento CEM II 42,5
Resistencia característica del hormigón 25 N/mm2 (fck)
Recubrimiento mínimo nominal 35 mm
Módulo de elasticidad a los 28 días 28600 N/mm2 (Ec28)
Consistencia Blanda
Diámetro máximo de árido 20 mm
 $f_{ck}=25\text{ MPa}$ $f_{cd}=\alpha \times f_{ck}/\gamma_c \rightarrow f_{cd}=16,6\text{ MPa}$
- Acero para armar B – 400S
Límite Elástico 500 N/mm2 (fyk)
- Madera laminada encolada de pino GL32H

Material		E	v	G	α _t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm²)		(kp/cm²)	(m/m°C)	(t/m³)
Madera	GL32h	139653.4	7.059	8664.6	0.000005	0.520

E: Módulo de elasticidad
v: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
α_t: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

COEFICIENTES DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA

Acero armar, γ_s = 1,15
Hormigón armado, γ_c = 1,5

NORMATIVA EMPLEADA

Hormigón: EHE-08
Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A
Acciones en la edificación CTE DB SE-AE
Cimientos CTE DB SE-C
Madera CTE DB SE-M
Resistencia al fuego de las estructuras de H.A. y acero CTE DB SI
Cálculo sismorresistente NSCE02

4. VOLÚMENES DE HORMIGÓN

4.1 EVALUACIÓN DE CARGAS

Las cargas que se estiman proceden del Código Técnico DB-SE-Acciones en la edificación, anejo C: Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno.

ACCIONES PERMANENTES (G):

-Aulas:

Peso propio del forjado aligerado	4 KN/m²
Cubierta plana con acabado de gravas	2,5 KN/m²
Instalaciones en cubierta	0,5 KN/m²
Falso techo suspendido de cartón-yeso	0,2 KN/m²
Total	7,2KN/m²
Carga por metro lineal: Murete perimetral de hormigón armado	2,88KN/m

-Sala de psicomotricidad, comedor, administración:

Peso propio del forjado aligerado	5 KN/m²
Cubierta plana con acabado de gravas	2,5 KN/m²
Instalaciones en cubierta	0,5 KN/m²
Falso techo suspendido de cartón-yeso	0,2 KN/m²
Total	8,2 KN/m²
Carga por metro lineal: Murete perimetral de hormigón armado	2,88 KN/m

ACCIONES VARIABLES (Q):

Sobrecarga de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso					
Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospi- tales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excep- ción 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 con- servación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 ^{(4),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Forjado hormigón 1kN/m²

Sobrecarga de nieve

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

$q_n = \mu \cdot S_k$

μ = coeficiente de forma

S_k= valor característico de la carga de nieve= 0,2 kN/m²

μ = 1,0, la inclinación de la cubierta es menor a 30º

$q_n = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga de viento

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:

$q_v = q_b \cdot c_e \cdot c_{p/s}$

Donde:

- q_b es la presión dinámica del viento, cuyo valor se obtiene mediante el anejo D del CTE-DB-SE-AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra. O bien de forma simplificada según el artículo 3.3.2.1. se puede adoptar el valor de q_b = 0’5kN/m².
- El coeficiente de exposición c_e se obtiene a partir de la tabla 3.4 del CTE-DB-SE-AE según el grado de aspereza del entorno y la cota más alta del edificio.

Este valor también se puede obtener a partir de las expresiones y tabla del apartado D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno				
Grado de aspereza del entorno		Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
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	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Donde z correspondería a la cota más alta, L según la situación III valdría L = 0’05m y el factor k = 0’19. A partir de estos valores se calcula el valor de c_e mediante estas expresiones:

$F = k \cdot \ln (máx(z,Z)/L)$

$c_e = F(F + 7k)$

-Aulas:

Z=4m

$F = 0,19 \cdot \ln \left(\frac{4}{0,05} \right) = 0,8325$

$c_e = F(F + 7x0,19) = 1,79$

-Sala de psicomotricidad, comedor, administración:

Z=5,3m

$F = 0,19 \cdot \ln \left(\frac{5,3}{0,05} \right) = 0,886$

$c_e = F(F + 7 \times 0,19) = 2,06$

- El coeficiente eólico de presión/succión, depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.
Para el análisis global de la estructura, bastará considerar coeficientes eólicos globales a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento. Como coeficientes eólicos globales, podrán adoptarse los de la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

En edificios con cubierta plana la acción del viento sobre la misma, generalmente de succión, opera habitualmente del lado de la seguridad, y se puede despreciar.

Acciones térmicas

En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura.

ACCIONES ACCIDENTALES:

Sismo

Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente.Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

- Datos generales de sismo:

-Caracterización del emplazamiento

a_b : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) = 0.060 g

K : Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) =1.00

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

-Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

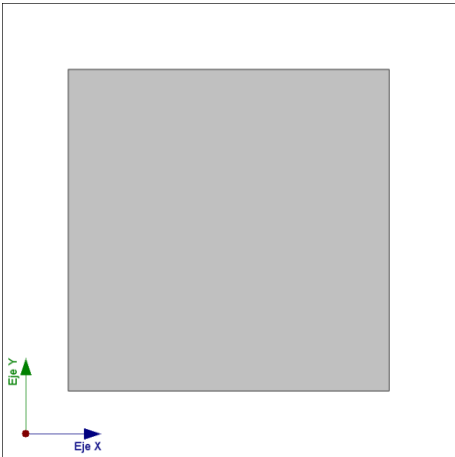
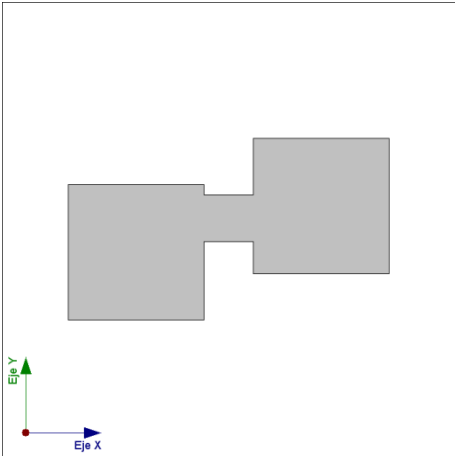
η : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) =5.00

-Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

-Direcciones de análisis:

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Impacto

El impacto desde el interior debe considerarse en todas las zonas cuyo uso suponga la circulación de vehículos.

Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes debidas al impacto de vehículos son de:

50 kN en la dirección paralela la vía

25 kN en la dirección perpendicular

no actuando simultáneamente y considerando que es una fuerza aplicada a 0,6 m de altura.

4.2 HIPÓTESIS DE CARGA

- G Peso propio
- U Sobrecarga de uso
- S Sismo
- V1 Viento X
- V2 Viento Y

4.3COMBINACIÓN DE ACCIONES

4.3.1CAPACIDAD PORTANTE

COMBINACIÓN DE ACCIONES

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

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

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

En los casos en los que la acción accidental sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad para las acciones y de los coeficientes de simultaneidad los obtenemos de las tablas 4.1 y 4.2 del 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

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 F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)	⁽¹⁾		
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	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.

COMBINACIÓN DE ACCIONES ELU

- Situación persistente o transitoria:

$$\begin{aligned} &(1,35 \times G) + (1,5 \times U) + (1,5 \times 0,6 \times V1) \\ &(1,35 \times G) + (1,5 \times U) + (1,5 \times 0,6 \times V2) \\ &(1,35 \times G) + (1,5 \times V1) + (1,5 \times 0,7 \times U) \\ &(1,35 \times G) + (1,5 \times V2) + (1,5 \times 0,7 \times U) \end{aligned}$$

- Situación accidental:

$$G + S + (0,6 \times U)$$

4.3.2APTITUD AL SERVICIO

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

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

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

COMBINACIÓN DE ACCIONES ELS

- G + U + (0,6 x V1)
- G + U + (0,6 x V2)
- G + V1 + (0,7 x U)
- G+ V2 + (0,7 x U)

4.4 COMPROBACIONES

4.4.1 MUROS DE HORMIGÓN ARMADO

Conocido el estado tensional, una vez calculados los esfuerzos y para cada combinación, se comprueban en cada cara de armado tanto en vertical como en horizontal las tensiones y deformaciones del hormigón y del acero para la armadura dispuesta en las tablas, aumentándose de forma secuencial hasta que algún armado cumpla para todas las combinaciones. Asimismo se comprueba en el sentido transversal, calculándose el refuerzo si es necesario. Este proceso se repite para cada uno de los lados de la pantalla o muro.

De acuerdo con la norma de aplicación se realizan las comprobaciones de cuantías mínimas y máximas, separaciones mínimas y máximas, así como las comprobaciones dimensionales de los lados (el ancho de un lado es superior a cinco veces su espesor).

4.4.2 FORJADOS RETICULARES

Armadura Base.Se distingue la zona macizada de la zona aligerada.

A. Armadura Base en Zona Maciza.se considera una armadura base formada por 2 redondos, según unas tablas, que se extiende de borde a borde de ábaco, distribuida entre los ejes de los nervios y que colabora siempre que se considere.

B. Armadura Base en Nervios. Se debe elegir y determinar en cada dirección. Se definen mediante unas tablas de armado, así como su combinación posible en los refuerzos adicionales a colocar en los nervios.

Armadura Longitudinal de Refuerzo. Previamente se deben agrupar las envolventes de los elementos adyacentes al nervio para el cálculo concentrado de la armadura en la posición del nervio. En cada nudo de la malla se conocen los momentos flectores en dos direcciones y el momento torsor. Aplicando el método de Wood, que considera el efecto de la torsión para obtener el momento de armado en cada dirección especificada, efectuándose un reparto transversal en cada nudo con sus adyacentes a izquierda y a derecha en una banda de un metro, sumándose en cada nudo los esfuerzos del nudo más los del reparto, a partir de los cuales se obtiene el área necesaria superior e inferior en cada dirección, que se especifica por metro de ancho al dividir por el tamaño de la malla o distancia entre nudos, para obtener un valor homogéneo y comparable en todos los nudos.

Se comprueba el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas, tanto superior, como inferior y total, así como las cuantías geométricas y mecánicas de la cara de tracción. También se comprueba que la armadura en una dirección sea un porcentaje de la otra, todo ello de acuerdo a las opciones activas.

Con todo ello se obtienen unas envolventes de cuantías y el área necesaria en cada dirección por metro de ancho y se calculan unos refuerzos longitudinales de acuerdo a las tablas de armado definidas. El punto de corte de las barras se realiza aumentando a dicha longitud la longitud neta reducida de anclaje según su posición (I ó II) y el decalaje de la ley en función del canto útil y según la normativa.

El cumplimiento de los diámetros máximos y separaciones se realiza por medio de las tablas de armado, en las que se especifican los diámetros y separaciones en función de un campo de variación de los cantos. La consideración de la torsión es opcional, aunque se aconseja que se considere siempre.

Armaduras predeterminadas: se define con este nombre a la posibilidad de introducir armaduras, ya sea superior, inferior y en cualquier dirección, de diámetro y longitud predeterminada por el usuario, y que se descontarán en su zona de influencia de la armadura de refuerzo a colocar. Resulta muy útil en zonas de concentración de esfuerzos ya conocidos, como la zona superior en soportes, permitiendo que el resto de la armadura sea más uniforme.

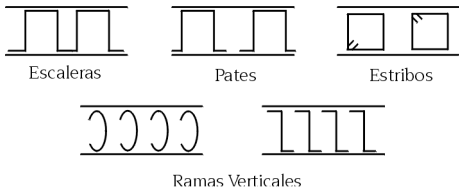
Armadura Transversal. En las zonas macizas (Ábacos) se realizan las siguientes comprobaciones:

A-Punzonamiento. En superficies paralelas a los bordes de apoyo, considerando como tales a los pilares, pantallas, muros, vigas y apoyos en muros, y situada a una distancia de medio canto útil (0.5 d), se verifica el cumplimiento de la tensión límite de punzonamiento, de acuerdo a la norma. No debe olvidarse que la comprobación de punzonamiento es una comprobación de tensiones tangenciales, que es lo que realiza el programa, obteniendo el valor de las tensiones tangenciales a partir de los cortantes en los nudos próximos, interpolando linealmente en los puntos de corte del perímetro de punzonamiento.

Si no se cumple, se debe aumentar el canto, el tamaño del apoyo o la resistencia del hormigón.

Si se supera la tensión límite sin armadura transversal, es necesario colocar armadura de refuerzo transversal, se indica el número y el diámetro del refuerzo a colocar como ramas verticales, a la separación necesaria en función del número de ramas colocadas en una cierta longitud.

En este caso, se deben disponer las ramas verticales en la forma constructiva que considere más adecuada a la obra, ya sea mediante pates, refuerzos en escalera, estribos, etc, de forma que su separación no supere 0.75 de canto útil o la sección equivalente, y dispuestas entre la armadura superior e inferior.



B-Cortante. A partir de la sección de comprobación a punzonamiento (0.5 d) y en superficies paralelas a una distancia de 0.75 d, se realiza la comprobación a cortante en toda la superficie de la losa, hasta encontrarse todas las superficies radiadas a partir de los bordes de apoyo. Si es necesario reforzar, se indica el número y el diámetro de los refuerzos a colocar con la misma tipología que lo indicado para el punzonamiento.

En los nervios de la zona aligerada se efectúa la comprobación a cortante en los nervios cada 0.75 d. Si es necesario reforzar, coloca ramas verticales del diámetro necesario a la separación y número que se dibuja en planos y por pantalla.

4.4.3 FORJADO DE PLACAS PREFABRICADAS ALIGERADAS

Proceso de cálculo utilizado. Conocido el momento positivo de cálculo Md máximo, se busca en la columna de flexión positiva del forjado, un valor superior al de cálculo. Paralelamente, y en función del ambiente definido para el paño, se busca en la columna de M. SER. (1, 2 ó 3) y con el valor del momento de servicio (obtenido con las combinaciones de desplazamientos), y se comparan, hasta que se encuentre un valor que cumpla. Se elige el tipo de placa que cumpla ambas condiciones. De la misma manera, y para la placa seleccionada por flexión y ambiente, se comprueba en la columna de cortante de flexión negativa y positiva del forjado si el cortante de cálculo es menor que el resistido por el forjado. Si no cumple se emite un aviso advirtiendo del hecho.

Las longitudes de las barras se determinan en función de la envolvente de momentos, y las longitudes mínimas establecidas. Las envolventes se obtienen de acuerdo a los esfuerzos actuantes, redistribución considerada y momentos mínimos aplicados.

Los forjados de placas prefabricadas aligeradas se construyen normalmente sin sopandas, por lo que el estado final de esfuerzos se compone de dos estados:

- 1. La placa sometida al peso propio del forjado p, obteniéndose una ley de esfuerzos isostática (M=pl²/8).
- 2. El forjado en continuidad sometido a la carga adicional posterior a la ejecución del forjado, formada por las cargas muertas y la sobrecarga de uso.

La superposición de ambos estados conduce a unos esfuerzos, que, en la mayoría de los casos, da mayores momentos positivos que negativos.

De forma orientativa, el valor del coeficiente de empotramiento a asignar a los paños, depende de la relación entre el peso propio del forjado y la carga total, supuesto un estado de cargas uniforme.

El valor del coeficiente de empotramiento sería:

coef.empot. = 1 - (p.propio forjado / carga total)

En cuanto a la obtención de la flecha, se calcula con las características mecánicas del forjado, y con las leyes de momentos del estado final promediado, del cual puede consultar los valores en función de los límites de flecha establecidos en las opciones para placas aligeradas.

4.4.4 ZAPATA CORRIDA BAJO MURO

Las cargas transmitidas se transportan al centro de la zapata obteniendo su resultante. Los esfuerzos transmitidos pueden ser:

- N: axil
- Mx: momento x
- My: momento y
- Qx: cortante x
- Qy: cortante y
- T: torsor

Los estados a comprobar son:

- Tensiones sobre el terreno
- Equilibrio
- Hormigón (flexión y cortante)

La comprobación consiste en verificar los aspectos normativos de la geometría y armado de una zapata.

Tensiones sobre el terreno

Se supone una ley de deformación plana para la zapata, por lo que se obtendrá en función de los esfuerzos unas leyes de tensiones sobre el terreno de forma trapecial. No se admiten tracciones, por lo que, cuando la resultante se salga del núcleo central, aparecerán zonas sin tensión.

La resultante debe quedar dentro de la zapata, pues si no es así no habría equilibrio. Se considera el peso propio de la zapata.

Se comprueba que:

- La tensión media no supere la del terreno.
- La tensión máxima en borde no supere en un % la media según el tipo de combinación:
 - gravitatoria: 25 %
 - con viento: 33 %
 - con sismo: 50 %

Estados de equilibrio

Aplicando las combinaciones de estado límite correspondientes, se comprueba que la resultante queda dentro de la zapata.El exceso respecto al coeficiente de seguridad se expresa mediante el concepto % de reserva de seguridad:

$$\left(\frac{0.5 \cdot \text{ancho zapata}}{\text{excentricidad resultante}} - 1\right) \cdot 100$$

Si es cero, el equilibrio es el estricto, y si es grande indica que se encuentra muy del lado de la seguridad respecto al equilibrio.

Estados de hormigón

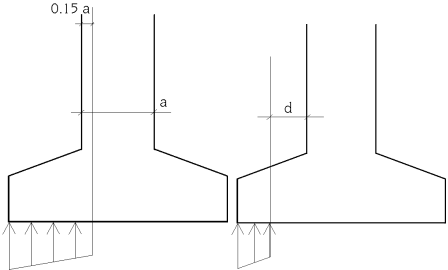
Se debe verificar la flexión de la zapata y las tensiones tangenciales.

Momentos flectores. Se comprueba con la sección de referencia situada a 0.15 la dimensión el muro hacia su interior.

Cortantes. La sección de referencia se sitúa a un canto útil de los bordes del soporte. Si hay varios podrían solaparse las secciones por proximidad.

Anclaje de las armaduras. Se comprueba el anclaje en sus extremos de las armaduras, colocando las patillas correspondientes en su caso, y según su posición.

Cantos mínimos. Se comprueba el canto mínimo que especifique la norma.



Separación de armaduras. Se comprueba las separaciones mínimas entre armaduras de la norma, que en caso de dimensionamiento se toma un mínimo práctico de 10 cm.

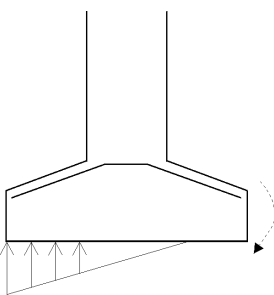
Cuantías mínimas y máximas. Se comprueba el cumplimiento de las cuantías mínimas, mecánicas y geométricas que especifique la norma.

Diámetros mínimos. Se comprueba que el diámetro sea al menos los mínimos de la norma.

Dimensionado. El dimensionado a flexión obliga a disponer cantos para que no sea necesaria armadura de compresión. El dimensionado a cortante, lo mismo, para no tener que colocar refuerzo transversal.

Comprobación a compresión oblicua. Se realiza en el borde de apoyo, no permitiendo superar la tensión en el hormigón por rotura a compresión oblicua. Dependiendo del tipo de soporte, se pondera el axil del soporte por 1.15

Cuando la ley de tensiones no ocupe toda la zapata, pueden aparecer tracciones en la cara superior por el peso de la zapata en voladizo, colocándose una armadura superior si fuese necesario.



4.5 RESULTADOS

El programa de cálculo utilizado CypeCad calcula los siguientes estados límite :

- E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08
- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C
- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

Tras la introducción de datos en el programa obtenemos las armaduras necesarias.

Las armaduras necesarias en los forjados se especifican en los planos correspondientes.

4.5.1 ARMADO DE MUROS

AULAS

ESFUERZOS POR HIPÓTESIS

Analizaremos el muro con mayores solicitaciones para el dimensionado de las armaduras MH46

Soporte	Planta	Hipótesis	Base			Cabeza		
			N(t)	Mx(t.m)	My(t.m)	N(t)	Mx(t.m)	My(t.m)
MH46	cubierta	Peso propio	19.87	0.83	-0.97	4.30	-1.85	-1.29
		Sobrecarga de uso	1.74	0.50	0.11	1.74	-0.92	-0.31
		Viento X	0.22	0.01	0.56	0.02	-0.00	0.02
		Viento Y	-0.12	0.00	2.26	-0.02	-0.00	-0.13
		Sismo	0.66	0.01	5.04	0.05	-0.01	-0.08
	sanitario	Peso propio	27.24	0.31	0.22	24.49	-1.14	-0.42
		Sobrecarga de uso	5.29	0.34	0.08	5.30	-1.25	0.09
		Viento X	0.27	0.01	0.55	0.24	0.01	0.60
		Viento Y	-0.09	0.00	2.21	-0.11	-0.00	2.06
		Sismo	0.96	0.06	4.90	0.79	0.01	4.79

LISTADO DE PAÑOS

Nombre	Descripción
FORJADO BASE LHC-20L/60	Placas prefabricadas + capa de compresión Canto total del forjado: 25 cm Canto de la placa:20cm Espesor de la capa de compresión: 5 cm Armadura capa de compresión: parrilla Ø5 20X20 Ancho de la placa: 600 mm Largo mínimo de la placa: 120 mm Entrega mínima: 7 cm Entrega máxima: 15 cm Entrega lateral: 5 cm Hormigón de la placa: HA-40, Yc=1.5 Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5 Acero de negativos: B 400 S, Ys=1.15 Peso propio: 0.33 t/m² Volumen de hormigón: 0.014 m³/m²
FORJADO CUBIERTA 80200512	ALSINA 20+5 NERVIO 12 SEP-NER 80 Casetón recuperable Peso propio: 0.305 t/m² Canto: 25 cm Capa de compresión: 5 cm Intereje: 80 cm Anchura del nervio: 12 cm

ARMADO DE MUROS

	MURO (longitud)	Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		F.C. (%)
				Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	
Aula A	MH35,MH36,MH37,MH38 (680 cm)	CUBIERTA	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
		SANITARIO	32.5	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	MH41, MH39 (120 cm)	CUBIERTA	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
		SANITARIO	40.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	MH40 (440 cm)	CUBIERTA	-	-	-	-	-	-
		SANITARIO	40.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
Aseo	MH42, MH43 (280 cm)	CUBIERTA	-	-	-	-	-	-
		SANITARIO	32.5	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
Aula B	MH44,MH45,MH46,MH47 (680 cm)	CUBIERTA	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
		SANITARIO	32.5	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	MH50,MH48 (120 cm)	CUBIERTA	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
		SANITARIO	40.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	MH49 (440 cm)	CUBIERTA	-	-	-	-	-	-
		SANITARIO	40.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

SALA PSICOMOTRICIDAD, COMEDOR, ADMINISTRACIÓN:

ESFUERZOS POR HIPÓTESIS

Analizaremos el muro con mayores solicitaciones para el dimensionado de las armaduras MH01

Soporte	Planta	Hipótesis	Base			Cabeza		
			N(t)	Mx(t.m)	My(t.m)	N(t)	Mx(t.m)	My(t.m)
MH46	cubierta	Peso propio	29.05	0.33	29.92	4.06	-1.97	5.68
		Sobrecarga de uso	0.9	0.12	-3.80	1.38	-0.76	1.23
		Viento X	1.58	0.03	1.75	0.17	-0.02	0.22
		Viento Y	0.05	0.00	3.26	0.00	0.00	-0.74
		Sismo	0.66	0.01	5.04	0.05	-0.01	-0.08
	sanitario	Peso propio	37.55	-0.07	24.65	31.05	0.25	27.53
		Sobrecarga de uso	1.22	-0.03	-3.41	1.04	0.13	-3.52
		Viento X	1.71	0.02	1.48	1.64	0.03	1.76
		Viento Y	0.01	0.00	3.74	0.02	-0.00	2.83
		Sismo	11.43	0.17	9.17	10.87	0.18	11.12

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

4.5.2CÁLCULO CIMENTACIÓN

CIMENTACIÓN AULAS

ZAPATA CORRIDA	GEOMETRÍA				ARMADO	
	Vuelo izquierda	Vuelo derecha	Ancho total	Canto	Inferior longitudinal	Inferior transversal
MH35, MH36, MH37, MH38, MH44, MH45, MH46, MH47	33	33	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH41, MH39, MH50, MH48	30	30	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH40, MH49	30	30	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH42, MH43	33	33	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm

CIMENTACIÓN AULA DE PSICOMOTRICIDAD

ZAPATA CORRIDA	GEOMETRÍA				ARMADO	
	Vuelo izquierda	Vuelo derecha	Ancho total	Canto	Inferior longitudinal	Inferior transversal
MH01, MH02, MH03, MH04	31	31	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH05	27	27	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH06	27	27	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH07	27	27	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm
MH08	27	27	100	50	4Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm

Nombre	Descripción
FORJADO BASE LHC-20L/60	Placas prefabricadas + capa de compresión Canto total del forjado: 25 cm Canto de la placa: 20cm Espesor de la capa de compresión: 5 cm Armadura capa de compresión: parrilla Ø5 20X20 Ancho de la placa: 600 mm Largo mínimo de la placa: 120 mm Entrega mínima: 7 cm Entrega máxima: 15 cm Entrega lateral: 5 cm Hormigón de la placa: HA-40, Yc=1.5 Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5 Acero de negativos: B 400 S, Ys=1.15 Peso propio: 0.33 t/m² Volumen de hormigón: 0.014 m³/m²
FORJADO CUBIERTA 80300512	ALSINA 30+5 NERVIO 12 SEP-NER 80 Casetón recuperable Peso propio: 0.412 t/m² Canto: 35 cm Capa de compresión: 5 cm Intereje: 80 cm Anchura del nervio: 12 cm

ARMADO DE MUROS

MURO (longitud)	Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		F.C. (%)
			Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	
MH01, MH02,MH03,MH04 (1180 cm)	CUBIERTA	30.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	SANITARIO	37.5	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
MH05 (350 cm)	CUBIERTA	30.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	SANITARIO	45.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
MH06 (270 cm)	CUBIERTA	30.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
	SANITARIO	45.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
MH08 (800 cm)	CUBIERTA	-	-	-	-	-	-
	SANITARIO	45.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0
MH07 (1180 cm)	CUBIERTA	-	-	-	-	-	-
	SANITARIO	45.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	100.0

5. PÉRGOLA DE MADERA

5.1 EVALUACIÓN DE CARGAS

ACCIONES PERMANENTES (G)

Peso propio vigas de madera (4KN/m³)	0,2 KN/m
Peso propio correas de madera (3,5 KN/m³)	0,16 KN/m
Panel sándwich	6 KN/m
Total	6, 36 KN/m

ACCIONES VARIABLES (Q)

Sobrecarga de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	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 ⁽²⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 2º	1 ^{(4) (6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Cubierta de madera 0,4KN/m²

Sobrecarga de nieve

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

qn = μ · Sk

μ = coeficiente de forma

msnm) Sk= valor característico de la carga de nieve= 0,2 kN/m², el edificio se encuentra en Sagunto (Zona 5, a 0

μ = 1,0, la inclinación de la cubierta es menor a 30º

Sobrecarga de viento

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:

qv = qb · ce · cp/s

Obtenemos como en el apartado 4.1:

- qv= 0,5 KN/m²
- F = k · ln (máx(z,Z)/L)

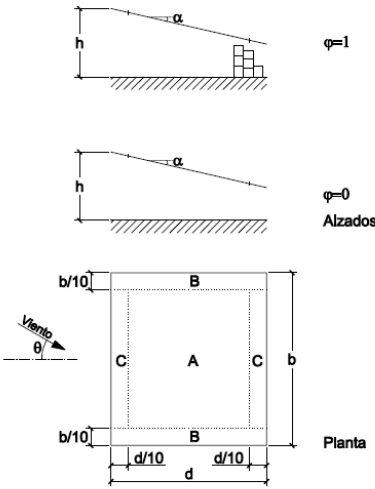
ce = F(F + 7k)

Z=3m

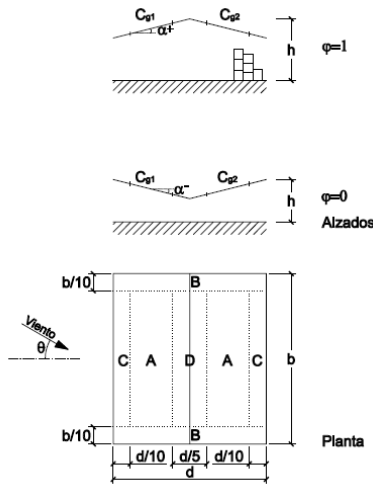
F = 0,19 · ln (3/0,05) = 0,779

ce = F(F + 7x0,19) =1,81

En la pérgola de madera habrá que calcular las presiones y succiones puesto que suponen una carga importante mediante los anejos D.10 y D.11.



Coeficientes de presión exterior					
C _{p,10}					
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0



Coeficientes de presión						
C _{p,10}						
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)			
			A	B	C	D
-20°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,8	1,6	0,6	1,7
	Arriba	0	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
-15°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,6	1,5	0,7	1,4
	Arriba	0	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,6	1,4	0,8	1,1
	Arriba	0	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
	Arriba	1	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,5	0,8	0,8
	Arriba	0	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,6	1,8	1,3	0,4
	Arriba	0	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
	Arriba	1	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
10°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,7	1,8	1,4	0,4
	Arriba	0	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Arriba	1	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8

El grado de obstrucción del flujo del viento por debajo de una marquesina se caracteriza mediante el factor de obstrucción, ϕ , definido como la relación entre el área obstruida y el área de la sección total bajo la marquesina.

Ambas áreas se consideran en un plano perpendicular a la dirección del viento.

- Los coeficientes de presión tienen en cuenta los efectos del viento actuando sobre ambas superficies, la superior y la inferior. Un valor negativo del coeficiente indica que la acción del viento tiende a levantar la marquesina, y un valor positivo lo contrario. Por regla general, a efectos del dimensionado de las marquesinas se deberán considerar ambas situaciones.

- Los coeficientes de presión representan la máxima presión localizada sobre un área de por lo menos 10 m². Los coeficientes de presión se podrán emplear en el dimensionado de los elementos de cobertura y de sus fijaciones.

- A efectos del dimensionado de la estructura, la resultante de la acción del viento se supondrá actuando a una distancia de $d/4$, medida desde el borde de barlovento.

- A sotavento del punto de máximo bloqueo, se emplearán los valores de los coeficientes de presión exterior correspondientes a un factor de obstrucción $\phi=0$.

5.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES

E.L.U. de rotura. Madera	CTE
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (?)		Coeficientes de combinación (?)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (?) _p	Acompañamiento (?) _a
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

Desplazamientos

Característica			
	Coeficientes parciales de seguridad (?)		
	Favorable	Desfavorable	
Carga permanente (G)	1.000	1.000	
Viento (Q)	0.000	1.000	

5.3 COMPROBACIONES

5.3.1 Agotamiento por esfuerzos normales de secciones sometidas a tensiones orientadas según las direcciones principales

Se estudia, según el CTE, el agotamiento de secciones sometidas a tensiones orientadas según las direcciones principales. Así, se comprueba la resistencia a tracción y compresión perpendicular y en paralelo a la fibra de la madera, teniendo en cuenta el área eficaz a compresión y la separación entre apoyos.

También se comprueba la resistencia a flexión simple y esviada

5.3.2Agotamiento por cortante

Para solicitaciones de cortante con una de las componentes paralela a la dirección de la fibra (corte

Paralelo), y para solicitaciones de cortante con ambas componentes perpendiculares ala dirección de la fibra (rodadura), debe cumplirse la condición de que el esfuerzo máximo soportado sea menor o igual que la resistencia de cálculo.

Si la pieza, además, está sometida a flexión, debe tenerse en cuenta la influencia de las fendas utilizando un ancho eficaz de la pieza

5.3.4 Agotamiento por torsión

Se comprueba la resistencia tangencial de la pieza aplicando un coeficiente de forma, que depende del tipo de sección (circular o rectangular) y sus dimensiones

5.3.5 Estabilidad de piezas

Además de las tensiones provocadas por la flexión debida a las cargas transversales deben tenerse en cuenta las tensiones de flexión provocadas por las imperfecciones geométricas de la pieza (combaduras), excentricidades inevitables de las cargas y uniones y desplazamientos inducidos. El cálculo de pandeo se hace en base al CTE

5.4 RESULTADOS DEL PROGRAMA

Para la comprobación del cumplimiento de las vigas y pilares de madera tanto en ELU como en ELS se han introducido los perfiles, previamente predimensionados, en el programa de cálculo CypeCad y se ha verificado que son válidos con las comprobaciones anteriores:

	Ancho (m)	Canto (m)	Largo (m)	Apoyo a partir de
PM01-PM02-PM03-PM04-PM05-PM06-PM07-PM08-PM09-PM10-PM11-PM12-PM13-PM14-PM15-PM16-PM17-PM24-PM25-PM26-PM27-PM28-PM20-PM30-PM31-PM32-PM33-PM34-PM35-PM36-PM37-PM38-PM39-PM40-PM41-PM42-PM43-PM44	0.30	0.15	2.90	-
PM18-PM19-PM20-PM21-PM22-PM23-PM45-PM46-PM47-PM48-PM49-PM50	0.30	0.15	3.40	-
VM02-VM03-VM04-VM05-VM13-VM14-VM15-VM16-VM19-VM20-VM26-VM27-VM34-VM35-VM42-VM43	0.30	0.15	2.40	2.40
VM01-VM06-VM12-VM17-VM18	0.30	0.15	8.25	2.25
VM07-VM11	0.30	0.15	8.25	6.00
VM08-VM09-VM10	0.30	0.15	6.00	6.00
VM21-VM24-VM29-VM32-VM37-VM40	0.30	0.15	7.65	4.65
VM25-VM28-VM33-VM36-VM41-VM44	0.30	0.15	7.65	2.40
VM45-VM46-VM47-VM48-VM49-VM50	0.40	0.15	10.5	10.5