

**Proyecto básico y de ejecución para la construcción de
espacios multiusos en Udabe (Navarra)**

Memoria.

Propiedad: Concejo de Udabe-Beramendi

Referencia: 145-23

Fecha: Septiembre de 2025

S E B A S T I Á N L Ó P E Z A Z N Á R E Z .

Ronda de Barañain 7, of. 14. 31010 Barañain (Navarra) sebastian@ezpela.es Tfno.848453868

índice

ÍNDICE 1

MEMORIA	5
1. AGENTES.	6
1.1. Propietario.	6
1.2. Autor.	6
2. ANTECEDENTES.	6
3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.	8
4. SUPERFICIES.	8
5. SITUACIÓN.	8
6. CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS DE LA PARCELA.	9
7. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA.	10
7.1. Movimiento de tierras.	10
7.2. Cimentación.	10
7.3. Estructura.	11
7.4. Cubierta.	11
7.5. Cerramientos.	11
7.6. Pintura.	11
7.7. Carpinterías.	12
7.8. Instalaciones.	12
8. SANEAMIENTO.	12
9. MEMORIA DESCRIPTIVA DE BAJA TENSIÓN.	13
9.1. Descripción del edificio.	13
9.2. Forma de suministro.	13
9.3. Caja general de protección y medida. Contador	13
9.4. Cuadro general de protección.	13
9.5. Instalación de puesta a tierra.	14
9.6. Instalación.	15
9.7. Relación de normas contempladas.	16

MEMORIA CTE	17
10. CTE DB SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL.	18
10.1. Bases de cálculo.	18
11. CTE DB SE AE. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN	20
11.1. Acciones permanentes.	20
11.2. Acciones variables.	20
11.3. Acciones accidentales.	21
12. CTE DB SE C. SEGURIDAD ESTRUCTURAL. CIMIENTOS.	21
12.1. Características del terreno de cimentación	21
12.2. Sistema de cimentación adoptado	22
13. CTE DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL. MADERA.	22
13.1. Bases de cálculo.	22
13.2. Clases de duración de acciones.	23
13.3. Durabilidad.	23
13.4. Cálculo.	24
14. CTE DB SE F. FÁBRICA.	42
15. CTE DB SE AE. ACERO.	42
16. CTE DB SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.	42
16.1. SI 1. Propagación interior.	42
16.2. SI 2. Propagación exterior.	44
16.3. SI 3. Evacuación.	44
16.4. SI 4. Instalaciones de protección contra incendios.	45
16.5. SI 5. Intervención de los bomberos.	45
16.6. SI 6. Resistencia al fuego de la estructura.	46
17. CTE DB SUA. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.	56
17.1. SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas.	56
17.2. SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.	58
17.3. SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento.	58
17.4. SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.	59
17.5. SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.	59
17.6. SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.	59
17.7. SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.	59
17.8. SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.	59
17.9. SUA 9. Accesibilidad.	60

18.	CTE DB SH. SALUBRIDAD.	61
18.1.	DB HS 1. Protección frente a la humedad.	61
18.2.	DB HS 2. Recogida y evacuación de residuos.	66
18.3.	DB HS 3. Calidad del aire interior.	66
18.4.	DB HS 4. Suministro de agua.	66
18.5.	DB HS 5. Evacuación de aguas.	66
18.6.	DB HS 6. Protección frente a la exposición al radón.	68
19.	CTE DB HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.	69
20.	CTE DB HE AHORRO DE ENERGÍA.	69
20.1.	Sección HE 0. Limitación del consumo energético.	69
20.2.	Sección HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética.	69
20.3.	Sección HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.	69
20.4.	Sección HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.	69
20.5.	Sección HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS.	71
20.6.	Sección HE 5. Generación mínima de energía eléctrica.	71
20.7.	Sección HE 6. Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.	71
	CUMPLIMIENTO DE OTRA NORMATIVA.	72
22.	CÓDIGO ESTRUCTURAL.	73
22.1.	Bases generales.	73
22.2.	Estructuras de hormigón.	75
22.3.	Estructuras de acero.	88
23.	CONCLUSIÓN	89

memoria

1. AGENTES.

1.1. Propietario.

El presente proyecto básico y de ejecución resulta del encargo realizado por el concejo de Udabe-Beramendi, con domicilio en la calle de San Miguel de Jauntsarats (Navarra)

1.2. Autor.

Sebastián López Aznárez	Arquitecto
Domicilio:	Ronda de Barañain 7, oficina 14
	31010 Barañain (Navarra)
	Tfno. 848453868
	e-mail: sebastian@ezpela.es

2. ANTECEDENTES.

El concejo formado por los pueblos de Udabe y Beramendi cuenta con una población total de 85 habitantes, de los cuales 53 se encuentran censados en Udabe.

Además de esta población censada y residente en Udabe de manera permanente, existe una población flotante formada por las personas residentes en núcleos de población de mayor entidad y con raíces en el pueblo que retornan tanto los fines de semana como en los periodos de vacaciones. Las razones para que estas personas establezcan su residencia fuera del concejo son las habituales: motivos laborales, de acceso a servicios o por dependencia.

Además, existe un tercer grupo que son las personas que visitan y pernoctan en los establecimientos de turismo rural. En la actualidad existen dos en Udabe, si bien la tendencia general en los últimos años es creciente.

En ambos casos, tanto en Udabe como en Beramendi, toda esta población carece de un espacio cubierto en el que puedan realizar actividades lúdicas, culturales, reuniones vecinales, fiestas populares o que se configure como un espacio de juegos para los niños o de reunión para las personas mayores.

En estos momentos, y desde hace mucho tiempo, es necesario recurrir a la instalación de carpas de manera puntual para albergar estas reuniones.

Por lo tanto, es evidente la necesidad de un espacio cubierto y protegido que permita la realización de este tipo de actividades para las cuales no existe, esto condiciona de manera significativa el número de las mismas y limitando de esta manera la convivencia entre los habitantes de los pueblos.

Los usuarios potenciales son el 100 % de la población, tanto de la residente como de la flotante, pues el destino de estas instalaciones es la celebración de actividades comunitarias, pudiendo destinarse tanto a la realización de espectáculos, comidas, celebraciones, fiestas populares o al juego de los niños o punto de reunión de las personas mayores.

Este espacio podría utilizarse tanto de manera puntual, para la celebración de actos sociales, actividades culturales o de otro tipo de acontecimientos, como de manera diaria y habitual, tanto por las personas mayores como de niños o jóvenes.

De esta manera este elemento se conformaría como punto de reunión y juego y en definitiva de convivencia de la población.

Esta instalación cubrirá una carencia estructural y el concejo estima que con esta dotación se resolvería definitivamente.

Por todos estos motivos el Concejo de Udabe-Beramendi, tomó la decisión de dotar a ambos pueblos de un espacio cuyas características se definen en este proyecto.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.

Se plantea la construcción de un espacio cubierto con la estructura de un frontón cubierto, pero sin las dimensiones ni entidad propias de éstos, pero que pueda servir como lugar de reunión y celebración de actos públicos.

El edificio posee la configuración de un frontón, con dos paredes: el frontis de 7,65 m y la pared izquierda de 14,35 m quedando los otros dos lados abiertos.

Cuenta con una cubierta a cuatro aguas que se apoya en las paredes y en los pilares situados a lo largo del límite derecho, arrancando desde una cota de 6 m sobre el pavimento del espacio.

Está orientado longitudinalmente según un eje SE-NO, estando el frontis situado en la dirección NO.

Por el lado derecho se sitúa un local, que se ha recuperado recientemente para uso comunitario. Este local tiene unas dimensiones aproximadas 10 m de longitud y 4,80 m de anchura y posee la misma orientación que el espacio que se pretende construir.

Es de menor altura y la situación del frontón respecto de este local hace que la esquina norte (entre el frontis y el lado derecho del frontón) no esté protegida del viento dominante del norte. Por ello se ha previsto la realización de un cerramiento que dé continuidad a este espacio y se una con la prolongación del frontis.

La cubierta de esta extensión del frontón se ha previsto como continuidad del faldón orientado al NE del local por lo que ambos edificios pasan a ser un conjunto.

4. SUPERFICIES.

El espacio multiusos tiene una superficie útil cubierta de 122,75 m² y una superficie construida, considerando en ella tanto la cubierta como las zonas de actuación descubiertas, 191,92 m².

5. SITUACIÓN.

El local se sitúa en una zona de uso público, la calle Virgen del Rosario, que se delimitó mediante un estudio de detalle aprobado definitivamente en sesión celebrada el 28 de mayo de 2025 y publicado en el BON 122 de 19 de junio de 2025.

6. CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS DE LA PARCELA.

El suelo sobre el que se pretende levantar la dotación tiene la Clasificación de suelo urbano y se sitúa dentro de la unidad ordenada U.O.1, según se refleja en el plano 28.2 del Plan Municipal de Basaburua “Clasificación del Suelo. Unidades Ordenadas”



Dado que el Plan Municipal no establecía alineaciones en esta zona, pues se trata de un suelo público, y tampoco se incluye dentro de ninguna unidad de gestión, como se refleja en el plano 28.3 del Plan, se redactó un estudio de detalle que delimitaba el ámbito en el que se situará la edificación y cuyo plano de ordenación se recoge a continuación.



7. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA.

7.1. Movimiento de tierras.

Se ha previsto el vaciado y explanación de la zona por medios mecánicos y la apertura de zanjas de cimentación y pozos para las zapatas.

7.2. Cimentación.

Se ha realizado un estudio geotécnico y se ha constatado la presencia roca muy superficialmente. En el estudio geotécnico se describen dos niveles geotécnicos:

Los niveles geotécnicos definidos en base a los horizontes litológicos observados son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0**, rellenos antrópicos y tierra vegetal, formados por arcilla arenosa con fragmentos cerámicos, uralita, plásticos y fragmentos rocosos angulosos de tamaño cm-dm. El espesor observado en la cata es de 0,30 metros, interpretándose mediante los ensayos de penetración hasta 0,20 metros de profundidad.

Este material no se deberá utilizar, en ningún caso, como material de apoyo de la cimentación, debiendo ser atravesado o eliminado previamente.

- **Nivel geotécnico I**, margas, calizas y areniscas poco alteradas y sanas, interpretadas como el perfil de alteración del sustrato rocoso hacia el sustrato rocoso poco alterado y sano, formado en la zona de estudio por una alternancia de margas, areniscas calcáreas y calizas que se integran en el “flysch surpirenaico”, de edad Cretácico Superior. Material observado en la calicata a partir de 0,30 metros de profundidad, si bien el buzamiento que presenta la roca, hacia el este, hace que la profundidad de aparición de la misma pueda variar ligeramente en distintas zonas de la parcela. Mediante los ensayos de penetración dinámica realizados se interpreta este nivel a las cotas de aparición de las cargas de 3,00 kg/cm², a partir de 0,20 metros en ambos ensayos, alcanzándose los rechazos a 0,60 y 1,00 metros de profundidad (P1 y P2, respectivamente), donde ya se interpreta como el sustrato rocoso poco alterado y sano.

Se ha previsto la creación del muro de contención para salvar el desnivel entre el terreno y el suelo interior que en su punto más desfavorable presentará una contención de unos 180 cm, y que se escalonará en el desarrollo de la pared izquierda desde el frontis hacia el fondo del frontón para llegar a la cota de la plaza en este límite.

Este muro estaría impermeabilizado con una pintura bituminosa y con un sistema de drenaje formado por una lámina con tetones, un tubo de PVC y grava para garantizar la evacuación del agua.

La cimentación prevista son zapatas corridas bajo los muros del frontis y pared izquierda y aisladas bajo los pilares. Todos estos elementos se empotrarán en el sustrato de roca y el coeficiente de trabajo previsto es de 3 kg/cm² (0,3 MPa).

En las zonas en las que se linda con el edificio ya existente se ha previsto llevar a cabo un refuerzo de la parte de la pared en la que se actúa. Se ha previsto porque, si bien la cota a la que se accede a estos locales coincide con la cota inferior del espacio que se crea, la experiencia dice que las cimentaciones de estas construcciones son muy superficiales y es probable que haya que llevar a cabo este recalce para no afectar a la construcción. El recalce se ha previsto unos 30 cm sobre el nivel del pavimento, para que, si se estima oportuno, se puedan disponer unos tablonos de madera sobre él y se configure un banco.

7.3. Estructura.

La estructura se ha previsto con pilares de hormigón incluidos dentro del muro de cierre o vistos circulares en la zona abierta. Esta estructura llegará hasta el apoyo de la estructura de la cubierta, que la he previsto de madera.

Los cabios de madera aserrada de abeto y las vigas principales de madera laminada.

7.4. Cubierta.

Sobre la estructura de madera se dispondrá un entarimado de abeto y sobre éste un doble enrastrelado y una lámina impermeabilizante y transpirable.

El material de cobertura será teja cerámica mixta y los faldones se rematarán en canalones de chapa prelacada que recogerán el agua y la conducirán hasta el suelo. Dado que no existe red de recogida de aguas pluviales, éstas se verterán directamente al terreno o a la cuneta que separa el espacio del camino.

7.5. Cerramientos.

Las paredes se han previsto de muro de bloque de hormigón revocado por ambas caras y reforzado el revoco con malla de fibra de vidrio para evitar fisuraciones y mejorar la resistencia del muro.

7.6. Pintura.

Las paredes revocadas se pintarán con pintura plástica para exteriores y se barnizará la madera. Así mismo, se procederá al marcado de unas líneas de juego para el frontón, tanto en el suelo como en las paredes.

7.7. Carpinterías.

En el cerramiento de la esquina norte se ha previsto la instalación de unos ventanales fijos traslúcidos que estarán formados por bastidores de madera y elementos fijos de policarbonato resistente al impacto.

7.8. Instalaciones.

El edificio cuenta con evacuación de las aguas pluviales, que se realizará mediante las bajantes directamente al terreno, suministro de energía eléctrica para el abastecimiento de corriente a la instalación de iluminación, que se graduará en dos niveles:

- Un nivel de iluminación inferior, ambiental y que se activará con el resto de la iluminación del pueblo.
- Un nivel más elevado que entrará en funcionamiento cuando se desarrollen actividades en el mismo.

8. SANEAMIENTO.

Todas las evacuaciones de cubierta se proyectan en chapa de acero prelacada cuando los tramos sean vistos y si se trata de tramos enterrados serán PVC rígido.

Las aguas pluviales de la cubierta se recogerán por medio de canalones que recorren el perímetro del tejado, con ligeras pendientes del 1 % de las mencionadas vertiendo sobre las correspondientes bajantes.

Entre la zona ocupada por el espacio multitosos y el caminto situado al sureste, se realizará una cuneta de hormigón in situ que canalice las aguas procedentes de la pista hasta el sumidero de recogida situado en el encuentro con la carretera.

9. MEMORIA DESCRIPTIVA DE BAJA TENSIÓN.

9.1. Descripción del edificio.

Se trata de la construcción de un edificio abierto de una única planta. La superficie construida es de 131,81 m² y el uso al que se destina es el de pública concurrencia.

Se trata de una edificación abierta y el espacio que se define no se puede clasificar como "local de características especiales" según los criterios recogidos en el artículo 11 del REBT.

9.2. Forma de suministro.

La tensión nominal disponible entre fases será de 230 V, "tensión usual" según el artículo 4 del REBT, y el suministro será normal ya que será efectuado por una sola empresa distribuidora y con un solo punto de entrega de la energía, según el artículo 10 A).

Empresa Suministradora: IBERDROLA, S.A.

Dado que se trata de una construcción de carácter público, con la misma titularidad que el local existente, no se realizará una nueva acometida, si no que se comprobará la suficiencia de la existente para alimentar los servicios de dicho local y se modificará el cuadro para, a partir de él, dar servicio al frontón.

9.3. Caja general de protección y medida. Contador

Como se ha mencionado, no se ejecutará una nueva acometida, por lo que no se ha previsto la instalación de una nueva caja de protección y medida y tampoco se instalará un nuevo contador.

9.4. Cuadro general de protección.

Se modificará el cuadro existente en el local para instalar los magnetotérmicos necesarios para dar servicio a los circuitos de alumbrado.

9.5. Instalación de puesta a tierra.

Se estará a lo dispuesto en la ITC BT 18.

En la cimentación se instalará un cable de cobre desnudo de 35 mm², formando un anillo cerrado que comprende a todo su perímetro. La profundidad del mismo se situará sobre terrenos de baja resistividad.

A este conductor se conectarán los hierros de la estructura considerados como principales.

Dispondrá de una pica de tierra específica, unida al anillo fundamental con cable de cobre desnudo de 1x35 mm², como mínimo en las esquinas opuestas de la cimentación.

Con el fin de mejorar en lo posible la resistencia a tierra, prevemos la instalación de 3 pica de tierra de 2 m de longitud y 14,6 mm de $\varnothing$, de acero cobreado, conectada al citado anillo.

Todas las uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica tipo Caldweld.

Para la medición y control del sistema general de tierras, se dispondrá de una caja de seccionamiento situada junto al armario del contador.

9.6. Instalación.

De acuerdo con la dotación de alumbrado del frontón se han definido dos circuitos de alumbrado:

- El alumbrado general, de carácter ambiental y que se activará de manera coordinada con el alumbrado del resto del pueblo.
- El alumbrado específico que se conectará en los momentos en los que se realicen actividades en el local.

Cada uno de ellos dispondrá, a lo largo de su recorrido, de cajas de registro empotradas de material aislante, en número suficiente para garantizar la posibilidad de revisiones posteriores, sirviendo a su vez para realizar las derivaciones mediante regletas de conexión aisladas.

Se instalará un temporizador controlado por monedas o fichas específico para aquellas situaciones donde se requiere un control de la activación y del uso de equipos externos, como en este caso son los equipos de iluminación. El equipo contará con una carcasa metálica, será apto para exteriores y su alimentación será de 230 V.

Tipo de conductor e instalación.

Los conductores serán de aislamiento de PVC de 750V de tensión de aislamiento, flexibles, y de la sección indicada en los planos que adjuntamos.

El conductor de protección será de la misma sección que el empleado para los conductores activos.

Los cables irán protegidos bajo tubos flexibles de PVC y empotrados. Los tubos se colocarán siguiendo preferentemente líneas horizontales y verticales. A ser posible los recorridos horizontales irán a 50 cm del suelo o techo y los verticales a 20 cm de los ángulos de esquinas y puertas.

Se emplearán tubos de $\varnothing$ mínimo 13 mm y ninguna de sus curvas tendrá un radio menor de 75 mm. Se dispondrán los correspondientes registros en tramos rectos. Estos no estarán separados más de 15 m y el número de curvas entre ellos no será superior a 3. Los registros podrán servir al mismo tiempo como caja de derivación. Estas serán aislantes y como mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm de $\varnothing$ o lado. Los empalmes se harán por medio de bornas, regletas o conos de presión exclusivamente, quedando expresamente prohibido cualquier otro sistema.

La instalación de los tubos se hará después de terminados los trabajos de construcción y enfoscado de paredes y techos. La dimensión de las rozas será suficiente para que los tubos queden cubiertos por una capa de 1 cm de espesor como mínimo.

Se tendrá especial cuidado en la colocación de los tubos para que nunca queden junto a las canalizaciones de calefacción o de conducciones de agua.

Para los colores de los conductores se estará a lo dispuesto en la Instrucción MI-BT-023, apartado 6.3. y en nuestro caso concreto será:

Fase 1	= MARRON.
Neutro	= AZUL CLARO.
Protección	= AMARILLO-VERDE.

9.7. Relación de normas contempladas.

Para la confección del presente Proyecto, se han recurrido a las siguientes Normas:

- REBT e instrucciones complementarias.
- Normas Particulares de IBERDROLA, S.A.
- Normas IEB-39 de las Normas Tecnológicas de Edificación.
- Normas dictadas por el Ministerio de Industria y Energía de Navarra.

memoria CTE

10. CTE DB SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

El edificio que se describe en el presente proyecto básico y de ejecución se trata de una construcción abierta, una sola planta y destinada a uso de pública concurrencia.

La estructura vertical está formada por pilares de hormigón armado exentos o embutidos en los muros que se apoyarán en vigas de cimentación corridas o aisladas, también de hormigón armado.

La cubierta se resolverá con estructura de madera aserrada o laminada, que descansará sobre los muros y los pilares de la estructura de hormigón.

10.1. Bases de cálculo.

Período de servicio.

El período de servicio del edificio será de 50 años.

Simplificaciones.

Se han llevado a cabo los cálculos analizando los elementos estructurales de acuerdo con su forma de trabajo y la unión entre cada uno de ellos. Así se ha desarrollado el cálculo de la estructura de madera apoyada sobre las paredes, transmitiendo a ésta esfuerzos axiales de dirección vertical.

Características mecánicas.

Los materiales utilizados y sus resistencias características son los siguientes:

Material	Denominación	Resistencia
Madera maciza	C 24	24 N/mm ²
Madera laminada	GL 24 h	24 N/mm ²
Acero	B 500 S	50 N/mm ²
Hormigón	HA-25/B/20/XC2	25 N/mm ²

Acciones consideradas, combinación y coeficientes de seguridad.

Las acciones consideradas, sus combinaciones y coeficientes de seguridad aplicados quedan recogidas en las siguientes tablas.

☐ Acciones consideradas.

Las acciones consideradas se especifican en su clasificación y cuantificación en el capítulo siguiente en el que se justifica el DB SE AE.

☐ Combinación de acciones.

Combinación de acciones correspondientes a situación persistente o transitoria.

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

☐ Coeficientes de seguridad.

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 o del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	
		Desestabilizadora	Estabilizadora
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio o del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	

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

□ Coeficientes de simultaneidad.

Tabla 4.2. Coeficientes de simultaneidad Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2

	Ψ_0 Combinación	Ψ_1 Frecuente	Ψ_2 Casi permanente
Sobre carga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
Zonas residenciales (Categoría A)	0,70	0,50	0,30
Zonas administrativas (Categoría B)	0,70	0,50	0,30
Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,70	0,70	0,60
Zonas comerciales (Categoría D)	0,70	0,70	0,60
Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,70	0,70	0,60
Cubiertas transitables (Categoría F)	(1)		
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0,00	0,00	0,00
Nieve			
Para altitudes > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Para altitudes ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Viento	0,60	0,50	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00
Acciones variables del terreno	0,70	0,70	0,70

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

Modalidad de control.

El control de la estructura será Normal.

11. CTE DB SE AE. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

11.1. Acciones permanentes.

	Peso propio	Total
Cubierta	Total	0,75 kN/m²
	Teja	0,44 kN/m²
	Enrastrelado	0,02 kN/m²
	Tarima (2cm)	0,08 kN/m²
	Cabios (16x12/60)	0,16 kN/m²
	Vigas (24x20/350)	0,05 kN/m²

11.2. Acciones variables.

	Uso	Viento	Nieve
CUBIERTA	Subcategoría G1	1,00 kN/m ²	0,55 kN/m ²
Cubierta		$q_n = \mu \cdot s_k$	0,50 kN/m ²
			$s_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$
			$\mu = 1$

11.3. Acciones accidentales.

Sismo	Según NCSR 02
Incendio	Según BD SI
Impacto	No prevista por la normativa municipal ni previsible por el uso del edificio

12. CTE DB SE C. SEGURIDAD ESTRUCTURAL. CIMIENTOS.

12.1. Características del terreno de cimentación

GEEA, Estudios Geológicos, ya realizado un estudio geotécnico en el que se señala:

Los niveles geotécnicos definidos en base a los horizontes litológicos observados son los siguientes:

- Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos y tierra vegetal, formados por arcilla arenosa con fragmentos cerámicos, uralita, plásticos y fragmentos rocosos angulosos de tamaño cm-dm. El espesor observado en la cata es de 0,30 metros, interpretándose mediante los ensayos de penetración hasta 0,20 metros de profundidad.*

Este material no se deberá utilizar, en ningún caso, como material de apoyo de la cimentación, debiendo ser atravesado o eliminado previamente.

- Nivel geotécnico I, margas, calizas y areniscas poco alteradas y sanas, interpretadas como el perfil de alteración del sustrato rocoso hacia el sustrato rocoso poco alterado y sano, formado en la zona de estudio por una alternancia de margas, areniscas calcáreas y calizas que se integran en el “flysch surpirenaico”, de edad Cretácico Superior. Material observado en la calicata a partir de 0,30 metros de profundidad, si bien el buzamiento que presenta la roca, hacia el este, hace que la profundidad de aparición de la misma pueda variar ligeramente en distintas zonas de la parcela. Mediante los ensayos de penetración dinámica realizados se interpreta este nivel a las cotas de aparición de las cargas de 3,00 kg/cm², a partir de 0,20 metros en ambos ensayos, alcanzándose los rechazos a 0,60 y 1,00 metros de profundidad (P1 y P2, respectivamente), donde ya se interpreta como el sustrato rocoso poco alterado y sano.*

La analítica realizada del contenido en sulfatos de las muestras de suelo ensayadas, clasifica a los suelos como no agresivos al hormigón.

12.2. Sistema de cimentación adoptado

En el mencionado estudio geotécnico se plantea como solución de cimentación

A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos, se considera como opción de cimentación más conveniente la ejecución de una cimentación superficial mediante zapatas aisladas y o corridas, arriostradas o no, apoyadas en el sustrato rocoso poco alterado y sano (NG I), a partir de 0,30 metros de profundidad, con una carga de trabajo no superior a 3,00 kg/cm². Si se alcanza roca sana se podría cimentar a 4,00 kg/cm² a partir de la profundidad de los rechazos de los ensayos de penetración dinámica.

Se ha optado por una cimentación superficial mediante zapatas corridas bajo los muros y aisladas en los pilares, con una presión de diseño del terreno de 0,3 Mpa.

13. CTE DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL. MADERA.

El diseño y cálculo de la estructura de la cubierta se han realizado siguiendo lo establecido en el DB.

13.1. Bases de cálculo.

El material utilizado en la construcción de la estructura será madera laminada de abeto GL 24 h y madera aserrada de abeto clase C 24.

Madera laminada.

□ Resistencia característica.

La resistencia característica de la madera utilizada será 24 N/mm².

□ Factores de corrección de la resistencia.

Para madera laminada encolada y canto inferior a 600 mm, el factor de altura será:

$$k_h = (600 / h)^{0,1} \leq 1,1$$

Madera aserrada.

☐ *Resistencia característica.*

La resistencia característica de la madera utilizada será 24 N/mm².

☐ *Factores de corrección de la resistencia.*

Para madera aserrada con sección rectangular y canto $h < 150$ mm, el factor de altura será:

$$k_h = (150 / h)^{0,2} \leq 1,3$$

13.2. Clases de duración de acciones.

En las hipótesis de cálculo se han respetado los criterios de clasificación de las acciones recogidos en la tabla 2.2.

☐ *Clases de servicio.*

De acuerdo con lo señalado en el punto 2.2.2 tendremos una única clase de servicio, según la ubicación de la estructura:

- Clase 2: en la cubierta.

13.3. Durabilidad.

La durabilidad de los elementos estructurales de madera se deberá garantizar mediante el tratamiento adecuado que, en este caso, atendiendo a lo señalado en el punto 3.2.1.2 la estructura está expuesta a un único nivel de riesgo biológico:

- **Clase de riesgo 2:** el elemento estructural está bajo cubierta y protegido de la intemperie, pero se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad mayor que el 20 % en parte o en la totalidad del elemento estructural (aleros, cubierta de la galería y vuelo del balcón).

De acuerdo con lo señalado en la tabla 3.1 toda la estructura, independientemente de la clase de riesgo que se da en este caso, necesita una protección superficial en todas sus caras. La **Protección superficial:** es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de 3 mm, siendo como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie tratada. Se corresponde con la clase de penetración P2 de la norma UNE EN 351-1.

En cuanto a la protección frente a agentes meteorológicos el diseño de la cubierta garantiza una protección de los elementos estructurales de madera, evitando la retención de agua, y minimiza la acción de los agentes meteorológicos.

13.4. Cálculo.

En las siguientes tablas se recogen las justificaciones de los cálculos de flecha y resistencia realizados en los elementos estructurales de cubierta más desfavorables en cuanto a sus condiciones de trabajo.

- *Cabio de cubierta con vuelo C10. Faldones NO y SE.*

CABIOS DE CUBIERTA C10 CON VUELO DE ABETO. Faldones este y oeste (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente	43%		$\alpha = 23,27$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	3.650	L _{incl} (mm)	3.973	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	940	L _{incl} (mm)	1.023	0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Quasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	6,08E-01 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01 N/mm
	Viento	3,62E-01 N/mm
Momento flector	M =	3,31E+06 N·mm
Módulo resistente	W =	5,12E+05 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,00
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,30
Clase resistente	C 24	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 11,08 N/mm ²

TENSION	M/W =	6,46 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,58 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	6,08E-01 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01 N/mm
	Viento	3,62E-01 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2 + M _v /L=	4.603,65 N
Cortante en apoyo sin vuelo	Q=q·L/2 - M _v /L=	4.074,87 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,00
Clase resistente	C 24	F _{vk} = 4,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,85 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,36 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,19 < 1

DEFORMACION			
Momento de inercia	$I =$	4,10E+07	mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,10E+04	N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02	N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6	
Comprobación de la integridad			
$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acción variable determinante:	Permanentes	3,56E-01 N/mm ²
	Acciones en combinación	Mantenimiento	6,00E-01 N/mm
		Nieve	2,10E-01 N/mm
		Viento	2,41E-01 N/mm
Momento flector en el apoyo			2,13E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			13,24 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_1 =$	-6,08	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	-168
Flecha (en el vano)	$U_1 =$	6,34	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	627
Comprobación de confort			
$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables corta duración	Nieve	3,00E-01 N/mm
		Viento	4,02E-01 N/mm
Momento flector			1,06E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 350
Fecha máxima admisible			11,35 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_2 =$	-3,57	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	-1.114
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	3,89	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	1.022
Comprobación de apariencia			
$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables casi permanentes:	Permanentes	6,08E-01 N/mm ²
		Nieve	9,00E-02 N/mm
		Viento	0,00E+00 N/mm
		Mantenimiento	0,00E+00 N/mm
Momento flector			1,06E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			13,24 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_4 =$	-3,54	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	-1.122
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	3,86	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/	1.029
Comprobación de fluencia			
Acciones consideradas:	Permanentes	6,08E-01	N/mm ²
Momento flector		6,71E+04	Nmm
Deformación inicial	$\delta_{ini} =$	0,01	mm
Deformación final	$\delta_{fin} =$	0,02	mm

□ Cambio de cubierta con vuelo C17. Faldones NE y SO.

CABIOS DE CUBIERTA C17 CON VUELO DE ABETO. Faldones este y oeste (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente		40%	$\alpha = 21,80$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.200	L _{incl} (mm) 4.524		
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	1.150	L _{incl} (mm) 1.239		0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$		
	Permanentes	6,08E-01	N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01	N/mm
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01	N/mm
	Viento	3,62E-01	N/mm
Momento flector	M =	4,23E+06	N·mm
Módulo resistente	W =	5,12E+05	mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,00	
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60	
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,30	
Clase resistente	C 24	F _{mk} =	24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} =	11,08 N/mm ²
TENSION	M/W =	8,27 N/mm²	
Comprobación	i_{m,d} =	0,75 < 1	

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$		
Acciones consideradas	Permanentes	6,08E-01	N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01	N/mm
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01	N/mm
	Viento	3,62E-01	N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2 + M _v /L=	5.284,28	N
Cortante en apoyo sin vuelo	Q=q·L/2 - M _v /L=	4.596,49	N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60	
Coeficiente de altura	K _h =	1,00	
Clase resistente	C 24	F _{vk} =	4,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} =	1,85 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,41 N/mm²	
Comprobación	i_{v,d} =	0,22 < 1	

DEFORMACION			
Momento de inercia	$I =$	4,10E+07	mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,10E+04	N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02	N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6	
Comprobación de la integridad			
$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acción variable determinante:	Permanentes	3,56E-01 N/mm ²
	Acciones en combinación	Mantenimiento	6,00E-01 N/mm
		Nieve	2,10E-01 N/mm
		Viento	2,41E-01 N/mm
Momento flector en el apoyo			2,73E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			15,08 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_1 =$	-11,09	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -112	
Flecha (en el vano)	$U_1 =$	10,72	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 422	
Comprobación de confort			
$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables corta duración	Nieve	3,00E-01 N/mm
		Viento	4,02E-01 N/mm
Momento flector			1,36E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 350
Fecha máxima admisible			12,92 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_2 =$	-6,34	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -713	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	6,43	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 703	
Comprobación de apariencia			
$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables casi permanentes:	Permanentes	6,08E-01 N/mm ²
		Nieve	9,00E-02 N/mm
		Viento	0,00E+00 N/mm
		Mantenimiento	0,00E+00 N/mm
Momento flector			1,35E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			15,08 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_4 =$	-6,30	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -718	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	6,39	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 708	
Comprobación de fluencia			
Acciones consideradas:	Permanentes	6,08E-01	N/mm ²
Momento flector		1,00E+05	Nmm
Deformación inicial	$\delta_{ini} =$	0,03	mm
Deformación final	$\delta_{fin} =$	0,05	mm

CABIOS DE CUBIERTA C18 CON VUELO DE ABETO. Porche (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente		40%	$\alpha = 21,80$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	3.300	L _{incl} (mm) 3.554		
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	950	L _{incl} (mm) 1.023		0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$		
	Permanentes	6,08E-01 N/mm	
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01 N/mm	
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01 N/mm	
	Viento	3,62E-01 N/mm	
Momento flector	M =	2,56E+06 N·mm	
Módulo resistente	W =	5,12E+05 mm ³	
Coeficiente de altura	K _h =	1,00	
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60	
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,30	
Clase resistente	C 24	F _{mk} =	24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} =	11,08 N/mm ²
TENSION	M/W =	5,00 N/mm²	
Comprobación	i_{m,d} =	0,45 < 1	

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$		
Acciones consideradas	Permanentes	6,08E-01 N/mm	
Acción variable determinante:	Mantenimiento	9,00E-01 N/mm	
Acciones en combinación	Nieve	3,15E-01 N/mm	
	Viento	3,62E-01 N/mm	
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2 + M _v /L=	4.180,42 N	
Cortante en apoyo sin vuelo	Q=q·L/2 - M _v /L=	3.583,04 N	
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60	
Coeficiente de altura	K _h =	1,00	
Clase resistente	C 24	F _{vk} =	4,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} =	1,85 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,33 N/mm²	
Comprobación	i_{v,d} =	0,18 < 1	

DEFORMACION			
Momento de inercia	$I =$	4,10E+07	mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,10E+04	N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02	N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6	
Comprobación de la integridad			
$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acción variable determinante:	Permanentes	3,56E-01 N/mm ²
	Acciones en combinación	Mantenimiento	6,00E-01 N/mm
		Nieve	2,10E-01 N/mm
		Viento	2,41E-01 N/mm
Momento flector en el apoyo			1,65E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			11,85 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_1 =$	-4,39	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -233	
Flecha (en el vano)	$U_1 =$	3,97	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 896	
Comprobación de confort			
$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables corta duración	Nieve	3,00E-01 N/mm
		Viento	4,02E-01 N/mm
Momento flector			8,22E+05 Nmm
Condición de flecha			1/ 350
Fecha máxima admisible			10,15 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_2 =$	-2,50	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -1.419	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	2,39	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 1.485	
Comprobación de apariencia			
$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$			
Acciones consideradas:	Acciones variables casi permanentes:	Permanentes	6,08E-01 N/mm ²
		Nieve	9,00E-02 N/mm
		Viento	0,00E+00 N/mm
		Mantenimiento	0,00E+00 N/mm
Momento flector			8,17E+05 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			11,85 mm
Flecha (en el vuelo)	$U_4 =$	-2,49	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -1.428	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	2,38	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 1.494	
Comprobación de fluencia			
Acciones consideradas:	Permanentes	6,08E-01	N/mm ²
Momento flector		6,85E+04	Nmm
Deformación inicial	$\delta_{ini} =$	0,01	mm
Deformación final	$\delta_{fin} =$	0,02	mm



Viga V1. Limatesas.

VIGA V1 (LIMATESA) DE CUBIERTA TRAMO CON VUELO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	280		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	2.000			
Pendiente		32%	$\alpha = 17,48$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	5.900	L _{incl} (mm) 6.186		
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	1.500	L _{incl} (mm) 1.573		1,50 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			1,00 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	1,34 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					2 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	2,03E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	3,00E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,05E+00 N/mm
	Viento	1,21E+00 N/mm
Momento flector	M =	2,79E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	2,61E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,08
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 12,43 N/mm ²

TENSION	M/W =	10,66 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,86 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	2,03E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	3,00E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,05E+00 N/mm
	Viento	1,21E+00 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2 + M _v /L=	23.907,70 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,08
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,40 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,64 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,46 < 1

DEFORMACION			
Momento de inercia		I =	3,66E+08 mm ⁴
Momento elástico paralelo		E _{0,medio} =	1,16E+04 N/mm ²
Modulo cortante medio		G _{medio} =	7,20E+02 N/mm ²
Factor de fluencia		k _{def} =	0,6
Comprobación de la integridad			
Acciones consideradas.	G _{k,i} + Q _{k,mant} + ψ ₀ Q _{k,nieve} + ψ ₀ Q _{k,viento}		
	Permanentes		1,19E+00 N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento		2,00E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve		7,00E-01 N/mm
	Viento		8,04E-01 N/mm
Momento flector en el apoyo			1,80E+07 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			20,62 mm
Flecha (en el vuelo)		U ₁ =	-14,07 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ -112
Flecha (en el vano)		U ₁ =	15,10 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ 410
Comprobación de confort			
Acciones consideradas	Q _{k,nieve} + Q _{k,viento}		
	Nieve		1,00E+00 N/mm
	Viento		1,34E+00 N/mm
Momento flector			8,96E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 350
Fecha máxima admisible			17,67 mm
Flecha (en el vuelo)		U ₂ =	-7,62 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ -812
Flecha (en el vano)		U ₂ =	8,43 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ 733
Comprobación de apariencia			
Acciones consideradas	γ _G G _{k,i} + γ _Q ψ ₂ Q _{k,mant} + γ _Q ψ ₂ Q _{k,nieve} + γ _Q ψ ₂ Q _{k,viento}		
	Permanentes		2,03E+00 N/mm ²
Acciones variables casi permanentes:	Nieve		3,00E-01 N/mm
	Viento		0,00E+00 N/mm
	Mantenimiento		0,00E+00 N/mm
Momento flector			8,90E+06 Nmm
Condición de flecha			1/ 300
Fecha máxima admisible			20,62 mm
Flecha (en el vuelo)		U ₄ =	-7,57 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ 817
Flecha (en el vano)		U ₂ =	8,38 mm
Flecha/Luz		L/F =	1/ 738
Comprobación de fluencia			
Acciones consideradas.	Permanentes		2,03E+00 N/mm ²
Momento flector			5,70E+05 Nmm
Deformación inicial		δ _{ini} =	0,03 mm
Deformación final		δ _{fin} =	0,05 mm

□ **Viga V2. Cumbreira.**

VIGA V2 DE CUBIERTA CUMBRERA DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	360		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	3.650			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	2,74 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			1,83 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	2,45 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	3,65 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	3,70E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	5,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,92E+00 N/mm
	Viento	2,20E+00 N/mm
Momento flector	M =	3,67E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	4,32E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,05
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 12,12 N/mm ²

TENSION	M/W =	8,49 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,70 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	3,70E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	5,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,92E+00 N/mm
	Viento	2,20E+00 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2=	31.226,39 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,05
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,36 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,65 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,48 < 1

DEFORMACION

Momento de inercia	$I =$	7,78E+08 mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,16E+04 N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02 N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6

Comprobación de la integridad

Acciones consideradas.		$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes		2,17E+00 N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento		3,65E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve		1,28E+00 N/mm
	Viento		1,47E+00 N/mm

Momento flector en el vano 2,36E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_1 =$ 6,03 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 779

Comprobación de confort

Acciones consideradas		$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$	
	Nieve		1,83E+00 N/mm
Acciones variables corta duración	Viento		2,45E+00 N/mm

Momento flector 1,18E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 350
Fecha máxima admisible 13,43 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 3,01 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.562

Comprobación de apariencia

Acciones consideradas		$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$	
	Permanentes		3,70E+00 N/mm ²
Acciones variables casi permanentes:	Nieve		5,48E-01 N/mm
	Viento		0,00E+00 N/mm
	Mantenimiento		0,00E+00 N/mm

Momento flector 1,17E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 2,99 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.572

Comprobación de fluencia

Acciones consideradas.	Permanentes	3,70E+00 N/mm ²
Momento flector		1,02E+07 Nmm

Deformación inicial $\delta_{ini} =$ 2,60 mm
Deformación final $\delta_{fin} =$ 4,17 mm

□ **Viga V3. Viga del límite de cubierta en rebote.**

VIGA V3 DE CUBIERTA LIMITE REBOTE DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos					Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	500				
Ancho	b (mm)	200			Peso	0,31 kN/m²
Separación	(mm)	3.550			Teja	0,44 kN/m²
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$			
Luz del vano	L _{hor} (mm)	7.300	L _{incl} (mm)	7.300		2,66 kN/m²
Variables						
Coeficientes de seguridad						
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35			Nieve	0,50 kN/m²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50				1,78 kN/m
Coeficientes de simultaneidad					Viento	0,67 kN/m²
		Nieve	Viento	Mant.		2,38 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00		
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento	1,00 kN/m²
Quasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00		3,55 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	3,59E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	5,33E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,86E+00 N/mm
	Viento	2,14E+00 N/mm
Momento flector	M =	8,61E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	8,33E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,02
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 11,73 N/mm ²

TENSION	M/W =	10,33 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,88 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	3,59E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	5,33E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,86E+00 N/mm
	Viento	2,14E+00 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2=	47.171,78 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,02
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,32 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h.b =	0,71 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,54 < 1

DEFORMACION

Momento de inercia	$I =$	2,08E+09 mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,16E+04 N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02 N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6

Comprobación de la integridad

Acciones consideradas.	$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	2,11E+00 N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento	3,55E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,24E+00 N/mm
	Viento	1,43E+00 N/mm

Momento flector en el vano 5,55E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 24,33 mm

Flecha (en el vano) $U_1 =$ 12,75 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 573

Comprobación de confort

Acciones consideradas	$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$	
	Nieve	1,78E+00 N/mm
Acciones variables corta duración	Viento	2,38E+00 N/mm

Momento flector 2,77E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 350
Fecha máxima admisible 20,86 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 6,36 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.148

Comprobación de apariencia

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	3,59E+00 N/mm ²
Acciones variables casi permanentes:	Nieve	5,33E-01 N/mm
	Viento	0,00E+00 N/mm
	Mantenimiento	0,00E+00 N/mm

Momento flector 2,75E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 24,33 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 6,32 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.156

Comprobación de fluencia

Acciones consideradas.	Permanentes	3,59E+00 N/mm ²
Momento flector		2,39E+07 Nmm

Deformación inicial $\delta_{ini} =$ 5,50 mm
Deformación final $\delta_{fin} =$ 8,80 mm

□ Viga V4 de cubierta. Pared derecha.

VIGA V4 DE CUBIERTA PARED DERECHA DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	360		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	4.600			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	3,45 kN/m ²
Variables				Variables	
Coeficientes de seguridad				Nieve	0,50 kN/m ²
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35			2,30 kN/m
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	3,08 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					4,6 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	4,66E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	6,90E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	2,42E+00 N/mm
	Viento	2,77E+00 N/mm
Momento flector	M =	4,62E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	4,32E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,05
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 12,12 N/mm ²

TENSION	M/W =	10,70 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,88 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	4,66E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	6,90E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	2,42E+00 N/mm
	Viento	2,77E+00 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2=	39.353,81 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,05
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,36 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,82 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,60 < 1

DEFORMACION

Momento de inercia	$I =$	7,78E+08 mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,16E+04 N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02 N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6

Comprobación de la integridad

Acciones consideradas.	$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	2,73E+00 N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento	4,60E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	1,61E+00 N/mm
	Viento	1,85E+00 N/mm

Momento flector en el vano 2,98E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_1 =$ 7,60 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 618

Comprobación de confort

Acciones consideradas	$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$	
	Nieve	2,30E+00 N/mm
Acciones variables corta duración	Viento	3,08E+00 N/mm

Momento flector 1,49E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 350
Fecha máxima admisible 13,43 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 3,79 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.239

Comprobación de apariencia

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	4,66E+00 N/mm ²
Acciones variables casi permanentes:	Nieve	6,90E-01 N/mm
	Viento	0,00E+00 N/mm
	Mantenimiento	0,00E+00 N/mm

Momento flector 1,48E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 3,77 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.247

Comprobación de fluencia

Acciones consideradas.	Permanentes	4,66E+00 N/mm ²
Momento flector		1,29E+07 Nmm

Deformación inicial $\delta_{ini} =$ 3,28 mm
Deformación final $\delta_{fin} =$ 5,25 mm

□ *Viga V5 de cubierta de porche. Tramo interno.*

VIGA V5 DE CUBIERTA DE PORCHE TRAMO INTERNO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	240		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	1.650			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	1,24 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,83 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	1,11 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					1,65 kN/m

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	1,67E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	2,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	8,66E-01 N/mm
	Viento	9,95E-01 N/mm
Momento flector	M =	1,66E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	1,92E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,10
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 12,63 N/mm ²

TENSION	M/W =	8,64 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,68 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	1,67E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	2,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	8,66E-01 N/mm
	Viento	9,95E-01 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2=	14.116,04 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,10
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,42 N/mm ²
Tensión	1,5·Q/h·b =	0,44 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,31 < 1

DEFORMACION

Momento de inercia	$I =$	2,30E+08 mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,16E+04 N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02 N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6

Comprobación de la integridad

Acciones consideradas.	$G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	9,80E-01 N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento	1,65E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	5,78E-01 N/mm
	Viento	6,63E-01 N/mm

Momento flector en el vano 1,07E+07 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_1 =$ 9,21 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 511

Comprobación de confort

Acciones consideradas	$Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$	
	Nieve	8,25E-01 N/mm
Acciones variables corta duración	Viento	1,11E+00 N/mm

Momento flector 5,33E+06 Nmm

Condición de flecha 1/ 350
Fecha máxima admisible 13,43 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 4,59 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.024

Comprobación de apariencia

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	1,67E+00 N/mm ²
Acciones variables casi permanentes:	Nieve	2,48E-01 N/mm
	Viento	0,00E+00 N/mm
	Mantenimiento	0,00E+00 N/mm

Momento flector 5,30E+06 Nmm

Condición de flecha 1/ 300
Fecha máxima admisible 15,67 mm

Flecha (en el vano) $U_2 =$ 4,56 mm
Flecha/Luz $L/F =$ 1/ 1.030

Comprobación de fluencia

Acciones consideradas.	Permanentes	1,67E+00 N/mm ²
Momento flector		4,61E+06 Nmm

Deformación inicial $\delta_{ini} =$ 3,97 mm
Deformación final $\delta_{fin} =$ 6,36 mm

□ *Viga V6 de cubierta de porche. Tramo externo.*

VIGA V6 DE CUBIERTA DE PORCHE TRAMO EXTREMO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos					Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	240				
Ancho	b (mm)	200	Peso 0,31 kN/m²			
Separación	(mm)	1.650	Teja 0,44 kN/m²			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$			
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700		
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	950	L _{incl} (mm)	950	1,24 kN/m²	
Variables						
Coeficientes de seguridad						
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35	Nieve 0,50 kN/m²			
Variables	$\gamma_Q =$	1,50	0,83 kN/m			
Coeficientes de simultaneidad						
		Nieve	Viento	Mant.	Viento 0,67 kN/m²	
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	1,11 kN/m	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento 1,00 kN/m²	
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,65 kN/m	

FLEXION

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
	Permanentes	1,67E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	2,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	8,66E-01 N/mm
	Viento	9,95E-01 N/mm
Momento flector	M =	1,48E+07 N·mm
Módulo resistente	W =	1,92E+06 mm ³
Coeficiente de altura	K _h =	1,10
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de seguridad para el material	$\gamma_M =$	1,25
Clase resistente	GL24h	F _{mk} = 24,00 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{md} = 12,63 N/mm ²

TENSION	M/W =	7,72 N/mm²
Comprobación	i_{m,d} =	0,61 < 1

CORTANTE

Acciones consideradas	$\gamma_G G_{k,j} + \gamma_Q Q_{k,mant} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \Psi_0 Q_{k,viento}$	
Acciones consideradas	Permanentes	1,67E+00 N/mm
Acción variable determinante:	Mantenimiento	2,48E+00 N/mm
Acciones en combinación	Nieve	8,66E-01 N/mm
	Viento	9,95E-01 N/mm
Cortante en apoyo de vuelo	Q=q·L/2 + M _v /L=	14.692,76 N
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	K _{mod} =	0,60
Coeficiente de altura	K _h =	1,10
Clase resistente	GL24h	F _{vk} = 2,70 N/mm ²
Resistencia de cálculo		F _{vd} = 1,42 N/mm ²

Tensión	1,5·Q/h.b =	0,46 N/mm²
Comprobación	i_{v,d} =	0,32 < 1

DEFORMACION			
Momento de inercia	$I =$	2,30E+08	mm ⁴
Momento elástico paralelo	$E_{0,medio} =$	1,16E+04	N/mm ²
Modulo cortante medio	$G_{medio} =$	7,20E+02	N/mm ²
Factor de fluencia	$k_{def} =$	0,6	
Comprobación de la integridad			
Acciones consideradas. $G_{k,i} + Q_{k,mant} + \psi_0 Q_{k,nieve} + \psi_0 Q_{k,viento}$			
	Permanentes	9,80E-01	N/mm ²
Acción variable determinante:	Mantenimiento	1,65E+00	N/mm
Acciones en combinación	Nieve	5,78E-01	N/mm
	Viento	6,63E-01	N/mm
Momento flector en el apoyo		9,56E+06	Nmm
Condición de flecha		1/ 300	
Fecha máxima admisible		15,67	mm
Flecha (en el vuelo)	$U_1 =$	-5,80	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -164	
Flecha (en el vano)	$U_1 =$	8,28	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 568	
Comprobación de confort			
Acciones consideradas $Q_{k,nieve} + Q_{k,viento}$			
Acciones variables corta duración	Nieve	8,25E-01	N/mm
	Viento	1,11E+00	N/mm
Momento flector		4,77E+06	Nmm
Condición de flecha		1/ 350	
Fecha máxima admisible		13,43	mm
Flecha (en el vuelo)	$U_2 =$	-2,87	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ -1.638	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	4,13	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 1.138	
Comprobación de apariencia			
Acciones consideradas $\gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,mant} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,nieve} + \gamma_Q \psi_2 Q_{k,viento}$			
Acciones variables casi permanentes:	Permanentes	1,67E+00	N/mm ²
	Nieve	2,48E-01	N/mm
	Viento	0,00E+00	N/mm
	Mantenimiento	0,00E+00	N/mm
Momento flector		4,73E+06	Nmm
Condición de flecha		1/ 300	
Fecha máxima admisible		15,67	mm
Flecha (en el vuelo)	$U_4 =$	-2,85	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 1.648	
Flecha (en el vano)	$U_2 =$	4,10	mm
Flecha/Luz	$L/F =$	1/ 1.146	
Comprobación de fluencia			
Acciones consideradas.	Permanentes	1,67E+00	N/mm ²
Momento flector		1,88E+05	Nmm
Deformación inicial	$\delta_{ini} =$	0,01	mm
Deformación final	$\delta_{fin} =$	0,01	mm

14. CTE DB SE F. FÁBRICA.

La estructura portante del edificio está formada por pórticos de hormigón armado, por lo que no resulta de aplicación esta sección.

15. CTE DB SE AE. ACERO.

No intervienen elementos metálicos en la configuración de la estructura, por lo que no resulta de aplicación este DB.

16. CTE DB SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.

El proyecto contempla la construcción de un elemento cubierto y abierto de pública concurrencia, con una superficie cubierta y delimitada por los muros y pilares de 122,75 m².

De esta superficie 19,49 m² se sitúan en la zona de gradas, destinada a espectadores de sentados, y 103,26 m² en la zona de la cancha, que en el momento de la utilización del espacio se podría asimilar a zonas de público de pie en bares o cafeterías.

16.1. SI 1. Propagación interior.

Sectorización.

Dado que la superficie construida total no excede a 2.500 m², no es necesario establecer distintos sectores de incendios.

Locales y zonas de riesgo especial.

Se trata de un único espacio abierto y no hay zonas o locales que se deban clasificar como de riesgo especial.

Espacios ocultos.

Tampoco existen espacios ocultos.

Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

En la tabla 4.1 del punto 4 de la sección SI 1 se establece la reacción al fuego de los materiales y que en este caso debe de cumplir con las condiciones requeridas a los espacios ocupables.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento.	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ^{(2) (3)}	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E_{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección.

⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

☐ Paredes y suelos.

En el caso de los suelos, éstos serán de hormigón pulido y en el caso de las paredes estarán revestidas con mortero de cemento. En el cuadro 1.2-1, en el que se reflejan los materiales que deberán ser considerados como pertenecientes a las clases A1 y A1_{FL}, tanto el hormigón como el mortero con agentes conglomerantes inorgánicos están incluidos, por lo que se cumple con lo requerido.

☐ Techos.

La estructura de cubierta y la tarima que conforma los faldones se protegerá mediante la aplicación de un barniz ignífugo ECOBARP al agua que garantiza una reacción al fuego según la norma UNE-EN 13501-1, B-s1,d0, superior a lo requerido. Se adjunta como anexo la ficha técnica del mismo.

16.2. SI 2. Propagación exterior.

Medianeras y fachadas.

Las paredes que delimitan el espacio cubierto, tanto el frontis como la pared izquierda, están ejecutadas con bloque de hormigón de 30 cm de espesor revestidos con mortero de cemento por ambas caras.

En la tabla F.2 del anejo F, en la que se reflejan la resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón, se indica que una fábrica de bloque silíceo sin revestir de 200 mm de espesor tiene una resistencia al fuego REI 120. En nuestro caso la fábrica es de 300 mm y está revestida por ambas caras, por lo que se garantiza la resistencia al fuego de 120 minutos exigida a las fachadas y medianera.

Cubierta.

Como se ha señalado anteriormente el edificio se sitúa junto a otro ya existente y una parte de la cubierta de la nueva construcción se configura como prolongación del faldón de la ya existente en el edificio anterior.

La estructura de la cubierta se ha calculado con una resistencia al fuego de 60 minutos, garantizando de esta manera el cumplimiento de lo requerido en el punto 2 del DB SI 2.

16.3. SI 3. Evacuación.

□ Cálculo de la ocupación.

El edificio se configura como un espacio cubierto y delimitado en tres de sus lados por las paredes propias y la del local adyacente, quedando uno de los límites de la zona totalmente abierto a un espacio exterior y configurándose como una salida de unos 8,35 m de anchura.

La zona cubierta se divide en dos partes diferenciadas:

- La zona de la cancha, con unos 103 m²
- La zona de gradas, con unos 19 m².

De acuerdo con estas superficies y las densidades de ocupación reflejadas en la tabla 2.1 del DB SI 3, la ocupación máxima se establece en 142 personas, como se desprende de la siguiente tabla.

Recinto	Superficie	Densidad m ² /persona	Ocupación
Zona de espectadores sentados	19,49 m ²	0,5	39 personas
Zona de público de pie	103,26 m ²	1	103 personas

Total

142 personas

- ☐ *Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.*

El edificio se configura como un espacio abierto y cubierto, con una única zona de salida del mismo de 8,35 m. La anchura de evacuación de esta zona de salida es muy superior a lo que el DB SI establece como mínima, que es una puerta de 0,80 m de paso, y que permite una evacuación de 200 personas. En nuestro caso la ocupación es menor y la anchura de la zona de evacuación muy superior.

El recorrido de evacuación más desfavorable es desde cualquier punto ocupable es de 16,75 m, inferior a lo máximo permitido.

16.4. SI 4. Instalaciones de protección contra incendios.

- ☐ *Dotación de instalaciones de protección contra incendios.*

Si bien se trata de una zona cubierta abierta y de reducidas dimensiones, se ha previsto la instalación de un extintor de polvo de 6 kg, de eficacia 21 A-113 B de tal manera que no exista ningún punto a más de 15 m de distancia del extintor.

16.5. SI 5. Intervención de los bomberos.

Condiciones de aproximación y entorno.

- ☐ *Aproximación a los edificios.*

La calle de la virgen del Rosario cumple con las condiciones requeridas a los viales de aproximación: tener una anchura libre mayor de 3,50 m., altura libre o gálibo superior a 4,50 m. y la capacidad portante del vial superior a 20 kN/m².

- ☐ *Entorno de los edificios.*

Dado que la altura de evacuación del edificio es 0 m el edificio no debe disponer de un espacio de maniobra para los bomberos.

- Accesibilidad por fachada.

Como se viene mencionando la construcción es un espacio cubierto y abierto a la calle de la Virgen del Rosario, permite realizar el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

16.6. SI 6. Resistencia al fuego de la estructura.

Elementos estructurales principales.

De acuerdo con lo señalado en la tabla 3.1 del DB SI 6 la resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales (forjados, vigas y soportes) será, al tratarse de un edificio de pública concurrencia con una altura de evacuación inferior a 15 m, de 90 minutos.

Por otra parte, en el punto 2 se señala que:

La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m².

En nuestro caso se dan las condiciones para que la cubierta se considere ligera y no se le requiera más que una resistencia al fuego de 30 minutos.

Así se ha dimensionado la estructura con dos criterios:

- R90 en los elementos estructurales de hormigón que soportan la cubierta y los cerramientos.
- R60 en la cubierta, en cumplimiento de lo requerido para evitar la propagación exterior.

A continuación, se recoge el cálculo justificativo de cada uno de los elementos.

□ Cabio de cubierta con vuelo C10. Faldones NO y SE.

CABIOS DE CUBIERTA C10 CON VUELO DE ABETO. Faldones este y oeste (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente		43%	$\alpha = 23,27$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	3.650	L _{incl} (mm)	3.973	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	940	L _{incl} (mm)	1.023	0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,80 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	$h =$	105,00 mm
Ancho efectivo	$b =$	109,00 mm
Módulo resistente	$W =$	200.288 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,00
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,25

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	30,00 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	16,51 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,55 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	5,00 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,60 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,12 < 1

□ Cabio de cubierta con vuelo C17. Faldones NE y SO.

CABIOS DE CUBIERTA C17 CON VUELO DE ABETO. Faldones este y oeste (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente		40%	$\alpha = 21,80$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.200	L _{incl} (mm)	4.524	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	1.150	L _{incl} (mm)	1.239	0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,80 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	105,00 mm
Ancho efectivo	b =	109,00 mm
Módulo resistente	W =	200.288 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,00
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,25

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	30,00 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	21,14 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,70 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	5,00 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h.b =$	0,69 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,14 < 1

□ Cabio de cubierta C18. Porche.

CABIOS DE CUBIERTA C18 CON VUELO DE ABETO. Porche (clase resistente C 24). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	160		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	120		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	600			
Pendiente		40%	$\alpha = 21,80$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	3.300	L _{incl} (mm)	3.554	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	950	L _{incl} (mm)	1.023	0,45 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	0,40 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					0,6 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,80 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	$h =$	105,00 mm
Ancho efectivo	$b =$	109,00 mm
Módulo resistente	$W =$	200.288 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,00
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,25

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	30,00 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	12,78 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,43 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	5,00 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h.b =$	0,55 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,11 < 1

□ Viga V1. Limatesas.

VIGA V1 (LIMATESA) DE CUBIERTA TRAMO CON VUELO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	280		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	2.000			
Pendiente		32%	$\alpha = 17,48$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	5.900	L _{incl} (mm)	6.186	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	1.500	L _{incl} (mm)	1.573	1,50 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			1,00 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	
		Nieve	Viento	Mant.	
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	0,67 kN/m ²
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	1,34 kN/m
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	Mantenimiento
					1,00 kN/m ²
					2 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	231,00 mm
Ancho efectivo	b =	190,20 mm
Módulo resistente	W =	1.691.544 mm ³
Coefficiente de altura	$K_h =$	1,08
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	16,47 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,60 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,82 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,26 < 1

□ Viga V2. Cumbreira.

VIGA V2 DE CUBIERTA CUMBRERA DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	360		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	3.650			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	2,74 kN/m ²
Variables					
Coeficientes de seguridad					
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			1,83 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	2,45 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					3,65 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	311,00 mm
Ancho efectivo	b =	190,20 mm
Módulo resistente	W =	3.066.056 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,05
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	11,97 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,43 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,79 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,26 < 1

□ Viga V3. Viga del límite de cubierta en rebote.

VIGA V3 DE CUBIERTA LIMITE REBOTE DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	500		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	3.550			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	7.300	L _{incl} (mm)	7.300	2,66 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			1,78 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	2,38 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					3,55 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	$h =$	451,00 mm
Ancho efectivo	$b =$	190,20 mm
Módulo resistente	$W =$	6.447.812 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,02
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	13,35 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,48 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,82 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,27 < 1

□ Viga V4 de cubierta. Pared derecha.

VIGA V4 DE CUBIERTA PARED DERECHA DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	360		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	4.600			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	3,45 kN/m ²
Variables					
Coeficientes de seguridad					
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			2,30 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	3,08 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					4,6 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	311,00 mm
Ancho efectivo	b =	190,20 mm
Módulo resistente	W =	3.066.056 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,05
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	15,08 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,55 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	1,00 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,32 < 1

□ Viga V5 de cubierta de porche. Tramo interno.

VIGA V5 DE CUBIERTA DE PORCHE TRAMO INTERNO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	240		Peso	0,31 kN/m²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m²
Separación	(mm)	1.650			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	1,24 kN/m²
Variables					
Coeficientes de seguridad					
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,83 kN/m
Coeficientes de simultaneidad					
		Nieve	Viento	Mant.	Viento
					0,67 kN/m²
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	1,11 kN/m
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	Mantenimiento
					1,00 kN/m²
					1,65 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	191,00 mm
Ancho efectivo	b =	190,20 mm
Módulo resistente	W =	1.156.448 mm ³
Coeficiente de altura	$K_h =$	1,10
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	14,34 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,52 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,58 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,19 < 1

□ Viga V6 de cubierta de porche. Tramo externo.

VIGA V6 DE CUBIERTA DE PORCHE TRAMO EXTREMO DE MADERA LAMINADA (clase resistente GL24h). Carga uniforme.

Datos geométricos				Cargas permanentes	
Canto	h (mm)	240		Peso	0,31 kN/m ²
Ancho	b (mm)	200		Teja	0,44 kN/m ²
Separación	(mm)	1.650			
Pendiente		0%	$\alpha = 0,00$		
Luz del vano	L _{hor} (mm)	4.700	L _{incl} (mm)	4.700	
Luz del vuelo	L _{hor} (mm)	950	L _{incl} (mm)	950	1,24 kN/m ²
Coeficientes de seguridad				Variables	
Permanentes	$\gamma_G =$	1,35		Nieve	0,50 kN/m ²
Variables	$\gamma_Q =$	1,50			0,83 kN/m
Coeficientes de simultaneidad				Viento	0,67 kN/m ²
		Nieve	Viento	Mant.	1,11 kN/m
Combinación	$\Psi_0 =$	0,70	0,60	0,00	
Frecuente	$\Psi_1 =$	0,50	0,50	0,00	Mantenimiento
Cuasipermanente	$\Psi_2 =$	0,20	0,00	0,00	1,00 kN/m ²
					1,65 kN/m

COMPROBACION P.C.I.

Resistencia al fuego	R60	60 minutos
Reducción	$\beta_n =$	0,70 mm/min.
	$k_0 =$	1,00
	$d_0 =$	7,00 mm
Canto efectivo	h =	191,00 mm
Ancho efectivo	b =	190,20 mm
Módulo resistente	W =	1.156.448 mm ³
Coefficiente de altura	$K_h =$	1,10
Factor de modificación de la resistencia por la humedad y duración	$K_{mod} =$	1,00
Factor de ponderación de la resistencia durante el incendio	$K_{fi} =$	1,15

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{md} =$	27,60 N/mm ²
Tensión	$M/W =$	12,82 N/mm²
Comprobación	$i_{m,d} =$	0,46 < 1

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Resistencia de cálculo durante el incendio	$F_{vd} =$	3,11 N/mm ²
Tensión	$1,5 \cdot Q/h \cdot b =$	0,61 N/mm²
Comprobación	$i_{v,d} =$	0,20 < 1

17. CTE DB SUA. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

17.1. SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas.

Resbaladicidad.

El ámbito de aplicación de este DB son las zonas de uso Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo, Aparcamiento y Pública concurrencia, por lo que resulta de aplicación esta sección.

En la tabla 1.2 del DB SUA 1 se señalan la clase exigible a los pavimentos en función de las condiciones y situación de los mismos.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, duchas, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas interiores donde, además de agua, pueda haber agentes (grasas, lubricantes, etc.) que reduzcan la resistencia al deslizamiento, tales como cocinas industriales, mataderos, aparcamientos, zonas de uso industrial, etc.	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾	3

(1) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

En nuestro caso se dan las condiciones de los casos de zonas interiores húmedas:

- La zona de la cancha, que se correspondería con las zonas con pendiente inferior al 6 %, que deberá tener una categoría C2
- La zona de gradas con escaleras, que deberá contar con una clase C3.

La resistencia al deslizamiento por lo tanto será la requerida en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladicidad

Resistencia al deslizamiento Rd	Clase
$Rd \leq 15$	0
$15 < Rd \leq 35$	1
$35 < Rd \leq 45$	2
$Rd > 45$	3

Discontinuidades.

El suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm.
- En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro

Desniveles.

☐ *Protección de los desniveles*

En el punto 3 del DB SUA se señala que:

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto

No obstante, en los comentarios del documento, versión de 15 de julio de 2024, en relación con los graderíos se indica que:

Cuando se disponga un graderío en descenso desde una zona de circulación, aunque el desnivel de la primera grada sea inferior a 55 cm será necesario disponer barrera de protección a menos que la superficie inferior de ese primer desnivel tenga una profundidad suficiente para que no exista el riesgo de que una persona que caiga accidentalmente desde la zona de circulación vuelva a caer desde esa superficie (p.ej. 1 m)

En nuestro caso se ha dimensionado un graderío con unas superficies horizontales de 81 cm de tal manera que no exista riesgo de caída desde el nivel inferior y la altura entre las gradas es inferior a 55 cm.

Escaleras y rampas.

La escalera de acceso a las gradas posee las siguientes características:

- Anchura de 100 cm.
- Huella de 27 cm.
- Tabica de 18 cm.
- Dispone de un pasamanos anclado a la pared en la zona izquierda en sentido subida.

De acuerdo con estas características la escalera cumple con lo requerido en el DB SUA 1, apartado 4.

Limpieza de los acristalamientos exteriores.

Todas las superficies vidriadas son fijas y se sitúan en el nivel de la planta baja.

No existen acristalamientos reversibles.

17.2. SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.

Impacto.

- ☐ *Impacto con elementos fijos*

La altura libre de paso en todos los puntos es superior a 200 cm.

No existen elementos salientes en paredes de zonas de circulación que vuelen más de 15 cm a alturas comprendidas entre 100 y 220 cm ni elementos volados a menos de 200 cm de altura en zonas accesibles.

- ☐ *Impacto con elementos practicables*

No existe en ningún caso una puerta de paso que invada los pasillos en su barrido.

- ☐ *Impacto con elementos frágiles*

Todos los acristalamientos de las carpinterías que incluyen todas las áreas de riesgo de impacto del edificio cuentan con vidrios de seguridad laminares 3+3, por lo que serán capaces de resistir, sin romperse, un impacto de nivel 2.

Atrapamiento.

No existen puertas ni elementos que puedan ocasionar un atrapamiento.

17.3. SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento.

Se trata de un espacio abierto sin puertas, por lo que no existe este riesgo.

17.4. SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

En el espacio, de pública concurrencia, se ha previsto la instalación de equipos de iluminación que se activarán de manera simultánea a la iluminación exterior del pueblo y se dotarán de sensor crepuscular, por lo que se garantizará que en las zonas interiores cubiertas existirá una luminancia superior a los 100 lux.

17.5. SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.

Las condiciones establecidas en esta Sección son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie, que no es el caso, por lo que no resulta de aplicación en este caso.

17.6. SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

No existe previsión de instalación de piscina, por lo que no resulta de aplicación en este caso.

17.7. SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

No existe previsión de dotación de aparcamiento ni de que circulen vehículos por el interior del espacio, por lo que no resulta de aplicación en este caso.

17.8. SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

Se ha estudiado la necesidad de prever la instalación de un sistema de protección del edificio.

Las características de la edificación son las siguientes:

- Densidad de impactos sobre el terreno según el mapa de la figura 1.1: 3.
- Dimensiones del conjunto: la superficie de influencia, dado que la altura al alero son de 1.534,47 m².
- Situación con respecto al entorno: el edificio se encuentra próxima a edificios de menor altura.
- Estructura de la cubierta es de madera y el resto de hormigón.
- El edificio no contiene elementos inflamables.
- El edificio está ocupado normalmente pero no es de pública concurrencia, sanitario, comercial ni docente.
- Su deterioro no puede interrumpir un servicio ni ocasionar un impacto ambiental grave.

Frecuencia de impactos esperada

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,003453}$$

Frecuencia de impactos admisible

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} = \mathbf{0,002200}$$

$$\mathbf{0,003453 > 0,002200}$$

$N_g =$	3	$C_1 =$	0,8	$C_3 =$	1,0	$C_5 =$	1,0
$A_e =$	1.534,47 m ²	$C_2 =$	2,5	$C_4 =$	1,0		

Eficiencia requerida

E = 0,3628

El tipo de protección se refleja en la tabla 2.1 y, dado que es inferior a 0,80, no es necesaria la instalación de protección contra los rayos.

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1,00
$0,95 \leq E < 0,98$	2,00
$0,80 \leq E < 0,95$	3,00
$0 \leq E < 0,80^{(1)}$	4,00

(1) Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

17.9. SUA 9. Accesibilidad.

El espacio multiusos no presenta desniveles con respecto al terreno que le circunda que supongan ninguna barrera arquitectónica, por lo que la accesibilidad al mismo queda garantizada.

18. CTE DB SH. SALUBRIDAD.

18.1. DB HS 1. Protección frente a la humedad.

Muros.

De acuerdo con lo reflejado en el estudio geotécnico, que no detecto la existencia de agua en las catas realizadas, la presencia de agua es baja, pues el suelo de la cancha se encuentra por encima del nivel freático.

En este caso los muros en contacto con el terreno son las partes situadas en el frontis y en la pared izquierda del frontón.

Por otra parte, el estudio geotécnico clasifica el terreno analizado como:

- ML limo de baja plasticidad, según Casagrande
- A-6, suelo arcilloso, según AASHTO

En cualquiera de las dos clasificaciones la permeabilidad del suelo, según lo reflejado en la tabla D28, su coeficiente de permeabilidad es inferior a 10^{-5}

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k_z (m/s)
Grava limpia	$> 10^{-2}$
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	$10^{-5} - 10^{-9}$
Arcilla	$< 10^{-9}$

En función de la presencia de agua y el grado de permeabilidad del suelo, el grado de impermeabilidad mínimo exigido al muro debe de ser 1.

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

La solución de impermeabilización debe de cumplir con lo requerido en la tabla 2.2

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

		Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
		Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
Grado de impermeabilidad	≤1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5		C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
	≤2	C3+I1+D1+D3 ^(a)	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤3	C3+I1+D1+D3 ^(a)	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

a. ⁽¹⁾ Solución no aceptable para más de un sótano.

b. ⁽²⁾ Solución no aceptable para más de dos sótanos.

c. ⁽³⁾ Solución no aceptable para más de tres sótanos.

La solución planteada cuenta con los siguientes elementos:

- **I1** Se ha previsto la colocación de una lámina impermeabilizante tipo Delta Drain con geotextil.
- **I2** Se ha previsto la aplicación de una pintura impermeabilizante.
- **D1** Se colocará una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno. Esta capa será de grava lavada.
- **D3** Se colocará en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de evacuación de aguas pluviales que se vierten a la cuneta que discurre entre el edificio y el camino.
- **D5** Se ha previsto una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y se verterán a la cuneta anteriormente señalada.

Este conjunto de medidas supera lo requerido en el DB HS 1.

Suelos.

De acuerdo con lo reflejado en el estudio geotécnico descrito en el apartado anterior el grado de impermeabilidad mínimo requerido al suelo será de 1, como se desprende de la tabla 2.3 del DB HS1

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

En el punto 2.2.2, en el que se señalan las Condiciones de las soluciones constructivas se señala.

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.4. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados

de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

Muro flexorresistente o de gravedad									
Suelo elevado			Solera			Placa			
	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1	V1			D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
	≤2	C2	V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3
	≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D3+D4+I1+I2+P1+P2+S1+S2+S3
	≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

El suelo del edificio es una solera sobre una sub-base, por lo que no es necesaria la adopción de ninguna medida específica.

Fachadas.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio.

- Zona pluviométrica (figura 2.4): II
- Altura de coronación del edificio: 7,60 m.
- Tipo de terreno III: zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas.
- Clase de entorno: E0.
- Zona eólica (figura 2.5): C
- Grado de exposición al viento (tabla 2.6): V2

Por lo tanto, según la tabla 2.5, y los parámetros anteriormente señalados el grado de impermeabilidad debe de ser 3.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

Grado de impermeabilidad		Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior				
		≤1	R1+C1(1)			C1(1)+J1+N1				
		≤2	R1+C1(1)			B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1(1)+H1+J2+N2	
		≤3	R1+B1+C1		R1+C2		B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
		≤4	R1+B2+C1		R1+B1+C2	R2+C1(1)	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2	
		≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1			

Según la tabla 2.7 el cerramiento debe contar al menos con dos elementos de características R1 y C2.

La composición del cerramiento previsto cumple con lo requerido pues cuenta con:

- Un revestimiento continuo formado por un revoco con mortero hidrófugo de 15 mm de espesor con un adecuado grado de adherencia al bloque de hormigón y permeable al vapor de agua y armado con una malla de figura de vidrio para evitar las fisuraciones. Este elemento responde a las características de un **R1**.
- La hoja es un cerramiento de bloque de hormigón de 30 cm de espesor que responde a las características de un elemento **C2**.

□ *Condiciones de los puntos singulares.*

Juntas de dilatación.

En el caso que nos ocupa no existen juntas de dilatación.

Arranque de la fachada.

En cuanto al arranque de los muros de cerramiento, que se apoyan en los zócalos de hormigón armado, se ha previsto la disposición de una banda de impermeabilización en la llaga entre el zócalo de hormigón y la primera hilada de bloques, lo que supone una altura de 20 cm sobre el nivel del terreno en el punto más desfavorable. Esto es superior a los 15 cm requeridos en el DB.

Encuentros de la fachada con los forjados.

Los forjados de madera no interrumpen los muros de cerramiento, se separan 5 cm de los mismos y entre la tarima y el cerramiento pasa una de las placas de poliestireno extrusionado.

Encuentros de la fachada con los pilares.

No existen pilares embutidos en los cerramientos, pues la estructura se resuelve con muros de carga perimetrales y dos pilares centrales.

Encuentro de la fachada con la carpintería.

Los alféizares de las ventanas y puertas balconeras, se realizarán con piedra arenisca, volarán 5 cm respecto a la rasante de la fachada y contarán con goterón. Se colocarán con una inclinación de 10° (17,5%) y bajo ellos se dispondrá una lámina impermeabilizante.

Aleros y cornisas

La cubierta cumple con las condiciones señaladas en el punto 2.3.3.9 del DB HS 1 ya que los aleros vuelan, como mínimo, 80 cm y en cuanto a los requerimientos reflejados en este apartado:

La pendiente de los faldones es del 40 %, superior al 17,5 % (correspondiente a los 10 ° que señala el DB).

El material de cobertura es teja cerámica, que es impermeable, y bajo ella se dispone una lámina impermeabilizante y transpirable, por que queda garantizada la estanqueidad.

El canalón actúa como goterón y en los remates en los que no se cuenta con el canalón, las tejas vuelan 3 cm y su remate se realiza con piezas especiales cuya configuración genera el correspondiente goterón.

Cubiertas.

El grado de impermeabilidad exigible a las cubiertas es único. El edificio cuenta con un único tipo de cubierta: inclinada, con un 40 % de pendiente, que cubre el frontón.

☐ **Tejado.**

Está constituido por piezas de cobertura de teja cerámica mixta. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Ejecución.

Los puntos singulares de todos estos elementos constructivos: suelos, fachadas y cubiertas, se resolverán según se señala en el CTE DB HS 1.

18.2. DB HS 2. Recogida y evacuación de residuos.

Esta sección se aplica a los edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos.

En este caso es un espacio abierto y diáfano de pública concurrencia, por lo que no resulta de aplicación.

18.3. DB HS 3. Calidad del aire interior.

El edificio que se pretende construir es un espacio cubierto, pero abierto de manera permanente al exterior por dos de sus fachadas, por lo que no resulta de aplicación esta sección.

18.4. DB HS 4. Suministro de agua.

El edificio no cuenta con suministro de agua, por lo que no resulta de aplicación.

18.5. DB HS 5. Evacuación de aguas.

No se producen aguas residuales fecales, por lo que en esta sección solo resulta de aplicación la sección de evacuación de aguas pluviales.

Caracterización.

La red de recogida de aguas pluviales se ha diseñado de tal manera que las tuberías tienen el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos y la autolimpieza.

De acuerdo con los parámetros establecidos en el DB HS 5 se han dimensionado las redes de evacuación, tanto pluviales como fecales.

Evacuación de aguas pluviales.

Las aguas pluviales se recogen en los canalones que rematan los faldones de la cubierta y a través de las bajantes se conducen a los colectores enterrados que acaban conduciendo las aguas así recogidas a la red general de recogida de aguas pluviales.

□ Dimensionado de canalones.

Cálculo de canalones

Zona pluviométrica	Isoyeta	Intensidad pluviométrica i	f = i/100
A	40	125	1,25

Canalón	Pendiente	Superficie (m²)	Superficie ponderada (m²)	Diámetro (mm)
C01	1,00%	13,06	16,33	125
C02	1,00%	13,06	16,33	125
C03	1,00%	24,57	30,71	125
C04	1,00%	24,57	30,71	125
C05	1,00%	13,06	16,33	125
C06	1,00%	13,06	16,33	125
C07	1,00%	25,47	31,84	125
C08	1,00%	24,57	30,71	125
C09	1,00%	27,75	34,69	125

En la tabla 4.7 “Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h” se señala que un canalón de 125 mm de diámetro, con una pendiente del 1%, permite evacuar 80 m² de superficie de proyección horizontal, superior a la máxima prevista que recojan los canalones del tejado principal.

□ Dimensionado de bajantes de pluviales.

Cálculo de bajantes

Zona pluviométrica	Isoyeta	Intensidad pluviométrica i	f = i/100
A	40	125	1,25

Bajante	Canalón	Superficie (m²)	Superficie ponderada (m²)	Diámetro (mm)
BP01	C01 + C08	37,63	47,04	90
BP02	C02 + C03	37,63	47,04	90
BP03	C04 + C05	37,63	47,04	90
BP04	C06 + C07	38,53	48,16	90
BP05	C09	27,57	34,46	90

De acuerdo con lo señalado en la tabla 4.8 “Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h” una bajante de diámetro 90 mm es permite evacuar, para unas condiciones de servicio como las que se han en esta zona, una superficie de 318 m² de proyección horizontal, muy superior a cualquiera de los casos que se dan en este proyecto.

- Dimensionado de los colectores de pluviales.

Las bajantes vierten el agua procedente del tejado al depósito de acumulación para el riegocolelector municipal situado al sur de la parcela.

Cálculo de colectores de pluviales						
Colector	Tramo	Pendiente	Bajantes	Superficie del tramo	Superficie acumulada	Diámetro (mm)
1	AP01 a AP02	2,00%	BP01	37,63	37,63	125
2	AP02 a Cuneta	2,00%	BP01+BP02	37,63	75,26	125
3	AP05 a AP04	2,00%	BP05	27,57	27,57	125
4	AP04 a AP03	2,00%	BP05+BP04	38,53	66,10	125
5	AP03 a Cuneta	2,00%	BP05+BP04+BP03	37,63	103,73	125

De acuerdo con lo señalado en la tabla 4.8 “Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h” un colector de diámetro 125 mm con una pendiente del 2 % es capaz de evacuar, para unas condiciones de servicio como las que se han en esta zona, una superficie de 440 m² de proyección horizontal, muy superior a cualquiera de los casos que se dan en este proyecto.

18.6. DB HS 6. Protección frente a la exposición al radón.

Caracterización y cuantificación de la exigencia.

En esta sección se señala:

Para limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables, se establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los mismos de 300 Bq/m³

Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia.

Basaburua se encuentra dentro de los municipios de la Zona I de la Comunidad Foral de Navarra, por lo que sería necesario adoptar medidas de protección frente al radón. No obstante el edificio que se proyecta está abierto de manera permanente al exterior, ya que siendo de planta rectangular, carece de dos de sus paredes.

Por lo tanto se puede considerar que el nivel de ventilación será análogo al del ambiente exterior y no es necesario adoptar medidas correctoras.

19. CTE DB HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.

En el apartado II del DB HR, que define el ámbito de aplicación de este DB excluye de la aplicación los recintos destinados a pública concurrencia, por lo que no resulta de aplicación

20. CTE DB HE AHORRO DE ENERGÍA.

20.1. Sección HE 0. Limitación del consumo energético.

El ámbito de aplicación de esta sección excluye los recintos de baja demanda energética. El proyecto no contempla la dotación de climatización ya que es un recinto abierto en el 50 % de su perímetro, por lo que no resulta de aplicación la sección.

20.2. Sección HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética.

Al igual que en el caso anterior, el ámbito de aplicación de esta sección excluye aquellas zonas que no requieran garantizar unas condiciones térmicas de confort, por lo que no resulta de aplicación esta sección.

20.3. Sección HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.

No existen instalaciones térmicas, por lo que no resulta de aplicación.

20.4. Sección HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Las instalaciones de iluminación en el edificio serán adecuadas a las necesidades de los usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de las diferentes condiciones de uso.

El cálculo de la iluminación de cada uno de los locales se recoge en el informe que se aporta como anexo 4.

Cálculo de la eficiencia energética de la instalación en cada zona: VEEI

En este proyecto las limitaciones serán:

Tabla 3.1 - HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI_{lim})

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o	8,0

(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1.

Se ha tenido en cuenta que según el CTE DB-SUA 4, existen unos niveles de iluminación mínimos que deben alcanzarse en las zonas de circulación.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

A parte de estos niveles de iluminación mínimos en las zonas de circulación, la norma UNE-EN 12464-1 establece los niveles mínimos de iluminancia media en los lugares de trabajo en interiores.

□ *Potencia instalada en el edificio.*

Se tendrán en cuenta los valores límite para la potencia instalada en iluminación, marcados por el CTE en el documento básico: DB-HE 3

Tabla 3.2 - HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ($P_{TOT,lim}/S_{TOT}$)

Uso del edificio	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar [W/m^2]
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Resumen del cálculo.

	Potencia W/m^2		VEEI $(W/m^2)/100\text{ lx}$	
	Instalada	Máxima	Instalada	Máxima
Zona de cancha y gradas	2,89	< 10,00	1,89	< 4,00

Se ha considerado la totalidad de la superficie cubierta: 122,43 m².

Como se puede comprobar, se cumple con las condiciones de eficiencia energética y potencia máxima instalada requeridas.

20.5. Sección HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS.

No existe dotación de ACS, por lo que no resulta de aplicación esta sección.

20.6. Sección HE 5. Generación mínima de energía eléctrica.

El frontón no se encuentra dentro de la relación de edificios a los que les sea de aplicación, puesto que la superficie construida es inferior a los 1.000 m², que señala como límite a partir del cual es obligatoria la generación de energía eléctrica por fuentes renovables.

20.7. Sección HE 6. Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

En la definición del ámbito de aplicación se incluyen los edificios de nueva construcción cuando se doten de zonas de aparcamiento, que no es el caso. Por lo tanto no resulta de aplicación esta sección.

cumplimiento de otra normativa.

22. CÓDIGO ESTRUCTURAL.

El sistema estructural del edificio incluye cimentación de hormigón armado. Elementos que son objeto de regulación en el Título 2 del Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021 de 29 de junio.

A continuación, se recogen los criterios observados en la definición de los elementos de hormigón de acuerdo con lo señalado en el Título 2 de dicho Código.

22.1. Bases generales.

Requisitos.

La estructura se ha diseñado y calculado de tal manera que satisface los requisitos establecidos en el artículo 5:

- Seguridad y funcionalidad estructural.
- Seguridad en caso de incendios, que se justifica en el apartado correspondiente del DB SI.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente.

Vida útil.

Las hipótesis de cálculo de la estructura y el diseño de la misma se han realizado estableciendo un periodo de vida útil del edificio de 50 años.

Bases generales y criterios de seguridad.

□ *Criterios de seguridad.*

Las bases del proyecto de la estructura se han establecido de acuerdo con los criterios indicados en el Anejo 18 del Código, en el que se establecen las bases de cálculo.

El dimensionado de las secciones se ha realizado mediante el método de Estados Límite, tanto los Estados Límite Últimos como de Servicio, de acuerdo con indicado en el apartado 3 del Anejo 18 y con aplicación de los coeficientes parciales de seguridad definidos en el mismo anejo.

La comprobación y cálculo de la estructura se ha realizado mediante el programa TRICALC.

Bases generales para la ejecución de la obra.

Tal y como se señala en el artículo 12 del Código:

Las condiciones de ejecución de la estructura deberán ser conformes con la exigencia de seguridad y funcionalidad estructural, de acuerdo con los criterios definidos en el apartado 5.2.1 de este Código.

Los criterios de ejecución definidos en este capítulo son aplicables, con carácter general, a toda estructura sometida a cargas predominantemente estáticas. Para estructuras solicitadas a fatiga se requieren niveles superiores de ejecución acordes asimismo con la clasificación de los correspondientes detalles constructivos.

El pliego de prescripciones técnicas particulares incluirá todos los requisitos de fabricación, montaje y materiales necesarios para garantizar el nivel de seguridad del proyecto, pudiendo contener indicaciones complementarias sin reducir las exigencias tecnológicas ni invalidando los valores mínimos de calidad establecidos en este Código.

El autor del proyecto definirá las clases de ejecución aplicables, de conformidad con lo indicado en el apartado 14.3.

Si bien la regulación de los niveles de control y clases de ejecución a los que se hace referencia en el apartado 14.3 y en el 91.2 son específicos para las estructuras de acero, se ha previsto un nivel de control estadístico normal y el edificio se clasificaría como una ejecución de nivel CC2: "Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, pero no del público en general, o puede generar apreciables pérdidas económicas".

Bases generales para la gestión de la calidad de las estructuras.

La estructura deberá presentar para su recepción una calidad conforme con los criterios y especificaciones definidos en su proyecto, de forma que pueda asumirse el cumplimiento, con una garantía suficiente, de los requisitos exigibles a la estructura en su proyecto.

La Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, será quien asuma las competencias para garantizar el cumplimiento de la calidad de la estructura, que será responsabilidad del Constructor.

El control de la obra se llevará mediante una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo por un laboratorio o entidad de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa.

En cuanto a la conformidad de los productos y procesos de ejecución, Tal y como se señala en el artículo 18:

La ejecución de la estructura se llevará a cabo según el proyecto y las modificaciones autorizadas y documentadas por la dirección facultativa. Durante la ejecución de la estructura se elaborará la documentación que reglamentariamente sea exigible y en ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras reglamentaciones, la documentación a la que hace referencia el Anejo 4 de este Código.

En todas las actividades ligadas al control de recepción, podrá estar presente un representante del agente responsable de la actividad o producto controlado (autor del proyecto, suministrador de hormigón, suministrador de las armaduras elaboradas, suministrador de los elementos prefabricados, constructor, etc.). En el caso de la toma de muestras, cada representante se quedará con copia del acta correspondiente. Cuando se produzca cualquier incidencia en la recepción derivada de resultados de ensayo no conformes, el suministrador y en su caso, el constructor, tendrá derecho a recibir una copia del correspondiente informe del laboratorio y que deberá ser facilitada por la dirección facultativa.

La conformidad de los productos y de los procesos de ejecución respecto a las exigencias básicas definidas por este Código, requiere que satisfagan con un nivel de garantía suficiente un conjunto de especificaciones.

22.2. Estructuras de hormigón.

Clases de exposición.

La estructura de hormigón del edificio presentará una única situación ante la corrosión inducida por carbonatación:

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición	Elementos de la obra
2. Corrosión inducida por carbonatación			
XC1	Seco o permanentemente húmedo.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad del aire baja. (HR < 65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergido en agua no agresiva.	Elementos de la estructura en el interior de las viviendas
XC2	Húmedo, raramente seco.	Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterrados en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).	Cimentación
XC3	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad media o alta. (HR > 65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, protegidos de la lluvia.	
XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).	

En cuanto a la fisuración máxima ésta se situará entre 0,3 y 0,4 mm tal y como se reflejan en la tabla 27.2

Clase de exposición	w_{max}	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾ .	0,4	0,2
XC2, XC3, XF1, XF3, XC4.	0,3	0,2 ⁽¹⁾
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1 ⁽³⁾ .	0,2	Descompresión
XS3, XA2 ⁽³⁾ , XA3 ⁽³⁾ .	0,1	Descompresión

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasi-permanente de acciones.

(2) Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable.

(3) La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 solo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura.

Propiedades de los materiales.

☐ Cementos.

Los cementos a utilizar en cada uno de los elementos de la estructura serán los siguientes:

Tabla 28. Tipos de cemento utilizables

Tipo de hormigón	Tipo de cemento	Elemento de la obra
Hormigón en masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C. Cementos para usos especiales ESP VI-1.	Hormigón de limpieza y relleno de pozos
Hormigón armado.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.	Zapatas, vigas, pilares, losas y rellenos de forjados.
Hormigón pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V, P).	Viguetas de forjados.

☐ Agua.

El agua a utilizar será de la red de abastecimiento de Udabe ya que, tal y como se señala en el artículo 29:

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

□ *Áridos.*

Las características de los áridos deberán permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como cualquier otra exigencia que se requieran a este en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto. Además, deben tener marcado CE según la norma UNE-EN 12620, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el artículo 30 del Código.

En este caso serán áridos calizos de machaqueo de 20 mm de diámetro máximo y 10 mínimo por lo que su denominación será: 10/20-T-C

□ *Aditivos.*

No se prevé la utilización de aditivos. No obstante, si durante la ejecución de la obra fuera necesario su uso, éstos no se presentarán en una proporción no superior al 5% del peso del cemento. Si se utilizarán se realizarán de acuerdo con lo señalado en el artículo 32 del Código.

No podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

□ *Hormigón.*

Composición.

Los componentes que se utilicen para la fabricación del hormigón cumplirán con lo establecido en los artículos 28, 29, 30, 31 y 32 del Código. Por otra parte, el ion cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites:

- Obras de hormigón pretensado: 0,2% del peso del cemento.
- Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: 0,4% del peso del cemento.

En el caso de hormigones expuestos a ambientes XD o XS los valores anteriores se reducirán al 0,1 % del peso de cemento para obras de hormigón pretensado y 0,2 % para obras de hormigón armado.

Características mecánicas.

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a los resultados obtenidos en ensayos de rotura a compresión a 28 días, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, fabricadas, conservadas y ensayadas conforme a lo establecido en este Código.

A efectos del presente Código, se consideran hormigones de endurecimiento rápido los fabricados con cemento de clase resistente 42,5R, 52,5 o 52,5R siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,60, los fabricados con cemento de clase resistente 32,5R o 42,5 siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,50 o bien aquellos en los que se utilice acelerante de fraguado. El resto de los casos se consideran hormigones de endurecimiento normal

Valores mínimos de resistencia.

En los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto f_{ck} no será inferior a 20 N/mm² en hormigones en masa, ni a 25 N/mm² en hormigones armados o pretensados.

Docilidad del hormigón.

En el código se establece los criterios de docilidad, con el método del asentamiento en los siguientes valores.

Tipo de consistencia	Asentamiento en mm
Seca (S)	0-20
Plástica (P)	30-40
Blanda (B)	50-90
Fluida (F)	100-150
Líquida (L)	160-210

En el proyecto se ha previsto la utilización de hormigones de consistencia fluida.

❑ **Acero para armaduras pasivas.**

Los productos de acero que se utilizarán en la obra y que, como armaduras pasivas se incluirán en todos los elementos hormigonados in situ serán:

- Barras rectas o rollos de acero corrugado o grafilado.
- Alambres de acero corrugado o grafilado.

El acero previsto en la obra es acero B 500 S, cuyas características se reflejan en la tabla 34.2.a del Código y que se traslada a esta memoria.

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{m\acute{a}x}$ (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0
Relación f_u/f_y ⁽²⁾	≥ 1,08	≥ 1,08	1,20 ≤ f_u/f_y ≤ 1,35	1,15 ≤ f_u/f_y ≤ 1,35 ⁽⁴⁾
Relación $f_y \text{ real}/f_y \text{ nominal}$	--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.

(3) En el caso de aceros procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de $\epsilon_{m\acute{a}x}$ que sean inferiores en un 0,5 % a los que recoge la tabla para estos casos.

(4) En el caso de la utilización de aceros soldables inoxidables dúplex o austeníticos como medida especial de durabilidad, debido a su relación constitutiva de tensión-deformación específica, la relación se calcula utilizando el valor de f_y 7 % en lugar de f_s .

❑ **Armaduras pasivas.**

Se entiende por armadura pasiva el resultado de montar, en el correspondiente molde o encofrado, el conjunto de armaduras normalizadas, ferrallas elaboradas o ferrallas armadas que, convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados, tienen una función estructural.

En esta obra se optará por acero con una resistencia de 500 N/mm², que según los elementos se denominará de acuerdo con la tabla 35.1 del Código.

Tipo de armadura	Armadura con acero de baja ductilidad	Armadura con acero soldable de ductilidad normal		Armadura con acero soldable y características especiales de ductilidad	
Designación.	AP 500 T	AP 400 S	AP 500 S	AP 400 SD	AP 500 SD
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{m\acute{a}x}$ (%) ^(**) .	–	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
Tipo de acero.	–	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
		B 400 SD (*)	B 500 SD (*)		
Tipo de malla electrosoldada, en su caso, según 35.2.1.	ME 500 T	ME 400 S ME 400 SD	ME 500 S ME 400 SD	ME 400 SD	ME 500 SD
Tipo de armadura básicas electrosoldada en celosía, en su caso, según 35.2.2.	AB 500 T	AB 400 S AB 400 SD	AB 500 S AB 500 SD	AB 400 SD	AB 500 SD

(*) En el caso de ferralla armada AP 400 SD o AP 500 SD elaborada a partir de acero soldable con características especiales de ductilidad, el margen de transformación del acero producido en la instalación de ferralla, conforme al apartado 49.3.2, se referirá a las especificaciones establecidas para dicho acero en la Tabla 34.2.a.

(**) Considerando lo expuesto en 34.2 para aceros suministrados en rollo, pueden aceptarse valores de $\epsilon_{m\acute{a}x}$ que sean inferiores en un 0,5 %.

Durabilidad.

□ Estrategia de durabilidad.

Las medidas que se han adoptado para garantizar la durabilidad de la estructura durante toda su vida útil, siguiendo el guion reflejado en el artículo 43 se ha basado en los siguientes puntos:

- identificación de la clase de exposición, según el apartado 27.1,
- selección de la forma estructural, según el apartado 43.1,
- prescripciones respecto a la calidad del hormigón, según el apartado 43.2,
- medidas específicas frente a la agresividad, según el apartado 43.3,
- medidas durante la fase de ejecución, según el apartado 43.4, y
- medidas durante la fase de uso, según el apartado 43.5.

Identificación de la clase de exposición.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los elementos estructurales que se incluyen en el proyecto se encuentran sometidos a tres situaciones diferentes ante la corrosión inducida por la carbonatación.

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición	Elementos de la obra
2. Corrosión inducida por carbonatación			
XC1	Seco o permanentemente húmedo.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad del aire baja. (HR<65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergido en agua no agresiva.	Elementos de la estructura en el interior de las viviendas
XC2	Húmedo, raramente seco.	Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterradas en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).	Cimentación
XC3	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad media o alta. (HR>65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, protegidos de la lluvia.	
XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).	

Selección de la forma estructural

La estructura de hormigón se encuentra protegida de la incidencia directa de la lluvia, pues como norma general está revestida, salvo en el frente de la losa situada sobre la entrada. No obstante, esta zona de la losa cuenta con una impermeabilización en su cara superior que se remata en un goterón que impide la escorrentía del agua de lluvia. Por su parte la losa cuenta también con un goterón perimetral que evita que el agua de lluvia pueda desplazarse por la cara inferior de la losa y pueda generar un deterioro de la misma.

Prescripciones respecto a la calidad del hormigón.

La calidad del hormigón, adecuada para la vida útil del edificio se asegurará, pues en su elaboración se respetarán las siguientes condiciones:

- Fabricación con materiales componentes adecuados que satisfagan lo indicado en el capítulo 9.
- Dosificación adecuada, según lo indicado en el punto 43.2.1, así como en el apartado 43.3. En cuanto a la dosificación, relación agua/cemento y resistencia característica los elementos, en función de su situación dentro de la obra tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 43.2.1.a. Contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/ cemento.	Masa	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,55	0,5	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5	0,45	0,5	0,5	0,5
	Armado	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,5	0,5	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,5	0,5	0,5
	Pretensado	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,5	0,45	0,5	0,5	0,45	0,45	0,5	0,5	0,5

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Contenido mínimo de cemento (kg/ m³).	Masa	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300	
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

Tabla 43.2.1.b. Resistencia característica mínima esperada para el hormigón (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Resistencia característica (N/mm²)	Masa	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	25	30	30	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	30	30	30	30	35	35	30	30	30

(*) Resistencia característica mínima alcanzable para un hormigón fabricado con cemento de categoría resistente 32,5 R con un contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento, conformes a lo indicado en la tabla 43.2.1a.

- Puesta en obra correcta, según lo indicado en el artículo 52.
- Curado del hormigón, según lo indicado en el apartado 52.5.
- Resistencia mecánica acorde con el comportamiento estructural esperado y congruente con los requisitos de durabilidad.
- Prestaciones conformes con los requisitos del apartado 43.3.

Todos los procesos de elaboración y puesta en obra del hormigón se llevarán a cabo de acuerdo con lo señalado en el artículo 43 del Código.

- Consideraciones generales en función de la clase de exposición.

El recubrimiento mínimo de las armaduras deberá ser de 15 mm, tal y como se desprende de lo señalado en la tabla 44.2.1.1.a, en función de la clase de exposición, el tipo de cemento, la resistencia característica y la vida útil del proyecto.

Tabla 44.2.1.1.b Recubrimiento mínimo (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por carbonatación

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm^2]	Vida útil de proyecto (t_L), (años)	
			50	100
X0	Cualquiera.	$f_{ck} \geq 25$	15	25
XC1, XC2 o XC3	CEM I.	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
XC4	CEM I.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón.	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Dimensionado y comprobación.

La estructura se ha dimensionado y comprobado utilizando el programa de cálculo TRICALC de acuerdo con lo requerido en el Código.

Por otra parte, en cuanto a la protección al fuego de la estructura, se han seguido los criterios establecidos en el Anejo 20 de acuerdo con lo requerido en el DB SI 6.

En cuanto al comportamiento de la estructura frente al sismo, de acuerdo con lo señalado en el artículo 1.2.3 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, en el que se señalan los criterios de aplicación de la Norma, ésta no resulta de aplicación. Udabe se encuentra en la zona de aceleración sísmica entre 0,04 y 0,08 g

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En 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 (art. 2.1) sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c , (art. 2.2) es igual o mayor de 0,08 g.

El edificio se encuadra en el último de los apartados.

Ejecución de la estructura.

La ejecución de la estructura se realizará de acuerdo con lo señalado en el capítulo 11 del Código, artículos 48 a 54 del mismo.

Gestión de la calidad de los productos en estructuras de hormigón.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán evaluarse de conformidad con la norma armonizada que le sea aplicable. El fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas y deberá estar en condiciones de aportar la garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías.

En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE la comprobación de su conformidad comprenderá:

- Un control documental,
- En su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- En su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos.

Los criterios de para la comprobación de la conformidad de cada uno de los productos serán los que se recogen en el apartado 56.4 del artículo 56 del Código.

□ *Control del hormigón.*

En el artículo 57 se especifica el control que se debe de llevar a cabo en la ejecución de la estructura referente al hormigón en especial en lo referente a:

- Su docilidad
- La resistencia.
- La durabilidad, para lo que se fabricará en plantas automatizadas, de tal manera que se asegure la dosificación de acuerdo con los criterios establecidos en el Código.

Esto se realizarán tanto al hormigón preparado en central como al elaborado in situ.

Toma de muestras.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12350-1. Cada determinación constará del número mínimo suficiente de probetas, de las cuales se ensayarán a 28 días como mínimo dos de ellas y cuya media será la base para la comprobación de resistencia. También se reservarán al menos dos probetas para ensayar si fuera necesario a edades superiores a 28 días. Transcurridos 60 días sin que nadie autorizado haya dispuesto de las probetas, se desecharan definitivamente.

Realización de los ensayos.

En general, la comprobación de las especificaciones de este Código para el hormigón endurecido, se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Ensayos de docilidad.

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE-EN 12350-2.

Ensayos de resistencia del hormigón.

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión realizados conforme a la norma UNE-EN 12390-3 efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2.

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones de este Código se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 150x300 mm de diámetro y altura nominales, con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1.

Ensayos de durabilidad.

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7, de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8. El curado de las probetas se realizará en cámara a 20 ± 2 °C y humedad relativa $\geq 95\%$.

Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de 50 ± 5 °C. Se procederá a la fabricación de tres probetas de la misma muestra para su ensayo. Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 57.3 de este Código. Se elaborará un informe con los resultados obtenidos. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

Tabla 57.5.4.1. Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N)

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente
Cimentaciones con elementos de volumen superior a 200 m³	V. vertido de forma continua	1 semana	1 elemento	$N \geq V/35$ $N \geq 3$	$N \geq V/105$ $N \geq 1$
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m³	100 m³	1 semana		N ≥ 3	N=1
Vigas, forjados, losas para pavimentos y otros elementos	100 m³	2 semanas	1000 m² de superficie construida 2 plantas (**)	$N \geq 3$	N=1
Losa superior o inferior en marcos	200 m³ V. vertido de forma continua	2 días	totalidad del elemento (losa superior o losa)	$N \geq V/30$ $N \geq 3$	N=1
Pilares y muros portantes de edificación	100 m³	2 semanas	500 m² de superficie construida (*) 2 plantas (**)	$N \geq 3$	N=1
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m³	1 día	1 pila / 1 estribo	$N \geq 3$	N=1
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m³	2 días	1 pila	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	N=1
Tableros de puente en general y losas in situ de tableros con	300 m³	1 día	Vano 50 m de longitud	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	$N \geq V/60$ $N \geq 1$
Tableros contruidos por fases(***)	600 m³		1 fase	$N \geq V/30$ $N \geq 4$	$N \geq V/90$ $N \geq 1$
Otros elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión	100 m³	2 semanas	500 m² de superficie construida 2 plantas	$N \geq 3$	N=1
Soleras de túneles	100 m³	1 día	1 fase	$N \geq 3$	N=1
Contrabóvedas de túneles	101 m³	1 día	1 fase	$N \geq 3$	N=1

(*) En el caso de que el número de amasadas necesarias para ejecutar los pilares de un lote sea igual o inferior a tres, el límite de 500 m² se podrá elevar a 1000 m².

(**) En el caso de que un lote esté constituido por elementos de dos plantas, se deberán tener resultados de ambas plantas.

(***) A los efectos de la definición de lotes, se entiende por fase aquella parte de la estructura que se hormigona de una sola vez, de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de manera que transcurra el tiempo suficiente para que desarrolle la resistencia requerida antes de que se ejecute la siguiente fase.

Ficha de control de materiales.

A continuación, se recoge resumen el control de la calidad de los materiales a utilizar en la estructura de hormigón.

Control de los materiales

GENERAL

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- ☒ Cimentación
- ☐ Pilares
- ☐ Forjados
- ☐

REQUISITOS Anejo 18. 2.3.

Categoría de fida útil	4
Tipo de estructura	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes
Vida útil nominal de la estructura	50 años

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Anejo 19. 2.4.2.4

Hormigón γ_c	1,50
Acero γ_s	1,15

HORMIGÓN.

ELABORACION Y PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN.

- ☒ Con sello de calidad
- ☐ Sin sello de calidad

TIPO DE ARIDO Art.30

Tamaño máximo de árido	20
Presentación	Triturado
Naturaleza	Calizo (C)

TIPO DE HORMIGON Art. 33

Cimentación	HA - 25 / F / 20 / XC2
Interior	HA - 25 / F / 20 / XC1
Exterior protegido	HA - 25 / F / 20 / XC3

TIPO DE CEMENTO RC-16. ANEJO IV

Cimentación	EN 171-1	CEM I / 32,5	N
Interior	EN 171-1	CEM I / 32,5	N
Exterior protegido	EN 171-1	CEM I / 32,5	N

DOCILIDAD Art. 33.5

	Tipo de consistencia	Asentamiento (mm)	Tolerancia
☐	Seca	0-20	± 0
☐	Pástica	30-40	± 1
☐	Blanda	50-90	± 1
☒	Fluida	100-150	± 2
☐	Líquida	160-210	± 2

RECUBRIMIENTOS Art. 44

Tamaño máximo de árido		
Cimentación	=	20 mm
Interior	=	20 mm
Exterior protegido	=	20 mm
Recubrimiento mínimo		
Cimentación	$\geq$	35 mm
Interior	$\geq$	35 mm
Exterior protegido	$\geq$	35 mm
Recubrimiento nominal		
Cimentación	$\geq$	45 mm
Interior	$\geq$	45 mm
Exterior protegido	$\geq$	45 mm

COMPACTACIÓN Art. 52

- ☐ Vibrado enérgico
☒ Vibrado normal
☐ Vibrado normal o picado con barra
☐ Picado con barra

DURABILIDAD DEL HORMIGÓN Art. 43

Relación agua/cemento		
Cimentación	=	0,60
Interior	=	0,60
Exterior protegido	=	0,55
Mínimo contenido cemento		
Cimentación	=	275 kg/m ³
Interior	=	275 kg/m ³
Exterior protegido	=	300 kg/m ³

ACERO

BARRAS Y ROLLOS DE ACERO CORRUGADO SOLDABLE Art. 34.2

- | | | |
|-------------------------------------|----------|-------------------|
| ☐ | B 400 S | $f_{yk} \geq 400$ |
| ☒ | B 500 S | $f_{yk} \geq 500$ |
| ☐ | B 400 SD | $f_{yk} \geq 400$ |
| ☐ | B 500 SD | $f_{yk} \geq 500$ |

ALAMBRES CORRUGADOS Y ALAMBRES LISOS Art. 34.3

- | | | |
|-------------------------------------|---------|-------------------|
| ☐ | B 400 T | $f_{yk} \geq 400$ |
| ☒ | B 500 T | $f_{yk} \geq 500$ |

- ☐ Control de calidad en el conjunto de la obra.

ACERO

BARRAS Y ROLLOS DE ACERO CORRUGADO SOLDABLE Art. 34.2

☐	B 400 S	$f_{yk} \geq 400$
☒	B 500 S	$f_{yk} \geq 500$
☐	B 400 SD	$f_{yk} \geq 400$
☐	B 500 SD	$f_{yk} \geq 500$

ALAMBRES CORRUGADOS Y ALAMBRES LISOS Art. 34.3

☐	B 400 T	$f_{yk} \geq 400$
☒	B 500 T	$f_{yk} \geq 500$

CONTROL DE CALIDAD (conjunto de la obra)

GENERAL

PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE EJECUCIÓN Art. 55

☒	Nivel normal
☐	Nivel intenso

LOTES DE EJECUCIÓN Art. 57.5

Elementos de cimentación	=	1
Elementos horizontales	=	0
Otros elementos	=	0

HORMIGÓN

CONTROL DURANTE EL SUMINISTRO Art. 57.5

☒	Control estadístico. Art. 57.5.4
☐	Control 100 %. Art. 57.5.5
☐	Control indirecto. Art. 57.5.6

Número de LOTES	=	1
N amasadas por LOTE	=	1
Probetas por amasadas	=	5

ACERO

CONTROL DURANTE EL SUMINISTRO. Art. 58 Y 59.

☒	Aceros con marcado CE
☐	Aceros sin marcado CE

22.3. Estructuras de acero.

En este proyecto no se contempla la utilización de elementos portantes de acero, por lo que no resulta de aplicación este apartado.

23. CONCLUSIÓN

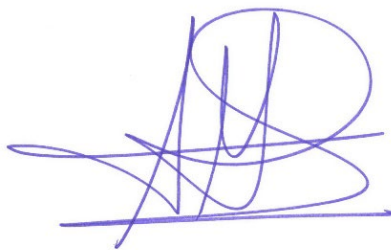
Todos los materiales o especificaciones que no se hayan descrito o suficientemente concretados en esta Memoria, pueden encontrarse definidos en el presupuesto, planos y pliego de condiciones que la acompañan.

En el presente proyecto no se ha podido verificar el cumplimiento de aquellas normativas específicas de titularidad privada no accesibles por medio de los diarios oficiales.

Con la lectura de esta Memoria y la inspección detenida de los documentos adjuntos a la misma, se puede tener una idea clara del edificio que se pretende construir, objeto de este Proyecto, quedando los autores de la misma a disposición de las personas u organismos competentes para la aclaración de cualquier duda que de su lectura pudiera desprenderse.

Barañain, septiembre de 2025

El arquitecto



Sebastián López Aznárez