

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Los puentes perdidos del Dauro

TFM / Entrega FINAL

Taller de estructuras – Taller de instalaciones y construcción

Máster Habilitante 2025/2026

Cuatrimestre de otoño

UD. LAPUERTA

JAIME SÁNCHEZ MOLINA

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	3
1.1 <i>MEMORIA DESCRIPTIVA</i>	3
1.1.1. Información previa	3
1.1.2. Descripción del proyecto y programa de necesidades	4
1.2. <i>MEMORIA CONSTRUCTIVA</i>	12
1.2.1. Apertura del desembovedado y estabilización del cauce.....	12
1.2.2. Estructura ligera de la plaza de Isabel la Católica.....	13
1.2.3. Reinterpretación del Puente del Álamo	15
1.3. <i>MEMORIA DE ESTRUCTURAS</i>	15
2. ACCIONES	16
2.1. <i>ACCIONES PERMANENTES</i>	19
2.1.1. Peso propio	19
2.1.2. Pretensado	20
2.1.3. Acciones del terreno	20
2.2. <i>ACCIONES VARIABLES</i>	21
2.2.1. Sobrecarga de uso.....	21
2.2.2. Acciones sobre barandillas y elementos divisorios.....	22
2.2.3. Sobrecarga de viento.....	22
2.2.4. Acciones térmicas	25
2.2.5. Sobrecarga de nieve	25
2.3. <i>ACCIONES ACCIDENTALES</i>	27
3. MATERIALES	28
3.1. <i>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES</i>	28
3.1.1. Hormigón HA-25	28
3.1.2. Acero de armar B-500-S	29
3.1.3. Madera maciza pino C22	29
3.1.4. Acero para uniones metálicas (conectores, placas, tirantes)	30
3.1.5. Panel de cubierta PRFV	31
3.1.6. Cuadro resumen de materiales.....	31
4. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	33
4.1. <i>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)</i>	33
4.1.1. DB-SE. Seguridad estructural.....	33
4.1.2. DB-SE-AE. Acciones en la edificación	33
4.1.3. DB-SE-M. Estructuras de madera.....	33
4.1.4. DB-SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad	33

4.2. CÓDIGO ESTRUCTURAL (2021)	33
4.3. NORMAS UNE Y EUROCÓDIGOS COMPLEMENTARIOS	34
4.3.1. UNE-EN 338: Clases resistentes de la madera estructural	34
4.3.2. UNE-EN 1995-1-1 (Eurocódigo 5).....	34
4.3.3. UNE-EN 1991 (Eurocódigo 1)	34
4.3.4. UNE-EN ISO 1461	34
4.3.5. UNE-EN 10088 / EN ISO 3506.....	34
4.3.6. EN 13501-1	34
4.4. NORMATIVA MUNICIPAL Y SECTORIAL	34
4.4.1. PGOU de Granada	34
4.4.2. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir	34
4.4.3. Normativa de accesibilidad, Junta de Andalucía	35
5. MÉTODO DE CÁLCULO	36
5.1. CÁLCULO DE MURO PANTALLA	37
5.1.1. Cargas consideradas en el cálculo del muro pantalla	40
5.1.2. Estudio geotécnico y modelo del terreno.....	42
5.1.3. El muro pantalla y sus fases estructurales.....	43
5.1.4. Resultados del cálculo del modelo de CYPE	48
5.1.5. Comprobaciones.....	52
5.1.6. Mediciones	56
5.1.7. Interpretación de los resultados.....	57
5.1.8. Optimización de la sección del muro pantalla.....	64
5.1.9. EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL FINAL	66
5.2. ESTRUCTURA DE MADERA DE LA PLAZA DE ISABEL LA CATÓLICA	68
5.2.1. Normativa y estados límite.....	73
5.2.2. Geometría. Nudos y barras. Materiales y medición	76
5.2.3. Cargas consideradas en el cálculo de la estructura	79
5.2.4. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (nudos).....	80
5.2.5. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (barras).....	85
5.2.6. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (pandeo).....	116
5.2.7. Análisis modal del modelo de CYPE	119
5.2.8. Cimentación del modelo de CYPE.....	120
5.2.9. Interpretación de los resultados.....	128
5.3. PUENTE DEL ÁLAMO	133
6. ANEJO DE PLANOS	136

1. MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1. Información previa

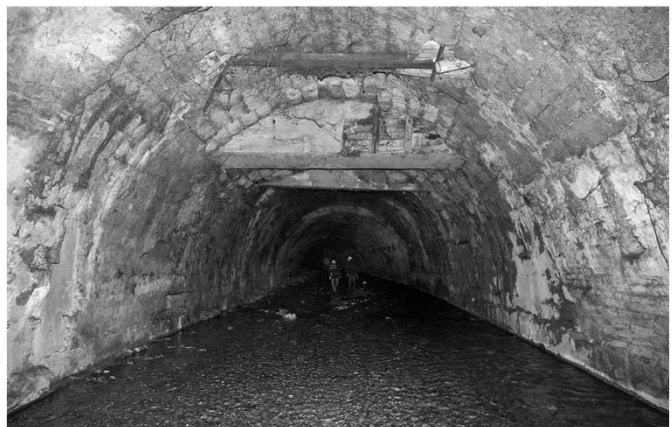
El ámbito de intervención se sitúa sobre el río Darro —el antiguo *Dauro*, el “río de oro”— en el tramo urbano comprendido entre la Plaza de Santa Ana y su encuentro con el Genil. Este cauce, históricamente abierto y visible, ha sido uno de los elementos geográficos y culturales más determinantes en la configuración de Granada. Desde época romana y, especialmente, durante el periodo andalusí, el Darro no fue únicamente un curso de agua, sino una **infraestructura natural** que articulaba el crecimiento urbano, proporcionaba recursos hidráulicos y definía la topografía de accesos y barrios.

Su paso por la ciudad se producía en un **estrecho corredor fluvial**, encajado entre la ladera de la Alhambra y el tejido medieval de la medina. A lo largo de este recorrido se sucedían quince puentes —algunos de origen nazarí, otros renacentistas y modernos— que garantizaban la continuidad entre ambas orillas. Estos puentes no eran simples elementos de paso: muchos constituían **lugares urbanos**, con función comercial, defensiva o representativa, dando soporte a mercados, corrales, baños, molinos y edificaciones ribereñas.



1.1 El río Darro y el puente de Cabrera

Con el embovedado del siglo XIX, este paisaje desapareció bajo rasantes artificiales. Ocho de los puentes quedaron sepultados y el cauce, transformado en un colector subterráneo, perdió tanto su visibilidad como su función urbana. La ciudad quedó desconectada de un río que históricamente había constituido una de sus **estructuras principales**. Fue progresivamente embovedado debido principalmente a problemas sanitarios, acumulación de residuos, malos olores y frecuentes inundaciones, hasta quedar totalmente cubierto bajo una bóveda continua de piedra y fábrica, posteriormente sellada con capas de pavimentación y asfalto.



1.2 El río Darro embovedado y el puente delo Carbón sepultado

Sin embargo, el embovedado no ha funcionado de forma estable a lo largo del tiempo. Durante las últimas décadas se han registrado **episodios recurrentes de reventones, filtraciones, hundimientos puntuales y sobrepresiones**, especialmente tras episodios de lluvias intensas. Estos incidentes se deben tanto a la antigüedad de la estructura como a su incapacidad para gestionar adecuadamente:

- las crecidas del río,
- el incremento de escorrentías urbanas,
- la acumulación de sedimentos,
- y la presión hidrostática derivada de un cauce forzado artificialmente.

Estos fallos estructurales han originado intervenciones de emergencia, cortes de tráfico y reparaciones continuas en la calle Reyes Católicos y su entorno. La situación ha evidenciado que el embovedado no solo **oculta** el río, sino que **genera vulnerabilidades técnicas** que comprometen la seguridad urbana.



1.3 El reventón del embovedado del río Darro embovedado en Puerta Real

Por ello, diversas propuestas municipales y ciudadanas plantean la **apertura parcial del Darro** como una solución que:

- reduce riesgos estructurales y sobrepresiones,
- permite un control hidráulico más eficiente,
- disminuye la necesidad de reparaciones constantes,
- y recupera un elemento patrimonial esencial para la ciudad.

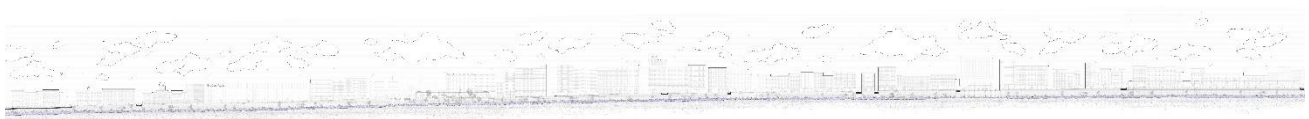
En este contexto se desarrolla el presente proyecto, que no solo busca revalorizar el río y sus puentes históricos, sino también **resolver problemas estructurales latentes** derivados de un embovedado que ha demostrado ser insuficiente frente a la dinámica natural del cauce.



1.4 El reventón del embovedado del río Darro embovedado en la Plaza del Campillo

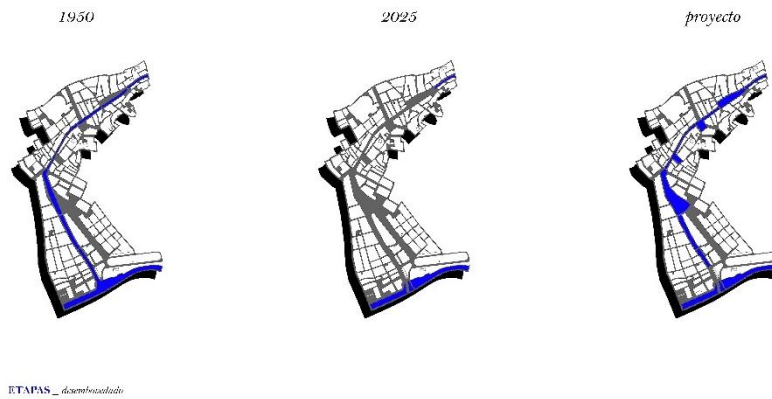
1.1.2. Descripción del proyecto y programa de necesidades

El proyecto propone la apertura del río Darro en el tramo comprendido entre la Plaza de Santa Ana y el Genil, devolviendo a la ciudad la presencia del cauce a través de un recorrido lineal naturalizado. La intervención se concibe como una infraestructura verde-azul que integra la recuperación fluvial con la generación de nuevos espacios públicos de encuentro.



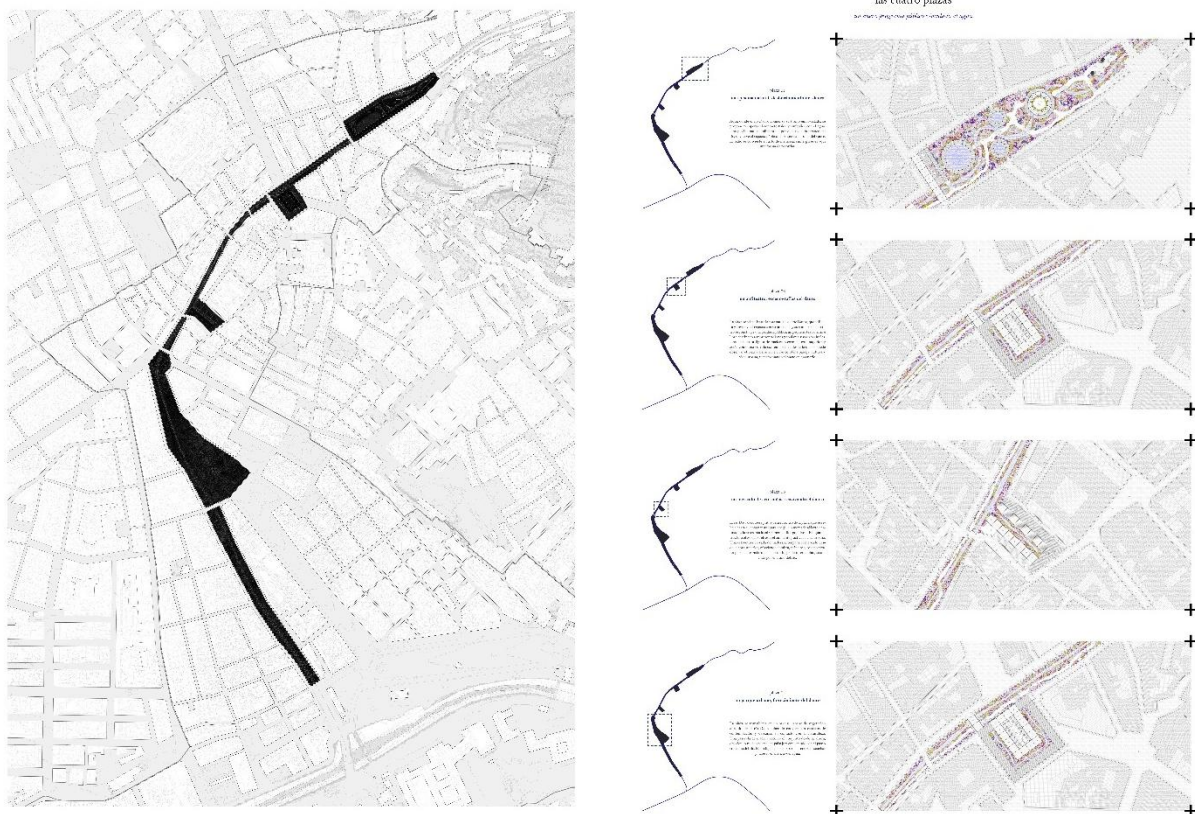
1.5 Sección longitudinal del río Darro, desde la plaza de Santa Ana hasta el río Genil

Además, esta operación permite restablecer la continuidad ecológica del corredor Darro-Genil y mejorar la gestión hidráulica del tramo, reduciendo riesgos asociados al embovedado existente. El proyecto recupera así la relación histórica entre ciudad y agua mediante un sistema que combina restauración ambiental, paisaje urbano y actividad social.



1.6 Etapas del desembocadero del río Dauro

La estrategia principal consiste en **descender la cota de intervención** hasta alcanzar la rasante original del cauce embovedado, generando una secuencia lineal de espacios públicos vinculados directamente al agua. Este descenso permite recuperar la relación física, visual y auditiva con el río, al tiempo que habilita programas específicos adaptados a cada situación del recorrido.



1.7 Las 4 plazas del río Dauro, estrategia de proyecto

Las cuatro plazas de los sentidos

A lo largo del recorrido del río se proyectan cuatro plazas principales, cada una asociada a un sentido y a un modo singular de relación con el agua. Esta estructura sensorial permite que el usuario experimente el cauce desde aproximaciones distintas, y que cada tramo del proyecto active un paisaje específico. A cada plaza se vincula además la reinterpretación contemporánea del puente histórico correspondiente, incorporado como estructura de apoyo, acceso o espacio complementario.

1. Plaza de Santa Ana – Una piscina natural, desbordamiento del Dauro

En la primera plaza, la Plaza de Santa Ana, el proyecto establece el reencuentro inicial entre la ciudad y el agua a través del sentido del **TACTO**. La intervención se organiza en torno a una gran piscina natural conectada directamente con el río Darro, complementada por una secuencia de tres vasos termales —frío, templado y cálido— que reinterpretan el antiguo rito de los baños árabes mediante un ascenso gradual de temperatura.

Las piscinas se disponen parcialmente elevadas sobre el terreno, articuladas por una red de ligeras pasarelas y plataformas de madera que permiten el recorrido, el descanso y la relación directa con el agua. La estructura reinterpretada del antiguo Puente del Baño de la Corona se integra en el programa de la plaza, albergando vestuarios, aseos y el núcleo vertical de acceso, además de funcionar como pieza ordenadora del conjunto.

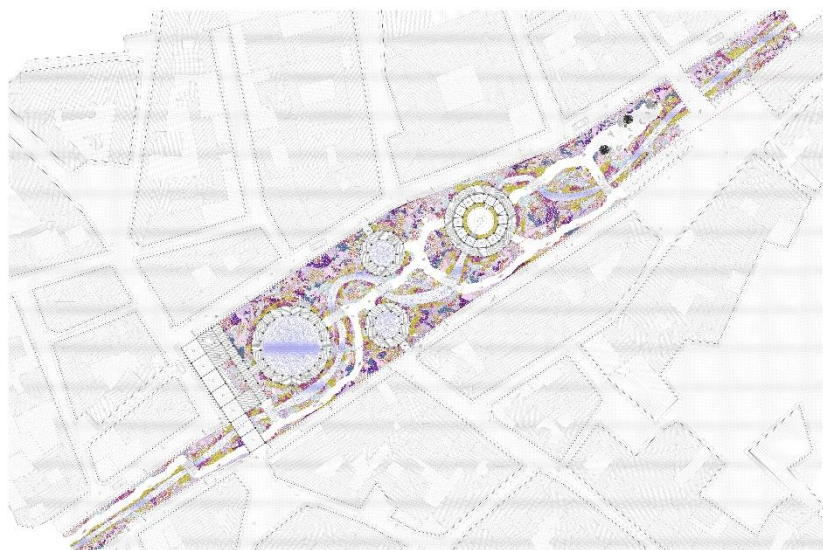
La plaza incorpora una vegetación densa y filtrada, que genera un ambiente umbrío y atemperado alrededor de las láminas de agua, favoreciendo la intimidad y el carácter sensorial del espacio. Sobre el conjunto se eleva un depósito de regulación envuelto por una estructura ligera de madera que asciende en espiral, configurando un mirador de 360° sobre la ciudad.

El sistema hidráulico de la plaza opera de forma coordinada con el cauce del Darro. El depósito elevado actúa como regulador del caudal: en periodos de avenidas recoge parte del agua mediante bombeo y la almacena temporalmente; en épocas de estiaje devuelve el caudal almacenado, garantizando un flujo estable y continuo. El agua destinada a las piscinas se deriva del propio río mediante pequeñas compuertas que conectan con un circuito secundario dotado de un depósito bypass con plantas fitodepuradoras, encargado de limpiar y oxigenar el agua antes del baño.

La Plaza de Santa Ana se convierte así en un espacio de contacto directo con el río, donde el tacto —la temperatura del agua, la textura de la madera, la humedad del aire— constituye la experiencia principal y el primer vínculo sensorial del recorrido fluvial.

2. Plaza de Isabel la Católica – Un anfiteatro, escenografías del Dauro

En la segunda plaza, la Plaza de Isabel la Católica, la intervención se organiza en torno al sentido del **OÍDO**, transformando el río en un elemento sonoro activo. El espacio se configura como un pequeño teatro fluvial en el que las gradas de madera descienden suavemente hacia el cauce, permitiendo que el público se sitúe en relación directa con el sonido del agua.



1.8 La plaza de Santa Ana, planta de cubierta

Sobre el conjunto se dispone una estructura ligera de madera que genera un espacio semicubierto y controlado. La cara interior incorpora una subestructura regulable que permite ajustar el grado de apertura, privacidad y reverberación del espacio escénico. Hacia el exterior, una trama estructural sostiene una piel textil translúcida que actúa como filtro acústico y cortavientos, favoreciendo un ambiente sonoro cálido y protegido. En la coronación de la estructura, paneles de PRFV tamizan la luz y canalizan el agua de lluvia hacia el cauce mediante pequeños canales integrados.

El escenario se sitúa a **cota -6 m**, semienterrado entre la topografía resultante del cauce abierto y el graderío, reforzando la sensación de recogimiento en torno al agua. Una pasarela de madera abraza el perímetro de la plaza y permite descender de forma gradual desde la cota urbana hasta el nivel del escenario, acompañando al visitante en un tránsito progresivo hacia el paisaje sonoro del río.

El puente perdido de la Gallinería se reinterpreta y se integra en el programa de la plaza como pieza de conexión transversal y como acceso principal, permitiendo cruzar el cauce y vincular la cota urbana con la cota del teatro. Su presencia actúa como umbral y elemento articulador de recorridos.

El cauce incorpora pequeños saltos de agua que intensifican el sonido del flujo, generando un paisaje sonoro constante incluso en ausencia de actividad escénica. Este murmullo acompaña la vida cotidiana del espacio y convierte al propio río en protagonista del teatro cuando el escenario se vacía.

La Plaza de Isabel la Católica constituye así un espacio de escucha activa, donde la arquitectura ligera y la manipulación acústica trabajan conjuntamente.



1.9 La plaza de Isabel la Católica, planta de cubierta

3. Plaza del Carmen – Un mercado de artesanías, reavivando el Dauro

En la tercera plaza, la Plaza del Carmen, la intervención se articula en torno al sentido de la **VISTA**, transformando el río en un eje visual continuo que organiza el conjunto del mercado artesanal. El cauce discurre aquí lentamente, contenido por una línea de tablestacas que permite controlarlo y mostrarlo como una lámina estable, casi espejada, sobre la que se reflejan los movimientos y colores del espacio comercial.

La actividad del mercado se desarrolla en torno a este eje lineal, donde los puestos, arcadas y pequeños talleres se orientan siempre hacia el río. Una serie de aberturas excavadas en el muro longitudinal acogen talleres artesanos semienterrados, generando espacios cálidos y protegidos que se abren visualmente al cauce a través de grandes huecos. Desde ellos,



1.10 La plaza del Carmen, planta de cubierta

la mirada del artesano y la del visitante encuentran siempre el agua como referencia, funcionando como guía perceptiva y organizadora del espacio.

Sobre el terreno, una estructura modular de madera ligera se adapta a las necesidades cambiantes del mercado. Este entramado permite configurar **puestos itinerantes**, estanterías, expositores y pequeños volúmenes desmontables mediante un sistema de paneles, lamas y bastidores regulables. El conjunto responde de forma flexible a los ciclos comerciales, permitiendo variaciones en densidad, tamaño y disposición de los puestos sin alterar la continuidad espacial de la plaza.

El agua adquiere aquí un papel visual determinante: regula la temperatura del entorno, ilumina los objetos expuestos a través de sus reflejos y acompaña el ritmo del mercado con un discurrir lento y silencioso. El cauce, visible desde cualquier punto, conecta materiales, manos y oficios, actuando como hilo conductor entre los talleres, los puestos y el flujo de visitantes.

La Plaza del Carmen se convierte así en un espacio de contemplación activa, donde el comercio artesanal se entrelaza con el paisaje fluvial y donde el río —en su recorrido más calmo— se experimenta principalmente a través de la mirada.

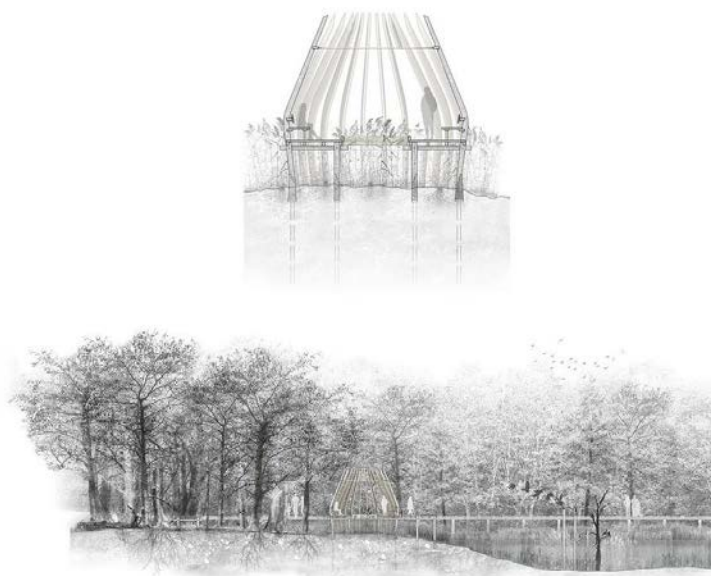
4. Plaza del Campillo – Un parque natural, bebiendo del Dauro

En la cuarta plaza, la Plaza del Campillo, la intervención alcanza su dimensión más fértil y renaturalizada. Aquí el río se asocia al sentido del **GUSTO**, entendido no solo desde lo gastronómico, sino como experiencia profunda de lo vivo: aquello que nutre y aquello que se deja nutrir por el agua. El cauce se ensancha en claros, se ramifica entre raíces más salvajes y genera zonas de humedad donde la vegetación riparia encuentra refugio y resiliencia. Pequeños bebederos, fuentes bajas y charcas someras recogen el agua del Darro y la distribuyen en microhábitats accesibles para aves, insectos, anfibios y pequeños mamíferos. Estos puntos de agua funcionan como nodos ecológicos que sostienen la fauna local y permiten la interacción discreta del visitante con el ecosistema renaturalizado.

Sobre este paisaje húmedo y sombreado se disponen estructuras ligeras de madera. Elevadas sobre pilotes para

no interferir con el terreno saturado, estas piezas conforman pequeñas áreas de descanso, sombra y contemplación. Su geometría se organiza a partir de un entramado de lamas curvadas y verticales, que definen un volumen permeable, permitiendo la circulación del aire y la entrada tamizada de luz. La cubierta abierta filtra el sol y la lluvia mediante elementos textiles o lamas superiores, sin comprometer la respiración de la vegetación que las rodea.

Estas estructuras funcionan además como acompañamiento de los bebederos: envuelven y protegen las pequeñas láminas de agua, regulan la sombra y la humedad, y ofrecen puntos de asiento y observación sin invadir el ecosistema. Las plataformas de madera se apoyan en una subestructura de pilotes hincados, garantizando estabilidad en terrenos blandos y respetando la permeabilidad del suelo. Las pasarelas —también de madera— serpentean entre esta vegetación indómita, elevándose ligeramente sobre el terreno para evitar compactarlo y permitiendo que la ciudad observe sin interrumpir el equilibrio ecológico. La selección de especies —árboles ribereños, matorrales aromáticos y herbáceas adaptadas a humedad variable— responde a la vocación de convertir la plaza en un microbosque fluvial funcional. En este punto final del recorrido, la renaturalización se hace profunda y autónoma. El gusto se manifiesta como experiencia sensorial de lo vivo: la frescura del agua, el olor de las plantas aromáticas, la presencia de fauna, el murmullo de los bebederos y el ambiente húmedo generado por el cauce abierto. La Plaza del Campillo es así la síntesis entre hábitat y ciudad, donde el agua se convierte en alimento y paisaje.



1.11 La plaza del Campillo, sección de los bebederos

Renaturalización y movilidad suave

La apertura del río permite recuperar su funcionamiento ecológico y renaturalizar el cauce mediante vegetación autóctona de ribera —sauces, fresnos, álamos y herbáceas higrófilas— ubicada según el **gradiente de humedad** del terreno. Las especies más exigentes se sitúan junto al agua, mientras que las tolerantes a suelos más secos se disponen en cotas superiores. Este criterio permite que cada planta se acerque o se aleje del río según sus necesidades, creando un corredor ecológico coherente y funcional.

El cauce incorpora pequeñas zonas lentas, charcas y puntos de infiltración que aumentan la biodiversidad y generan microhábitats. Una senda peatonal y ciclable recorre longitudinalmente el río, conectando las cuatro plazas y proporcionando movilidad suave integrada en el paisaje mediante plataformas de madera que evitan compactar el suelo. El resultado es un sistema fluvial vivo, donde renaturalización, espacio público y movilidad se combinan en un mismo eje urbano.

La renaturalización del río Dauro completaría con el **OLFATO**, el conjunto de los 5 sentidos vinculados al agua.

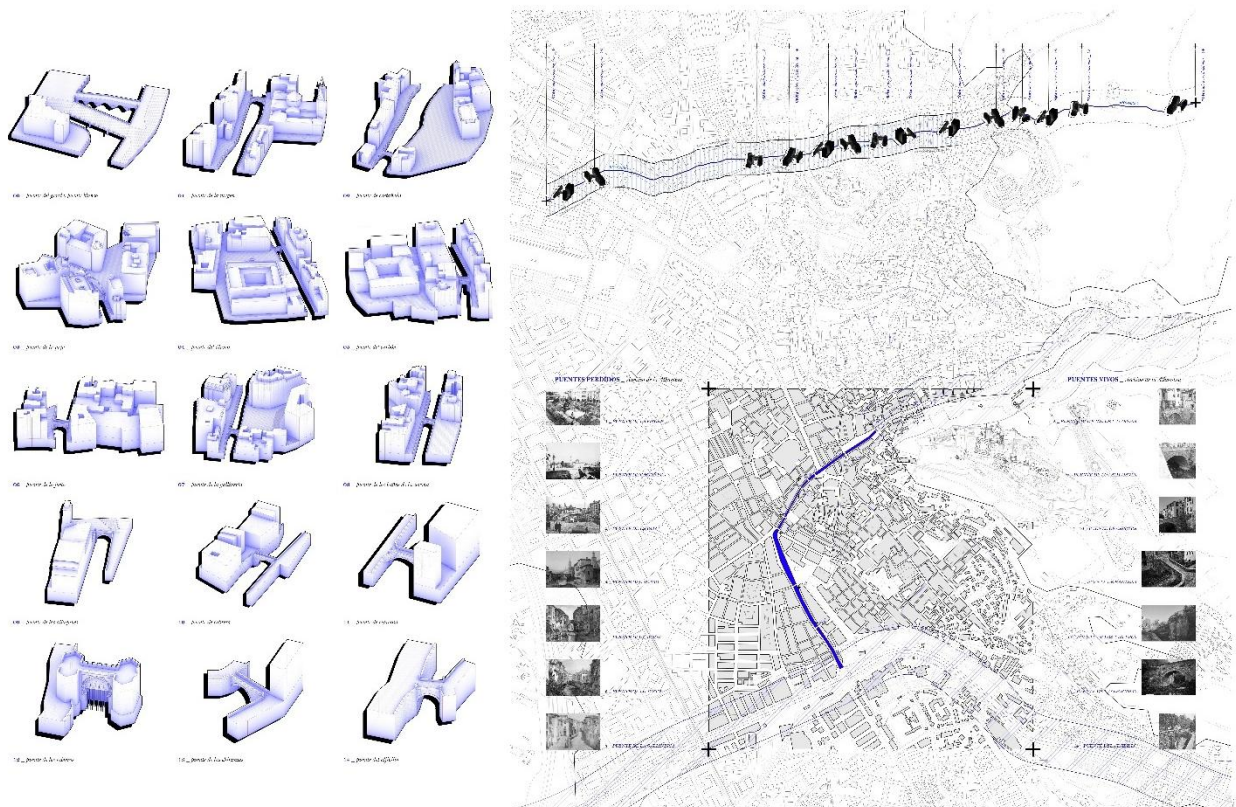


1.12 El río Dauro renaturalizado, vista hacia el puente del Carbón

Reconstrucción contemporánea de los puentes perdidos

Los ocho puentes históricos enterrados bajo el embovedado se reinterpretan y reconstruyen mediante estructuras ligeras de madera. No se trata de réplicas formales, sino de **reescrituras estructurales contemporáneas** que señalan su posición y función original. Dependiendo del tramo:

- Algunos actúan como pasarelas entre ambas orillas.
- Otros se integran en el programa de cada plaza (accesos, miradores, pequeñas edificaciones auxiliares).
- Todos contribuyen a hacer legible la topografía histórica del Dauro.



1.13 Los puentes perdidos del río Dauro

Objetivo global del proyecto

El Darro deja de ser un cauce oculto para convertirse nuevamente en un **espacio estructurante de la ciudad**, combinando memoria histórica, restauración ambiental y nuevos modos de habitar el agua.

La intervención recupera así la condición del río como **arteria urbana, paisaje cultural y soporte de actividades contemporáneas**.



1.14 La plaza de Santa Ana, unas piscinas naturales

1.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

La intervención se estructura a partir de un sistema constructivo mixto que combina **infraestructura pesada** — asociada a la apertura y estabilización del cauce del río Darro— con **arquitecturas ligeras y reversibles** que configuran las cuatro plazas sensoriales y los puentes reinterpretados. Esta dualidad permite minimizar la aficción al terreno, garantizar la estabilidad del cauce abierto y generar espacios públicos accesibles, adaptables y compatibles con el agua.

El trabajo se centra en estudiar la **viabilidad estructural y constructiva de tres elementos clave del proyecto**:

1. **La apertura, contención y estabilización del cauce**, mediante muros pantalla y sistemas de drenaje que permitan retirar el embovedado y recuperar el río sin comprometer la seguridad del entorno urbano.
2. **La estructura ligera de una de las plazas**, concretamente la *Plaza de Isabel la Católica*, donde se desarrolla el teatro fluvial y cuya geometría requiere un estudio detallado de pórticos y cargas.
3. **El cálculo de uno de los puentes reinterpretados**, el *Puente del Álamo*, seleccionado como ejemplo representativo del sistema modular de madera que se emplea para reconstruir los puentes históricos desaparecidos.

Estos tres componentes permiten evaluar la respuesta estructural general del proyecto y asegurar su viabilidad técnica, constructiva y funcional.

1.2.1. Apertura del desembovedado y estabilización del cauce

La apertura del cauce del río Dauro constituye la operación estructural y constructiva más relevante del proyecto. La retirada del embovedado actual implica eliminar el elemento que hoy actúa como contención lateral y que, además, presenta problemas de filtraciones y reventones acumulados con el paso del tiempo. Para garantizar la estabilidad del terreno durante la excavación y en su estado final, se proyectan **muros pantalla de hormigón armado**, ejecutados a ambos lados del cauce.

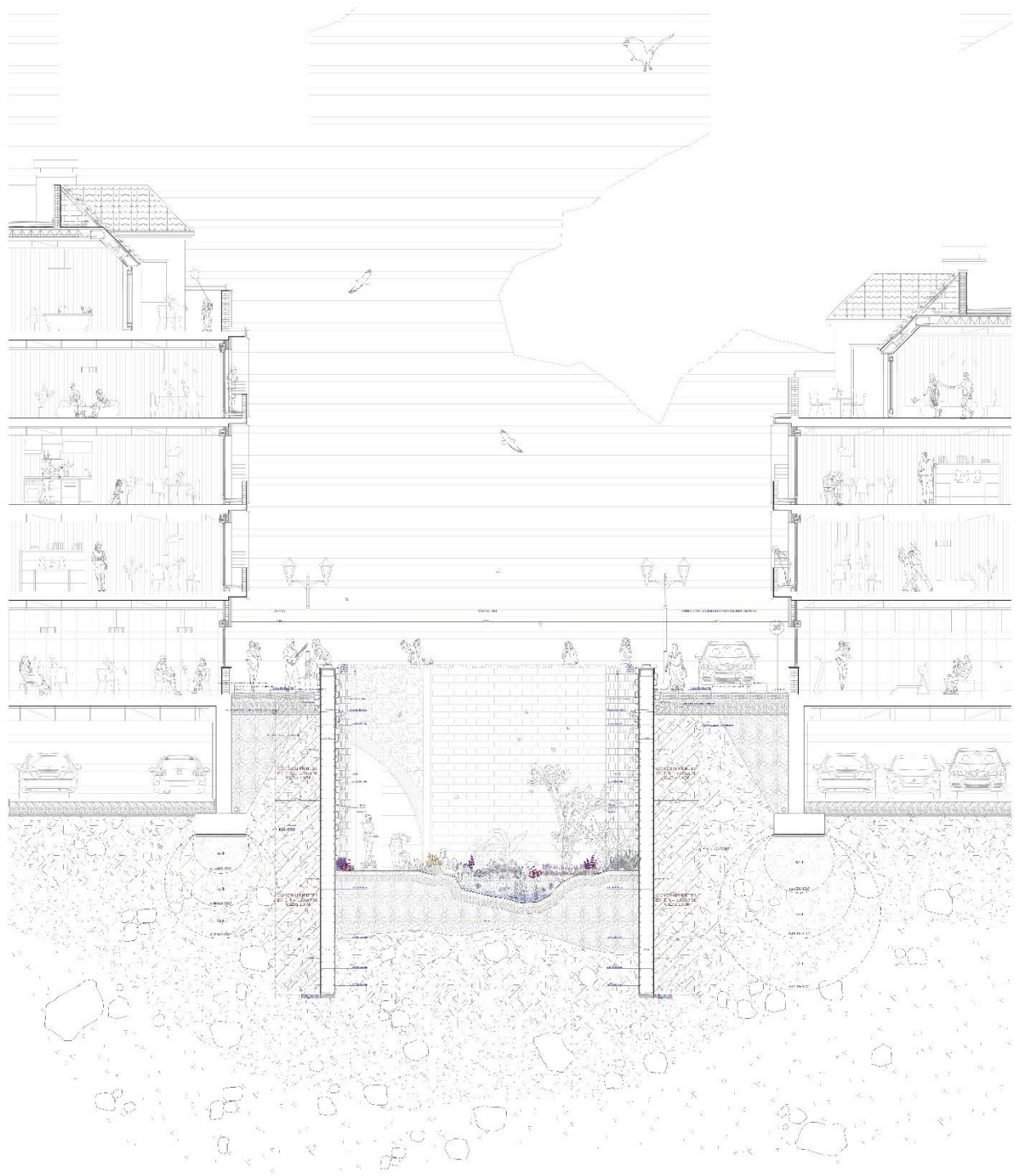
Estos muros se dimensionan teniendo en cuenta:

- los **empujes activos y pasivos del terreno**,
- las **sobrecargas de uso** de la calle inferior,
- la **proximidad de edificaciones existentes**,
- la presencia de **agua subterránea**,
- y la necesidad de asegurar un comportamiento estable en todas las fases de obra.

El sistema se complementa con **drenajes longitudinales, geotextiles, zanjas filtrantes**, y, en tramos concretos, **anclajes activos** o la introducción de **contrafuertes** que permiten reducir el espesor del muro sin comprometer su inercia.

La apertura del cauce requiere también la formación de un lecho naturalizado con zonas de agua lenta, charcas, pequeñas rampas y puntos de infiltración, lo que exige un ajuste preciso de cotas y pendientes.

El estudio estructural de este elemento confirma la viabilidad técnica de recuperar el río a cielo abierto en condiciones seguras para la ciudad y sus edificios colindantes.



1.15 Sección transversal del río Dauro desembocado

1.2.2. Estructura ligera de la plaza de Isabel la Católica

La Plaza de Isabel la Católica, concebida como plaza del **OÍDO**, se organiza en torno a un pequeño teatro fluvial con un graderío que desciende hacia el río y un escenario situado a cota -6 m. Su geometría escalonada y su estructura abierta requieren una solución ligera, adaptable y capaz de trabajar con cargas distribuidas de público.

El conjunto se resuelve mediante un sistema de **pórticos de madera maciza de pino C22**, dispuestos transversalmente al cauce, que soportan:

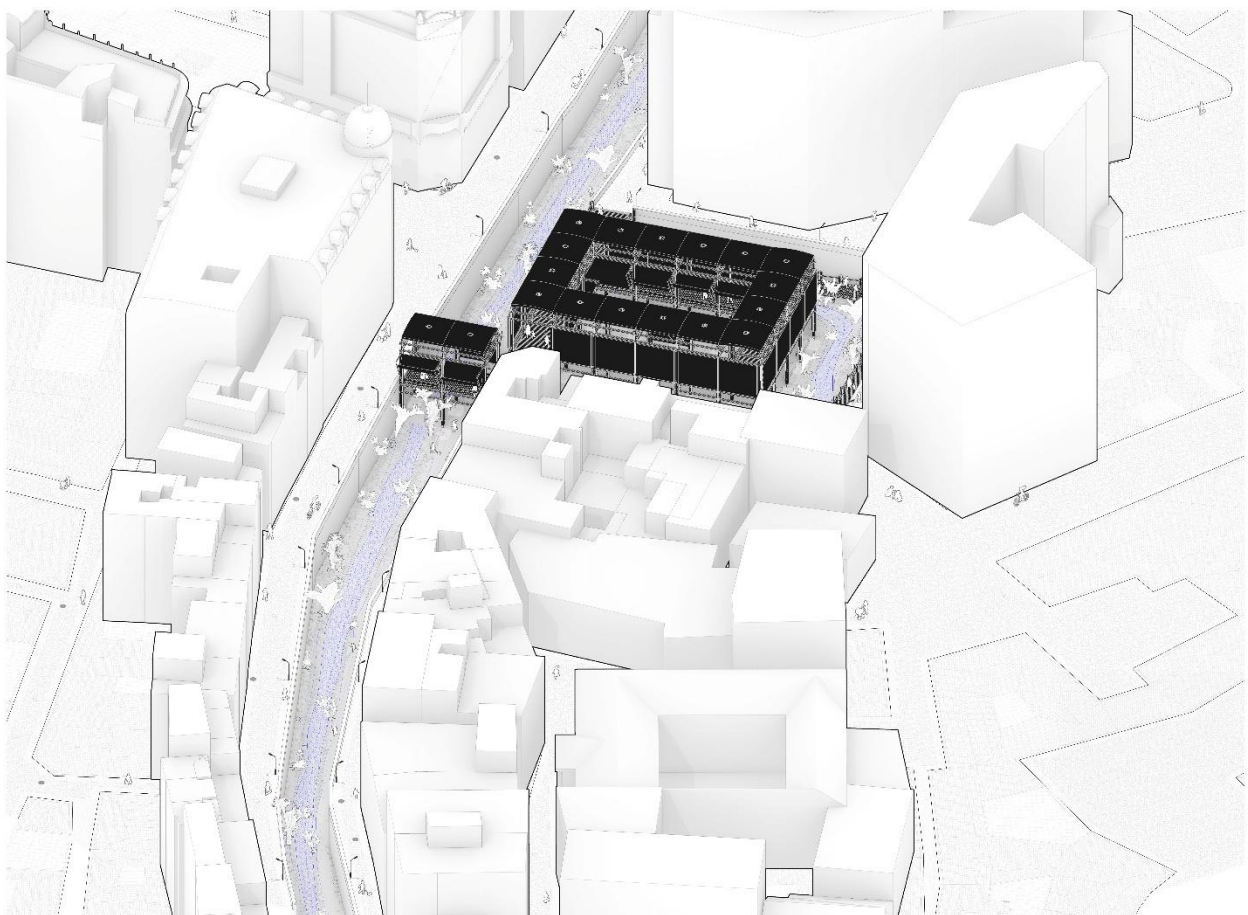
- el graderío,
- la cubierta textil filtrante,
- la subestructura acústica regulable,
- y las plataformas de acceso.

Los pórticos se apoyan en **cimentaciones puntuales** para reducir la afección al terreno y permitir su construcción sin interferir en el cauce recién abierto. La estructura se completa con elementos secundarios de madera maciza C22 y un arriostramiento metálico puntual que garantiza la estabilidad frente a acciones de viento y uso.

El estudio estructural de esta plaza permite evaluar:

- la capacidad resistente de la madera frente a flexión y cortante,
- las flechas admisibles del graderío,
- el comportamiento del conjunto frente a acciones variables de público,
- y la interacción entre la cubierta liviana y las cargas de viento.

Este análisis constituye un ejemplo representativo de las **arquitecturas ligeras** que se distribuyen en las cuatro plazas del proyecto.



1.16 Vista axonométrica de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

1.2.3. Reinterpretación del Puente del Álamo

El Puente del Álamo es uno de los ocho puentes históricos sepultados bajo el embovedado del Darro. El proyecto propone su **reconstrucción contemporánea** mediante una estructura ligera de madera, manteniendo su posición original y transformándolo en una pasarela accesible que conecta ambas orillas del río en el nuevo paisaje fluvial.

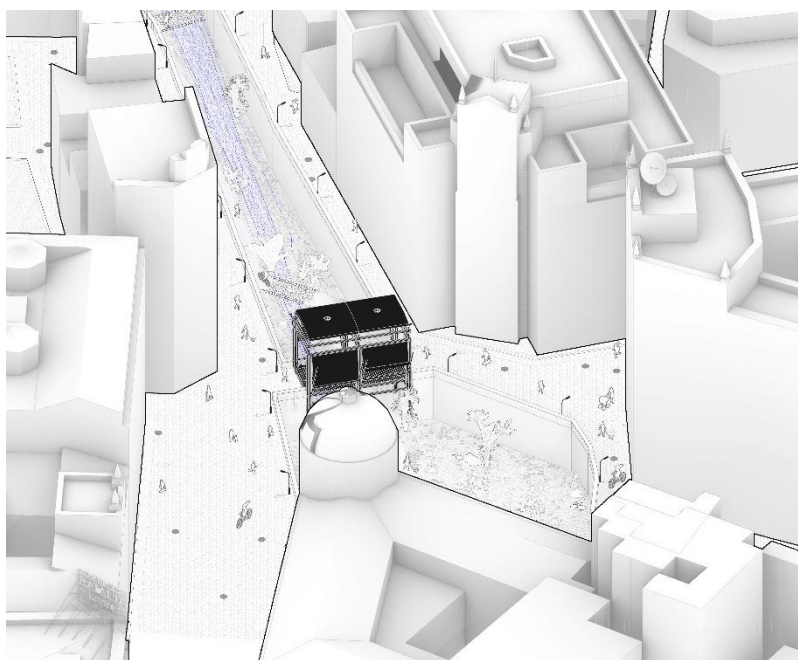
La estructura del puente se resuelve mediante:

- **vigas principales de madera maciza de pino C22,**
- un tablero ligero formado por paneles de madera estructural,
- barandillas y refuerzos mediante pletinas metálicas,
- y apoyos en **dos estribos puntuales** integrados en el nuevo muro pantalla.

Su cálculo permite verificar:

- la resistencia de las vigas frente a cargas peatonales,
- la estabilidad lateral en un entorno de viento canalizado por el cauce,
- el comportamiento del tablero como diafragma,
- *y la compatibilidad de la solución con las condiciones de humedad próximas al agua.*

El puente del Álamo se analiza cómo **caso prototípico** del sistema modular empleado para reinterpretar todos los puentes perdidos del Dauro, demostrando la viabilidad estructural y tomando como referencia un tipo constructivo replicable en otros tramos del proyecto.



1.17 Vista axonométrica del puente del Álamo

1.3. MEMORIA DE ESTRUCTURAS

2. ACCIONES

El dimensionado de los elementos estructurales del proyecto —muros pantalla, estructuras ligeras de madera y puente reinterpretado— se realiza conforme a los criterios establecidos en el **Documento Básico DB-SE** y el **DB-SE-AE (Acciones en la Edificación)** del Código Técnico de la Edificación. Las acciones consideradas incluyen tanto las cargas permanentes como las variables, así como aquellas específicas asociadas al emplazamiento y al funcionamiento hidráulico del cauce abierto.

Para el cálculo se adoptan los **coeficientes parciales de seguridad** definidos por la normativa:

- $\gamma_G = 1,35$ para acciones permanentes,
- $\gamma_Q = 1,50$ para acciones variables,

además de los **coeficientes de simultaneidad** (ψ_0, ψ_1, ψ_2) aplicados según corresponda a cada combinación de acciones.

En el proyecto se analizan principalmente tres sistemas estructurales:

1. **Los muros pantalla de hormigón armado**, sometidos a empujes de tierras, presiones hidrostáticas, cargas urbanas y sobrecargas de edificios colindantes.
2. **La estructura ligera de madera de la Plaza de Isabel la Católica**, afectada por peso propio, sobrecargas de uso, acciones de viento y nieve.
3. **El puente reinterpretado del Álamo**, sometido a cargas peatonales, viento canalizado y esfuerzos derivados de su condición de pasarela elevada.

Los valores característicos, mayorados y las combinaciones de cálculo derivan del análisis detallado que se desarrolla a continuación, avanzando desde las acciones permanentes hasta las variables y accidentales.

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

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

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

2.1 Tabla 4.1 DB-SE Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

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

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

2.2 Tabla 4.2 DB-SE Coeficientes de simultaneidad (Ψ)

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

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

2.3 Tabla 2.3 DB-SE-M Coeficientes parciales de seguridad (γ_m) para el material: 1,30

2.2.2.2 Clases de servicio

1 Cada elemento estructural considerado debe asignarse a una de las clases de servicio definidas a continuación, en función de las condiciones ambientales previstas:

a) clase de servicio 1. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año.

Paneles de cubierta y de forjado

b) clase de servicio 2. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

c) clase de servicio 3. Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2.

Soportes verticales y vigas-correas

2 En la clase de servicio 1 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 12%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente interior.

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

4 En la clase de servicio 3 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente exterior sin cubrir.

2.4 Clases de servicio de la madera

La madera utilizada en el proyecto debe clasificarse según su clase de servicio, determinada por las condiciones ambientales a las que estará expuesta durante su vida útil. Esta clasificación afecta directamente a su comportamiento mecánico y a la durabilidad del material.

En el caso de las estructuras situadas en las plazas —expuestas parcialmente a la intemperie, humedad variable y proximidad al cauce— la madera maciza C22 se encuadra en clase de servicio 2, correspondiente a elementos sometidos a niveles moderados de humedad pero protegidos frente a exposición directa y permanente al agua. Esta consideración es fundamental para definir las resistencias de cálculo y los coeficientes modificadores aplicables en los estados límite.

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

$$R_d = k_{mod} \cdot \left(\frac{R_k}{\gamma_M} \right) \quad (2.7)$$

siendo:

R_k valor característico de la capacidad de carga;

γ_M coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3

k_{mod} factor de modificación, cuyos valores figuran en la tabla 2.4 teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de la carga de acuerdo con la tabla 2.2 y la clase de servicio del apartado 2.2.2.2.

Tabla 2.4 Valores del factor k_{mod}

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1:2016	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080:2013	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera microlaminada	UNE-EN 14374:2005, UNE-EN 14279:2007+A1:2009	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero contrachapado	UNE-EN 636:2012+A1:2015	Tipo EN 636-1, 2 y 3	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-2 y 3	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas (OSB) ¹	UNE-EN 300:2007	OSB/2	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3, OSB/4	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/3, OSB/4	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	UNE-EN 312:2010	Tipo P4, Tipo P5	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Tipo P5	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Tipo P6, Tipo P7	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
Tablero de fibras duro	UNE-EN 622-2:2004	Tipo P7	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
		HB.LA, HB.HLA 1 o 2	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Tablero de fibras semi-duro	UNE-EN 622-3:2005	MBH.LA 1 o 2,	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	-	-	-	0,45	0,80
Tablero de fibras MDF	UNE-EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	-	-	-	0,45	0,80

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

Determinación de las resistencias de cálculo:

Coefficiente k_{mod} :

Si una combinación de acciones incluye acciones pertenecientes a diferentes clases de duración, el factor k_{mod} debe elegirse como el correspondiente a la acción de más corta duración.

Permanente: peso propio de la estructura.

Larga: estructuras provisionales.

Media: sobrecarga de uso.

Corta: Viento y nieve.

Instantánea: Sismo.

Dado que nos encontramos en una zona de actividad volcánica y riesgo de sismo, la cara se considerará de duración instantánea:

Escogido k_{mod} para paneles: 1,10

Escogido k_{mod} para soportes y correas: 0,9

2.5 Duración de la carga. Resistencias de cálculo

El coeficiente k_{mod} permite ajustar la resistencia característica de la madera en función de la duración de las acciones que actúan sobre la estructura y de la clase de servicio definida previamente. Acciones permanentes, variables y accidentales tienen comportamientos distintos en materiales higroscópicos como la madera; por ello, el CTE establece valores específicos de k_{mod} para cada combinación.

En este proyecto, y atendiendo a la predominancia de acciones de corta e instantánea duración —viento, nieve y posibles solicitaciones sísmicas— se adoptan valores de $k_{mod} = 1,10$ para paneles y elementos superficiales, y $k_{mod} = 0,90$ para soportes y piezas principales. Estos valores garantizan un dimensionado seguro y coherente con las condiciones ambientales y estructurales de un entorno fluvial abierto.

A continuación se desarrollan de forma diferenciada las acciones permanentes, las variables y, finalmente, las accidentales, aplicando para cada caso los coeficientes parciales y de simultaneidad correspondientes.

2.1. ACCIONES PERMANENTES

Para el cálculo de las acciones se debe considerar la aplicación de los correspondientes coeficientes de seguridad, siendo los mostrados en las tablas valores característicos. Para el cálculo de cargas permanentes se usará un coeficiente de 1,35.

2.1.1. Peso propio

Las acciones permanentes consideradas en el proyecto corresponden al **peso propio** de los elementos constructivos vinculados a los sistemas estructurales que se calculan en detalle:

1. el muro pantalla de contención del cauce,
2. la estructura ligera de madera de la Plaza de Isabel la Católica,
3. y el puente reinterpretado del Álamo.

Los valores empleados derivan de las densidades habituales de los materiales, la documentación técnica del fabricante y el CTE DB-SE-AE. Se expresan como **cargas superficiales (kN/m²)** o **lineales (kN/m)** según corresponda al elemento.

A continuación se recoge la **tabla única de cargas permanentes** utilizada en el dimensionado estructural, que tiene como base la tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos:

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañeado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardinerías, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

2.6 Tabla C.5. Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Descripción constructiva	Carga permanente (kN/m²)
Solados y acabados	Pavimento de madera / cerámico / hidráulico sobre capa de compresión (espesor < 0,08 m)	1,00
Cerramientos ligeros	Tablas de madera maciza C22, paneles, lamas, revestimientos	0,50
Cerramientos de vidrio	Muro cortina en mercado / talleres (donde aplica)	0,75
Cubiertas ligeras	Textil (seda/nylon) + rastreles C22 + impermeabilización puntual	1,30
Cubierta plana técnica	Recrecido + impermeabilización (solo donde exista, p. ej. vestuarios)	1,50
Tabiquería	Paneles de madera C22 con aislamiento interior	0,60
Estructura de madera	Vigas, correas y soportes en madera maciza C22	0,40
Tablero del puente	Tablazón C22 + rastreles	0,50

2.7 Cargas permanentes consideradas en el proyecto

Nota:

Los valores representan cargas características G_k . Para el cálculo se aplicará el coeficiente parcial $\gamma_G = 1,35$ según DB-SE-AE.

2.1.2. Pretensado

No aplica en ninguno de los elementos estructurales del proyecto.

2.1.3. Acciones del terreno

Se desarrollan específicamente en el apartado **5: Método de Cálculo**, donde se detallan los empujes activos, pasivos, presiones hidrostáticas y fases constructivas del muro pantalla.

2.2. ACCIONES VARIABLES

Para el cálculo de las acciones se debe considerar la aplicación de los correspondientes coeficientes de seguridad, siendo los mostrados en las tablas valores característicos. Para el cálculo de cargas variables se usará un coeficiente de 1,50.

2.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

2.8 Tabla 3.1 DB-SE Valores característicos de las sobrecargas de uso

Las sobrecargas de uso se han determinado según la Tabla 3.1 del DB-SE-AE, tomando como referencia la categoría C3 (espacios públicos sin obstáculos que permitan el libre movimiento de personas), con un valor característico de:

- Sobrecarga uniforme: 5,0 kN/m²
- Sobrecarga concentrada: 4,0 kN

Este valor se aplica de forma general a todas las plazas, pasarelas, plataformas de madera y puentes peatonales del proyecto, por tratarse de espacios abiertos con libre circulación y posibilidad de congregación puntual.

En situaciones con uso específico se han adoptado criterios locales:

Elemento	Categoría de uso	Sobrecarga adoptada	Justificación resumida
Plaza de Santa Ana (piscinas, plataformas, vestuarios)	C3	5,0 kN/m ²	Circulación libre y acumulación puntual en perímetros de agua.
Plaza de Isabel la Católica (anfiteatro y escenario)	C5	5,0 kN/m ²	Ocupación dirigida en gradas y espacios de público.
Plaza del Carmen (mercado artesanal)	C3 / D1	5,0 kN/m ²	Actividad comercial ligera y tránsito continuo.
Plaza del Campillo (parque fluvial y embarcaderos)	C3	5,0 kN/m ²	Uso de paseo y eventuales grupos en zonas de actividad.
Puentes reinterpretados	C3	5,0 kN/m ²	Tránsito peatonal continuo.

2.9 Tabla de sobrecargas de uso consideradas en el proyecto

Acceso ocasional de vehículos de mantenimiento:

En puntos concretos donde puedan operar vehículos ligeros de mantenimiento, se considera la categoría E, con:

- Sobrecarga uniforme: **2,0 kN/m²**
- Carga concentrada por rueda: **20 kN**

2.2.2. Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

No aplica en ninguno de los elementos estructurales del proyecto.

2.2.3. Sobrecarga de viento

El viento actúa especialmente sobre las estructuras ligeras de madera (cubiertas textiles, graderíos, pérgolas y puentes). La presión dinámica se obtiene según el DB-SE-AE. La acción de viento, es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

siendo:

q_b , la presión dinámica del viento.

c_e , el coeficiente de exposición.

c_p , el coeficiente eólico

Presión dinámica básica del viento.

Granada se encuentra en zona A, según el mapa del Anejo D del CTE.

Por tanto:

- $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$

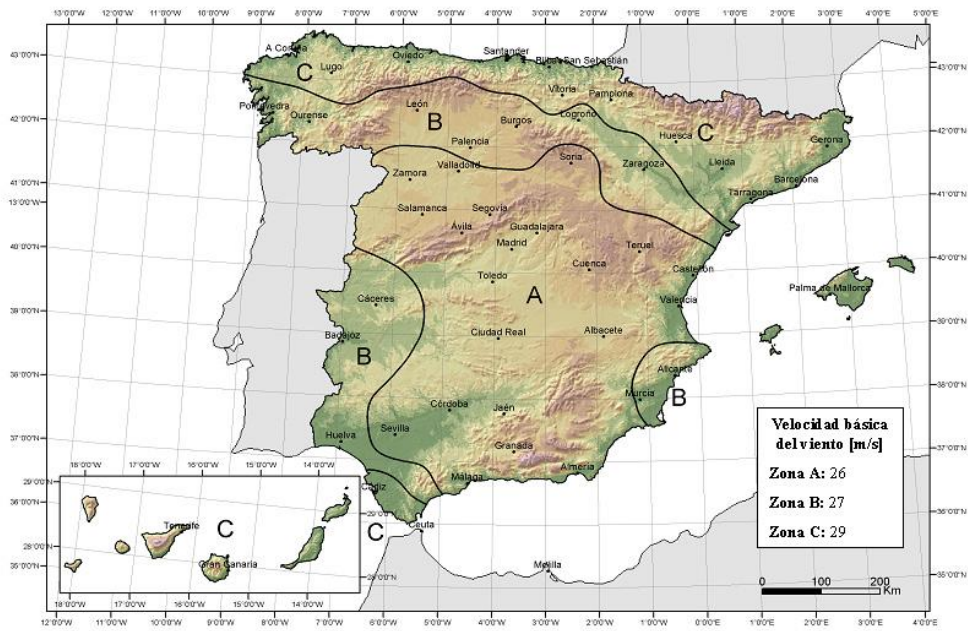


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

2.10 Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Coefficiente de exposición.

La obra se ubica en un entorno urbano consolidado, sin edificios altos inmediatos, con una altura máxima de unos 6m.

Corresponde el Grado IV (“zona urbana en general”):

- $c_e = 1,4$

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

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

2.11 Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Coefficiente eólico.

Dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en las tablas 3.5 y D.3.

- Para paramentos verticales: c_p entre 0,8 y -1,5
- Para cubiertas ligeras y textiles: valores de succión entre -1,0 y -1,8

Para el caso más desfavorable: $c_p = -1,8$

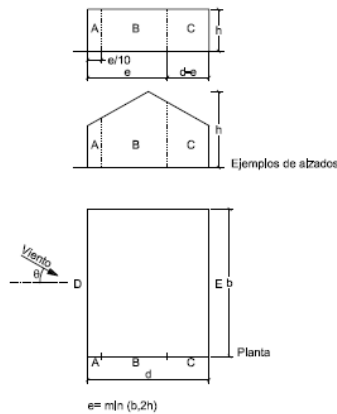
Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

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

2.12 Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

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

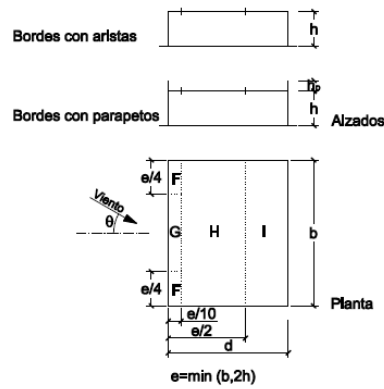
Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

2.13 Tabla D.3 Paramentos verticales

Tabla D.4 Cubiertas planas



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

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

2.14 Tabla D.4 Cubiertas planas

Coefficiente eólico.

Tenemos entonces una carga de viento, q_e :

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p = - 1,058 \text{ kN/m}^2 \text{ (succión)}$$

donde la presión dinámica del viento $q_b = 0,42$

donde el coeficiente de exposición $c_e = 1,4$

donde el coeficiente eólico $c_p = -1,8$ (en zona F)

2.2.4. Acciones térmicas

Debido a la naturaleza abierta, ventilada y no hermética de las estructuras en madera, así como la baja rigidez térmica de los elementos utilizados, no se consideran acciones térmicas significativas para el cálculo.

2.2.5. Sobrecarga de nieve

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

Según la Tabla 3.8 del DB-SE-AE, para Granada (altitud aproximada 690 m), la carga de nieve es: **0,5 kN/m²**

Dado que las estructuras del proyecto son ligeras, abiertas y situadas en cotas bajas, esta carga se aplica únicamente a las cubiertas de FRPV y paneles horizontales textiles expuestos.

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	10	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	690	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	650	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

2.15 Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

2.3. ACCIONES ACCIDENTALES

No se consideran acciones accidentales específicas por no ser relevantes para el tipo de estructuras diseñadas.

3. MATERIALES

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

Los materiales utilizados en el proyecto de la estructura serán hormigón HA-25 y acero de armar B-500, y la madera maciza de pino C22. Los valores característicos de los materiales vienen justificados por el CE.

3.1.1. Hormigón HA-25

Para los elementos estructurales de hormigón armado (tanto para la contención con muros de pantalla como en la cimentación con zapatas aisladas) se utilizará un hormigón HA-25, con las siguientes características:

Designación	HA-25/B/20/XC1
Resistencia característica a los 28 días f_{ck}	25 N/mm ²
Resistencia a los 7 días	16,2 N/mm ²
Tipos de cemento	Comunes. CEM I.
Mínimo contenido de cemento	275 kg/m ³
Máximo contenido de cemento	375 kg/m ³
Consistencia	Blanda, B
Asiento del cono de Abrams	6 a 9 cm
Tamaño máximo de árido	20 mm.
Máxima relación agua/cemento	0,60
Tipo de acero	B-500S.
Límite elástico	500 N/mm ²
Mallazo electrosoldado	B 500 T.
Límite elástico	500 N/mm ²
Coefficiente de seguridad	1,5

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.
-----	--------------------------------	--

2.16 Tabla 27.1.a Clases de exposición relativas al hormigón estructural (CE)

Clase de exposición	w_{max} (mm)	
	Hormigón armado (para la combinación cuasi-permanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾	0,4	0,2

2.17 Tabla 27.2 Abertura máxima de la fisura (CE)

Tabla 28 Tipos de cemento utilizables

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
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 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
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)

2.18 Tabla 28 Tipos de cemento utilizables (CE)

3.1.2. Acero de armar B-500-S

Para el armado de la estructura de HA se utilizará acero corrugado B-500-S, adecuado para uso estructural según EHE-08, UNE 36065, DB-SE-A, con las siguientes características:

Designación	B-500-S
Límite elástico	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
Carga de rotura	$f_{sk} = 550 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente de seguridad	1,15
Módulo de elasticidad	200 GPa
Ductilidad	Clase B (soldable)

3.1.3. Madera maciza pino C22

La madera estructural utilizada en plazas, pérgolas, graderíos y puentes reinterpretados es madera maciza de pino C22, según UNE-EN 338 y DB-SE-M (CTE).

Corresponde a una clase resistente media, adecuada para estructuras ligeras y modulares expuestas parcialmente al

exterior. Las características del material son las siguientes:

Designación	C22
$f_{m,k}$ (flexión)	22 MPa
$f_{t,0,k}$ (tracción paralela)	13 MPa
$f_{c,0,k}$ (compresión paralela)	21 MPa
$f_{c,90,k}$ (compresión perpendicular)	2,4 MPa
$f_{s,k}$ (cortante)	3,2 MPa
$E_{0,mean}$ (módulo elasticidad paralelo)	10.000 MPa
ρ_k (densidad característica)	310 kg/m ³
ρ_{mean}	350 kg/m ³

4.1 Madera maciza

- Dentro de la madera maciza se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo.
- La madera aserrada, para su uso en estructuras, estará clasificada quedando asignada a una clase resistente (ver procedimiento de asignación en el Anejo C).
- Las clases resistentes son:
 - para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50;
 - para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.
En las cuales los números indican el valor de la resistencia característica a flexión, $f_{m,k}$, expresada en N/mm².
- En el anejo E figuran los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a cada clase resistente de madera laminada aserrada.

2.19 Clases resistentes de la madera maciza

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

2.20 Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente

3.1.4. Acero para uniones metálicas (conectores, placas, tirantes)

Necesario para uniones, placas, tornillería y refuerzos puntuales entre piezas de pino C22 y para encuentros madera-hormigón.

- Pernos y tornillería: acero inoxidable AISI 316 (EN 10088-1, tipo A4) para piezas expuestas al ambiente húmedo cercano al cauce; A2 (304) es aceptable en zonas más secas pero A4 es preferible por durabilidad.
- Placas y chapas estructurales: acero estructural S275JR con protección superficial (galvanizado en caliente, o pintado) + pasivación, o si presupuesto lo permite, placas en acero inoxidable donde el contacto con madera pueda quedar encharcado.
- Recubrimiento: hot-dip galvanizing según UNE-EN ISO 1461 para S275, y pasivación/recubrimientos para tornillería.
- Pernos pretensados / Juntas atornilladas: utilizar arandelas de neopreno/PE para separar contacto directo madera-metal (evita humedades estacionarias y corrosión por contacto).
- Uniones desmontables: preferir tornillería M12-M20 según esfuerzos, con tuercas de seguridad y tratamiento anticorrosión.
- Inserciones metálicas embebidas en madera deben incluir barrera impermeable (EPDM) y junta elástica para evitar entrada de agua.
- Separadores o “standoffs” de polietileno entre chapa y viga para evitar puente hídrico

3.1.5. Panel de cubierta PRFV

Las cubiertas serán paneles de **PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio / GFRP)**, material ligero y con buena resistencia a la corrosión y humedad.

- Baja densidad, fácil prefabricación, translucidez parcial si se requiere, buena relación resistencia/peso, resistencia a la humedad y al ataque biológico.
- Se puede fabricar con texturas antideslizantes y con integraciones para canalización de aguas pluviales.
- Espesor típico para paneles de cubierta: 6-12 mm (según luces y estructura).
- Clase de reacción al fuego: optimizar resina y aditivos para alcanzar B-s1,d0 / M1 si es posible.
- Anclajes: atornillado sobre rastreles de madera C22 o soportes metálicos, con juntas EPDM/EPDM washers.

(Atenuación acústica: los paneles PRFV son rígidos; si se requiere atenuación, usar doble capa con cámara de aire o revestimiento interior absorbente).

3.1.6. Cuadro resumen de materiales

2.21 Cuadro resumen de materiales, propiedades y recomendaciones

Material	Uso	Parámetros	Normativa	Observaciones técnicas
Hormigón HA-25/B/20/XC1	Muros pantalla, dados, zapatas y elementos enterrados.	$f_{ck} = 25$ MPa; árido máximo 20 mm; $a/c \leq 0.60$; consistencia B. Recubrimiento mínimo 40 mm.	EHE-08; CTE DB-SE; DB-SE-C.	Adecuado para ambiente XC1. Integrado con sistema de drenaje. Vertido con control de juntas y bombeo.
Acero B500S	Armado del hormigón (muros pantalla).	$f_{yk} = 500$ MPa; $E_s = 200$ GPa; $\gamma_s = 1.15$.	UNE 36065; EHE-08; CTE DB-SE-A.	Corrugado, soldable. Especial control en zonas expuestas a humedad.
Madera maciza de pino C22	Estructuras ligeras: pérgolas, graderíos, pasarelas, puentes reinterpretados.	$f_{m,k} = 22$ MPa; $f_{c,0,k} = 21$ MPa; $f_{s,k} = 3,2$ MPa; $E_{0,mean} \approx 10.000$ MPa; Clase de servicio: 2; $\gamma_M = 1.30$.	CTE DB-SE-M; UNE-EN 338.	Tratamiento autoclave UC3/UC4. Separación madera-hormigón con EPDM. Uniones desmontables.
Tratamiento de madera (protección)	Toda madera expuesta o semiexpuesta.	Impregnación UC3 y UC4; acabado con aceite UV o similar.	UNE-EN 335; UNE-EN 351.	Fundamental para durabilidad. Evitar puntos de encharcamiento.
Fachada textil técnica (PTFE / PVC-PES)	Revestimiento de talleres, teatros y envolventes ligeras.	Tracción > 2 kN/m; espesor 0.6–1.2 mm; transmisión luminosa 5–30%; permeabilidad variable; filtro acústico y solar.	EN 13501-1 (reacción al fuego); UNE-EN ISO 13934.	Funciona como cortavientos, filtro solar y acústico. Sistema tensado con cinchas inox y perfiles de anclaje. Reemplazable por módulos.
Paneles PRFV (GFRP)	Cubiertas ligeras y filtrantes (Plaza de Isabel la Católica y otras).	Espesor 6–12 mm; alta resistencia a humedad; peso reducido; posibilidad de translucidez.	EN 1013; EN 13501-1 (según resina).	Piezas atornilladas sobre rastreles. Juntas EPDM. Resistencia a corrosión. Fácil mantenimiento.
Acero estructural S275JR	Placas, uniones mixtas madera-metal, apoyos locales.	$f_y = 275$ MPa; ductilidad adecuada para uniones.	EN 10025-2.	Galvanizado en caliente (ISO 1461). Separación mediante arandelas/neopreno en uniones madera-metal.
Acero inoxidable AISI 316 (A4)	Tornillería, abrazaderas, tensores expuestos al cauce.	Excelente resistencia a corrosión.	EN 10088-1; EN ISO 3506.	Indispensable cerca del agua. Evita oxidación y manchas en madera.
EPDM / juntas elastómeras	Interposición entre madera-metal y sellado en cubiertas.	Elevada elasticidad, resistencia UV y a humedad.	EN 1337; EN 681-1.	Evita acumulación de agua y corrosión. Asegura estanqueidad.
Pavimentos ligeros y solados	Pasarelas y zonas de tránsito.	Tablas de madera C22 o materiales cerámicos de bajo espesor; carga ≈ 1 kN/m ² .	CTE DB-SE-AE.	Sistema ventilado, fijación visible o oculta según tramo.

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el diseño, cálculo y verificación de los elementos estructurales del proyecto se ha aplicado la normativa vigente en el marco regulador español y europeo, siguiendo los criterios de seguridad estructural del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del Código Estructural. A continuación se resumen los documentos normativos utilizados:

4.1. *CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)*

4.1.1. DB-SE. Seguridad estructural

Criterios generales para análisis, estados límite y combinaciones de acciones.

4.1.2. DB-SE-AE. Acciones en la edificación

Determinación de acciones permanentes, variables (sobrecargas de uso, viento, nieve), accidentales y coeficientes parciales y de simultaneidad aplicados en los cálculos.

4.1.3. DB-SE-M. Estructuras de madera

Propiedades resistentes de la madera maciza C22, clases de servicio, coeficientes k_{mod} , coeficientes γ_M y criterios de durabilidad, uniones y comprobaciones mecánicas.

4.1.4. DB-SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad

Aplicado en el diseño de plataformas, pasarelas y puentes peatonales (barandillas, alturas, cargas de uso).

4.2. *CÓDIGO ESTRUCTURAL (2021)*

Norma de referencia para el cálculo, ejecución y control de estructuras de **hormigón armado y acero** en España. Aplicado específicamente a:

- muros pantalla de contención,
- zapatas y cimentaciones puntuales,
- durabilidad en ambientes XC1,
- recubrimientos,
- control de calidad de hormigón y acero,
- criterios de armadura y detalle constructivo.

Sustituye a la antigua Instrucción EHE-08 en los aspectos vigentes.

4.3. *NORMAS UNE Y EUROCÓDIGOS COMPLEMENTARIOS*

Los materiales utilizados en el proyecto de la estructura serán hormigón HA-25 y acero de armar B-500, y la madera maciza de pino C22. Los valores característicos de los materiales vienen justificados por el CE.

4.3.1. UNE-EN 338: Clases resistentes de la madera estructural

Clasificación mecánica C22 utilizada en las plazas y puentes reinterpretados.

4.3.2. UNE-EN 1995-1-1 (Eurocódigo 5)

Criterios de cálculo en madera, uniones, rigideces y estados límite (empleado como referencia técnica complementaria al DB-SE-M).

4.3.3. UNE-EN 1991 (Eurocódigo 1)

Interpretación de acciones de viento y nieve en casos donde se requiere contraste o valores de referencia.

4.3.4. UNE-EN ISO 1461

Galvanizado en caliente para uniones metálicas expuestas a humedad.

4.3.5. UNE-EN 10088 / EN ISO 3506

Especificación del acero inoxidable AISI 316 (A4) para tornillería y herrajes próximos al agua.

4.3.6. EN 13501-1

Clasificación de reacción al fuego de los materiales utilizados (textiles técnicos, PRFV, revestimientos).

4.4. *NORMATIVA MUNICIPAL Y SECTORIAL*

4.4.1. PGOU de Granada

Clasificación de reacción al fuego de los materiales utilizados (textiles técnicos, PRFV, revestimientos).

4.4.2. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Criterios de compatibilidad con dominio público hidráulico.

4.4.3. Normativa de accesibilidad, Junta de Andalucía

Necesaria para el cálculo de pasarelas, rampas y gradas.

5. MÉTODO DE CÁLCULO

Como ya se ha anticipado anteriormente, el análisis estructural del proyecto se ha centrado en **tres piezas fundamentales**, seleccionadas por su relevancia dentro de la intervención y por representar tipologías estructurales distintas que permiten evaluar la viabilidad global de la propuesta:

- **La apertura, contención y estabilización del cauce del río Darro**, resuelta mediante dos **muros pantalla de hormigón armado (se consideran de características iguales, suponiendo las condiciones de carga más desfavorables)**, que constituye la estructura principal necesaria para retirar el embovedado existente y garantizar la estabilidad de los terrenos y edificaciones colindantes tanto durante la obra como en su estado final.
- **La estructura ligera de madera de la Plaza de Isabel la Católica**, asociada al anfiteatro fluvial, cuya geometría escalonada y cubierta filtrante requieren un análisis detallado de pórticos, cargas de uso, viento y estabilidad global.
- **El puente reinterpretado del Álamo**, estructura peatonal en madera maciza de pino C22 que reproduce la posición del puente histórico y actúa como ejemplo representativo del sistema modular utilizado para la reconstrucción contemporánea de los puentes desaparecidos.

Para cada uno de estos elementos se aplica un **método de cálculo específico**, adaptado a su naturaleza y condiciones de carga:

- En el **muro pantalla**, el análisis se realiza mediante un **modelo no lineal de interacción suelo–estructura**, empleando un cálculo por **fases sucesivas** que reproduce el proceso constructivo real: excavación, instalación de puntales provisionales, liberación de empujes, actuación de empujes hidrostáticos y comprobación final de la pantalla una vez completado el cauce abierto. El terreno se modeliza mediante coeficientes de balasto asociados a cada estrato y valores geotécnicos derivados del estudio previo. Finalmente se estudia la viabilidad de **optimizar la sección** mediante la introducción de **contrafuertes** laterales que permiten mantener o aumentar el módulo resistente del conjunto reduciendo el volumen de hormigón, siempre garantizando la estabilidad del terreno y los edificios existentes.
- En la **estructura de madera de la plaza**, el cálculo se centra en la verificación de los **pórticos, apoyos y elementos secundarios**, considerando peso propio, sobrecargas de uso, viento, nieve y acciones accidentales, aplicando los coeficientes k_{mod} , γ_M y las clases de servicio establecidas en el DB-SE-M.
- En el **puente del Álamo**, la estructura se analiza como una pasarela simplemente apoyada sometida a cargas peatonales, viento y acciones de vibración asociadas al uso peatonal, verificando flexión, cortante, flecha y estabilidad lateral según el DB-SE-M.

Tras la obtención de los esfuerzos solicitantes (axil, cortante, momento flector y desplazamientos), cada estructura se comprueba según los criterios del **Código Estructural, DB-SE, DB-SE-AE y DB-SE-M**, evaluando: estado límite último (resistencia), estado límite de servicio (deformaciones y fisuración), durabilidad, recubrimientos o tratamientos, y la adecuación de los materiales a las condiciones ambientales del cauce fluvial.

5.1. CÁLCULO DE MURO PANTALLA

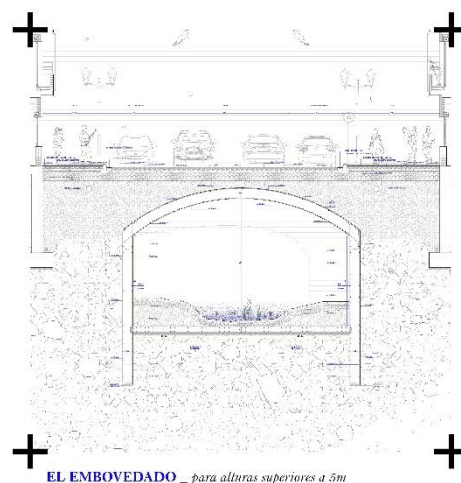
La apertura del cauce del río Darro exige comprender previamente el **estado actual del terreno**, la geometría del **embovedado existente** y el modo en que dicho embovedado está trabajando como elemento de contención. Antes de proceder al cálculo del muro pantalla, se aporta la siguiente documentación gráfica, fundamental para contextualizar la intervención:

1. Sección del embovedado para alturas superiores a 5 m

Esta sección muestra la configuración actual del cauce embovedado en los tramos de mayor altura. Se aprecia la bóveda de fábrica que actualmente:

- actúa como elemento de contención lateral,
- transmite cargas hacia el terreno,
- soporta el tráfico y el pavimento urbano,
- y mantiene retenido el material que rellena el antiguo cauce.

Su eliminación obliga a disponer un sistema estructural que garantice las mismas funciones —y de manera más segura— durante y después de las obras.



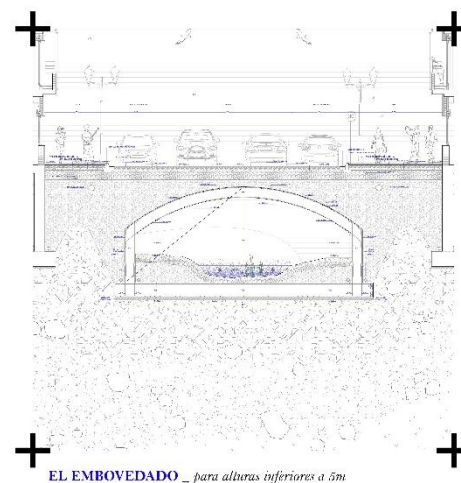
5.1 Sección del embovedado para alturas superiores a 5m

2. Sección del embovedado para alturas inferiores a 5 m

Este segundo corte pone de manifiesto las variaciones geométricas del embovedado en los tramos de menor altura, así como su relación con las edificaciones colindantes. Se observa:

- el escaso espesor de la bóveda en algunos tramos,
- la proximidad de cimentaciones existentes,
- la presencia de rellenos heterogéneos,
- el nivel freático y el contacto con el agua.

Esto refuerza la necesidad de sustituir la bóveda por un elemento que controle empujes laterales y presiones hidrostáticas de forma fiable.

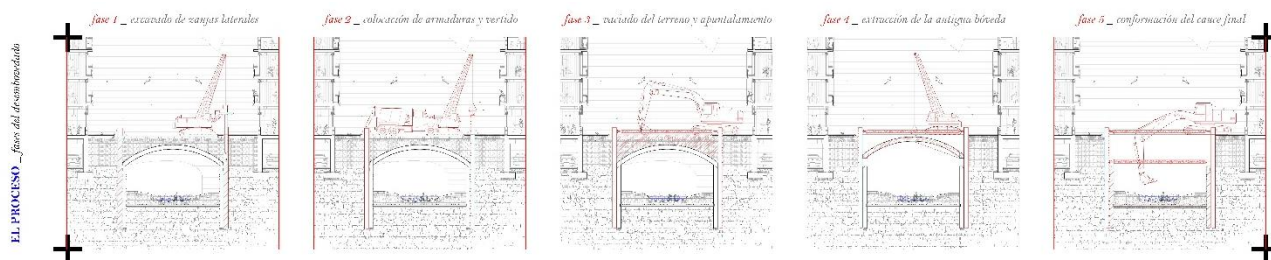


5.2 Sección del embovedado para alturas inferiores a 5m

3. Proceso de desembovedado por fases

El proceso previsto para la retirada de la bóveda se representa en cinco fases constructivas.

Este esquema es esencial para entender que el muro pantalla no solo debe resistir los empujes en su estado final, sino también los estados más desfavorables que se producen **durante la excavación**, momento en el que las deformaciones laterales tienden a aumentar y las presiones del terreno no están equilibradas.



5.3 Proceso de desembovedado del río Dauro y contención con muros pantalla

Excavación por bataches

La excavación asociada al desembovedado se realizará por **bataches sucesivos**, garantizando la estabilidad del terreno y la seguridad de las edificaciones colindantes durante todo el proceso. Esta metodología permite retirar el material en pequeños volúmenes alternos, evitando la liberación brusca de empujes, reduciendo los desplazamientos laterales del terreno y permitiendo la instalación progresiva de puntales provisionales. La excavación por bataches es especialmente adecuada en entornos urbanos estrechos y sobre estructuras existentes, como el embovedado del Darro, donde es imprescindible mantener un control estricto de deformaciones en cada fase.

Papel estructural del muro pantalla

El muro pantalla se proyecta para asumir tres funciones críticas:

- **Garantizar la estabilidad del terreno** una vez retirada la bóveda.
- **Permitir una excavación segura por fases**, limitando los desplazamientos mediante puntales provisionales.
- **Actuar como contención definitiva** del nuevo cauce abierto, resistiendo empujes activos del terreno, presiones hidrostáticas y sobrecargas urbanas de la calle de coronación.

Para ello, se realiza un **cálculo no lineal de interacción suelo–estructura**, modelizando los distintos estratos geotécnicos, el nivel freático y la secuencia real de obra. Este método permite obtener los esfuerzos (momento, cortante, axil), desplazamientos, presiones en cada fase y verificar posteriormente el cumplimiento de los estados límite definidos por el Código Estructural.



5.4 Sección transversal del río Dauro desembovedado, contención con los 2 muros pantalla

5.1.1. Cargas consideradas en el cálculo del muro pantalla

El dimensionado del muro pantalla se realiza considerando todas las acciones que actúan sobre el terreno y sobre la propia estructura tanto **durante la excavación** (estados transitorios) como en su **configuración final** (estado permanente). Las cargas adoptadas siguen los criterios del *CTE DB-SE* y *DB-SE-AE*, complementados con la metodología geotécnica habitual para pantallas en entornos urbanos.

Consideramos dos cargas fundamentales para el cálculo del muro pantalla, la correspondiente a los **edificios colindantes**, y la correspondiente a la **calle**.

EL EDIFICIO COLINDANTE TIPO

La presencia de edificios adosados a la traza del antiguo embovedado constituye uno de los factores determinantes en el cálculo del muro pantalla. Las cargas verticales transmitidas por la cimentación existente generan un incremento significativo de las tensiones verticales en el terreno, lo que se traduce en un aumento de la **presión en reposo ($K_0 \cdot \sigma_v$)** y, por tanto, en un mayor empuje sobre la pantalla.

El edificio tipo cuenta con cinco plantas residenciales sobre rasante, una planta baja comercial y una planta sótano destinada a garaje y cuartos técnicos, con una superficie en planta de aproximadamente 150 m^2 ($15 \times 10 \text{ m}$).

De acuerdo con el **Documento Básico DB-SE AE “Acciones en la edificación”** del *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, se han adoptado las siguientes cargas características para la evaluación de las acciones gravitatorias:

Peso propio de los elementos constructivos

Según el **Anejo C del DB-SE AE**, los pesos propios de los elementos estructurales y constructivos habituales son los siguientes:

- Forjados unidireccional: **4,0 kN/m²** (tabla C.5)
- Solados: **1,0 kN/m²** (tabla C.5)
- Tabiquería y particiones interiores: **1,0 kN/m²** (apartado C.5)

Por tanto, se considera un **peso propio medio por planta de 6,0 kN/m²**.

Sobrecargas de uso

Según la **Tabla 3.1 del DB-SE AE**, las sobrecargas características de uso son:

- Viviendas (categoría A1): **2,0 kN/m²**.
- Locales comerciales (categoría D1): **5,0 kN/m²**.
- Garajes o aparcamientos (categoría E): **2,0 kN/m²**.

Cubierta

Para la cubierta plana transitable únicamente para mantenimiento, se adoptan los siguientes valores:

- Peso propio de cubierta ligera: **1,5 kN/m²** (Anejo C).
- Sobrecarga de mantenimiento: **1,0 kN/m²** (Tabla 3.1, categoría F).
- Carga de nieve: **0,5 kN/m²**, valor característico para Granada capital (altitud < 1.000 m) según el **apartado 3.5 y Tabla 3.8 del DB-SE AE**.

Por tanto, la **acción total en cubierta** asciende a **3,0 kN/m²**.

Valores adoptados por planta:

- Cubierta: $1,5$ (peso propio) + $1,0$ (mantenimiento) + $0,5$ (nieve) = **$3,0 \text{ kN/m}^2$** .
- Cada planta residencial (5 plantas): $6,0$ (peso propio) + $2,0$ (sobrecarga uso) = **$8,0 \text{ kN/m}^2$** .
- Planta baja comercial: $6,0 + 5,0 = 11,0 \text{ kN/m}^2$.
- Planta sótano (garaje): $6,0 + 2,0 = 8,0 \text{ kN/m}^2$.

Cálculo de la acción vertical global:

$$q_{huella} = q_{cubierta} + 5 \cdot q_{vivienda} + q_{baja} + q_{sótano}$$
$$q_{huella} = 3,0 + 5 \cdot 8,0 + 11,0 + 8,0 = 62,0 \text{ kN/m}^2$$

Para la huella proyectada de 150 m^2 la carga vertical característica transmitida a cimentación es:

$$Q = 62,0 \text{ kN/m}^2 \times 150 \text{ m}^2 = 9300 \text{ kN}.$$

LA CALLE

Sobre la pantalla actúan las sobrecargas correspondientes al peso propio y al uso urbano de la calle ubicada sobre el embovedado existente:

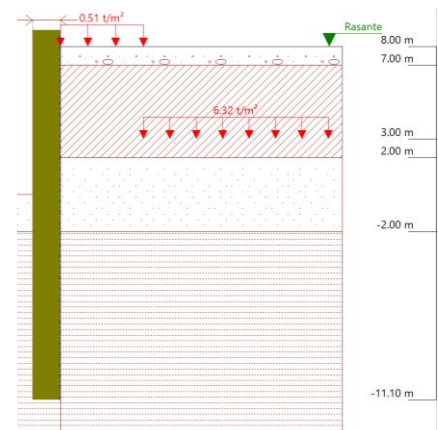
- **Sobrecarga uniforme de uso urbano:**
 $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (categoría C3 según DB-SE-AE)
- **Sobrecarga de pavimentos y acabados:**
 $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$ (según tabla de acciones permanentes)
- **Sobre carga de tráfico rodado:**
 $q = 10 \text{ kN/m}^2$ (de acuerdo con DB-SE-AE para zonas accesibles a vehículos ligeros).

En conjunto, la sobrecarga transmitida al terreno y, por tanto, al muro es:

$$q_{superficie} = 5,0 + 1,0 + 10 = 16,0 \text{ kN/m}^2$$

APLICACIÓN EN LA SECCIÓN

El resultado de estas cargas se ve reflejado en la imagen siguiente, donde se han plasmado en el programa de cálculo las dos sobrecargas en unidades de t/m^2 . A la izquierda, la sobrecarga relativa a la calle ($0,51 \text{ t/m}^2$); y a la derecha la relativa a los edificios colindantes ($6,32 \text{ t/m}^2$) situada bajo tierra, pues se aplica en la cara inferior de la cimentación del edificio.



5.5 Sección del terreno con las sobrecargas aplicadas

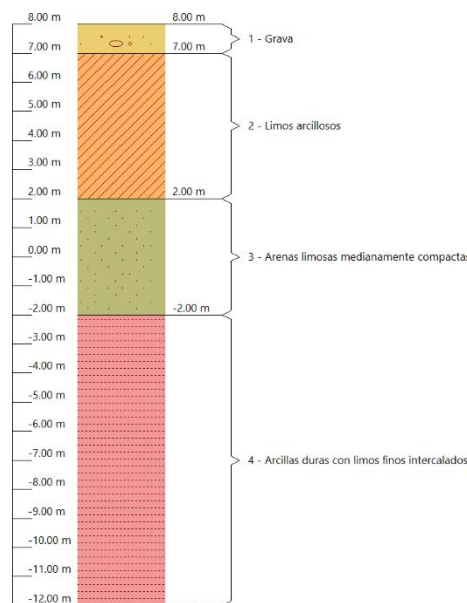
5.1.2. Estudio geotécnico y modelo del terreno

El comportamiento del muro pantalla está condicionado por las características geotécnicas del terreno atravesado por el antiguo cauce del Darro. La traza del embovedado se apoya sobre **rellenos heterogéneos**, depósitos de **gravas limosas** y niveles de **transición compacta**, materiales que presentan variabilidad y un grado de compacidad moderado.

El estudio del terreno permite establecer los parámetros resistentes, deformacionales y de interacción necesarios para el cálculo del muro mediante un modelo suelo–estructura.

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Grava	8.00 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo de rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.20 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 10000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 10000.0 t/m ³ Gradiente del módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00
2 - Limos arcillosos	7.00 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo de rozamiento interno: 20 grados Cohesión: 0.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 3000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 3000.0 t/m ³ Gradiente del módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.49 Reposo trasdós: 0.66 Pasivo trasdós: 2.04 Activo intradós: 0.49 Reposo intradós: 0.66 Pasivo intradós: 2.04
3 - Arenas limosas medianamente compactas	2.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo de rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 10.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4000.0 t/m ³ Gradiente del módulo de balasto: 0.1 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00
4 - Arcillas duras con limos finos intercalados	-2.00 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo de rozamiento interno: 20 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m ³ Gradiente del módulo de balasto: 10.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.49 Reposo trasdós: 0.66 Pasivo trasdós: 2.04 Activo intradós: 0.49 Reposo intradós: 0.66 Pasivo intradós: 2.04

5.6 Estratigrafía y propiedades del terreno



5.7 Perfil estratigráfico del terreno

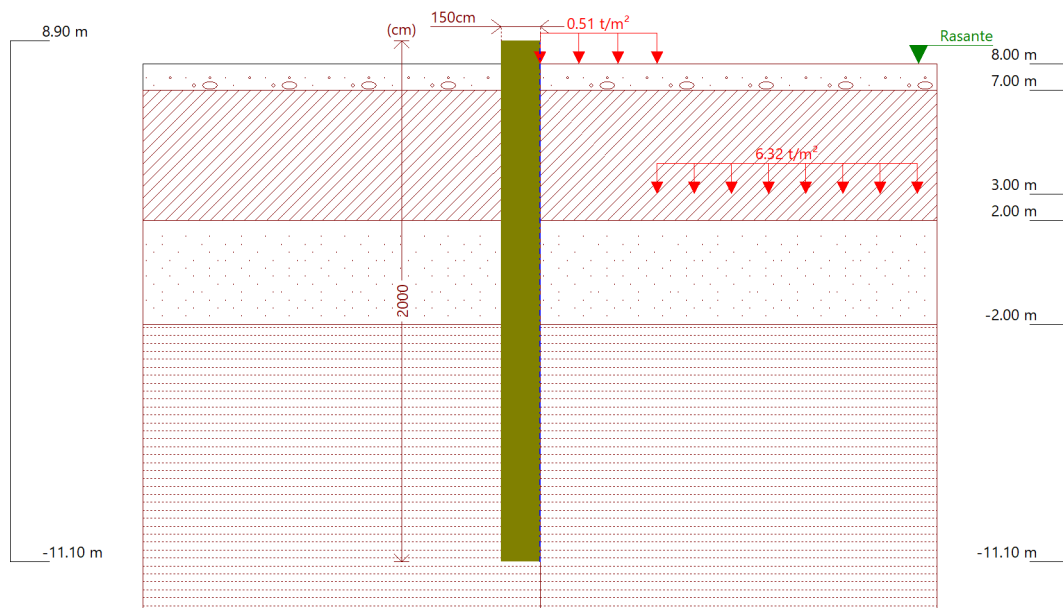
5.1.3. El muro pantalla y sus fases estructurales

Geometría. Se plantea en el modelo de CYPE un muro pantalla con las siguientes características:

- Altura total: **20,00 m**
- Espesor: **150 cm**
- Longitud tramo (coincide con bataches): **2,50 m**
- Tras un proceso de iteración y ajuste, se plantea el siguiente armado, que será comprobado posteriormente:

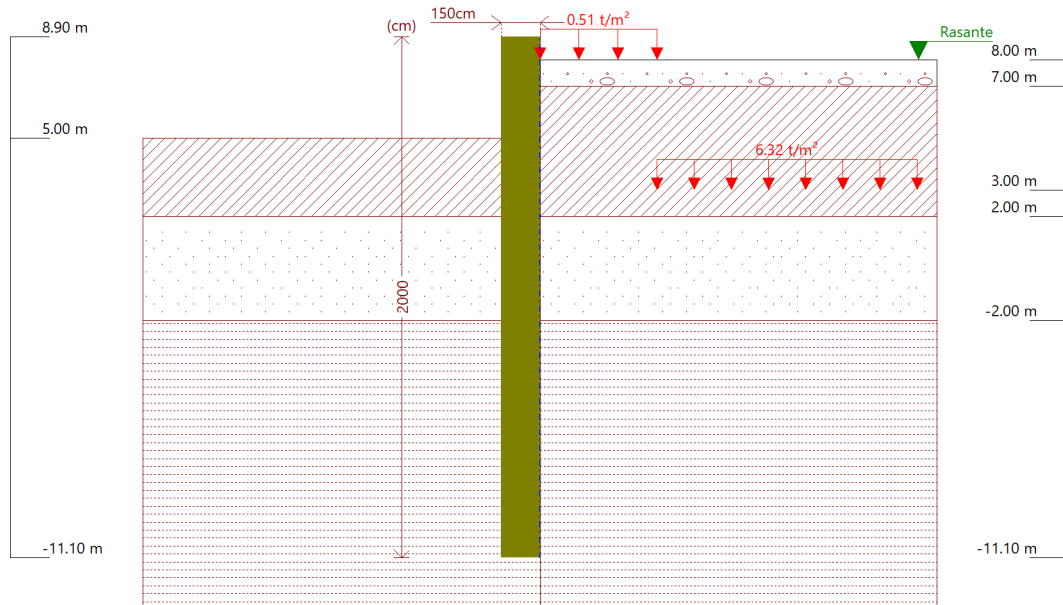
Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical
Ø20c/20	Ø20c/20	Ø12c/20	2Ø20
Refuerzos: - Ø16 L(775), D(570)			
D: Distancia desde coronación			

Fases. El comportamiento del muro pantalla a lo largo del proceso de excavación se analiza mediante ocho fases estructurales generadas con el modelo en CYPE, que reproducen la secuencia real de obra. Cada fase modifica las condiciones de contorno, el nivel de excavación, el grado de confinamiento del terreno y la actuación de los puntales.



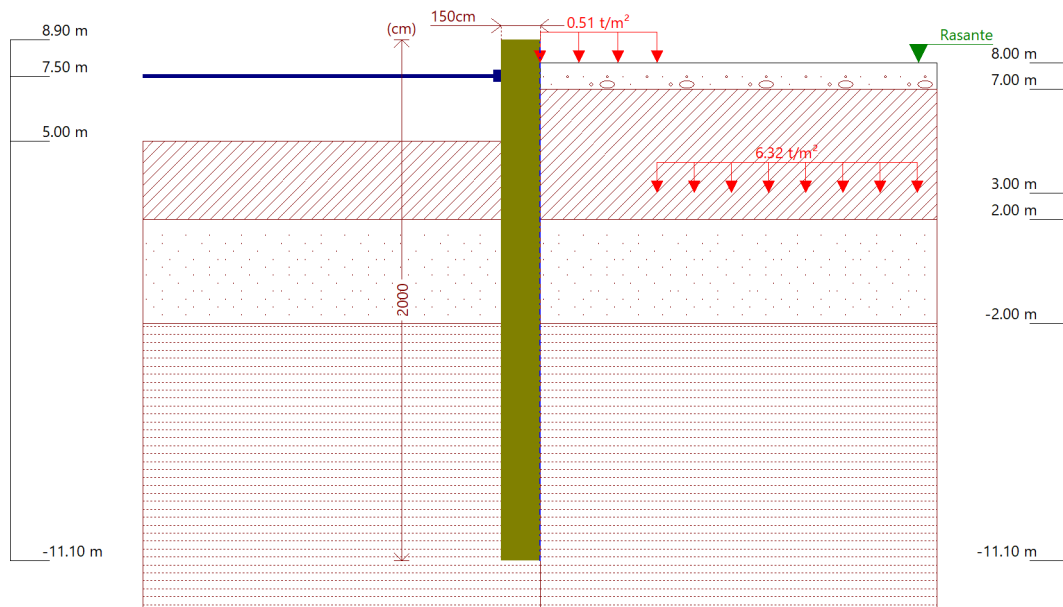
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado inicial, cota 0.00 m	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: 8.00 m

Observaciones: La pantalla se encuentra completamente confinada por el terreno. El empuje lateral corresponde casi por completo al estado en reposo (K_0). No hay excavación, no hay puntales y las presiones hidrostáticas son nulas. Este estado sirve como referencia tensional inicial del terreno y del muro.



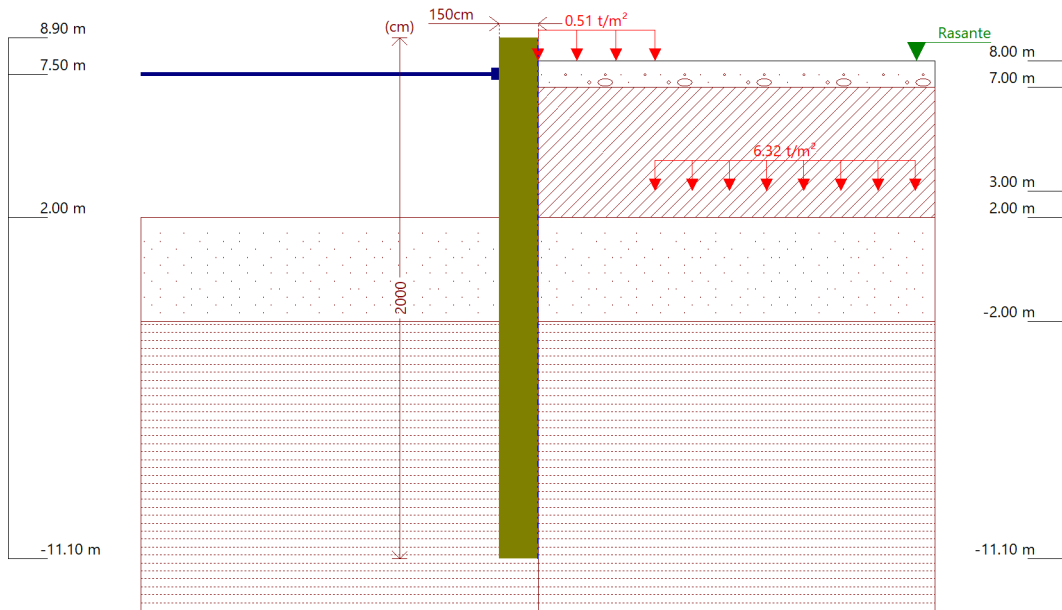
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Fase 1, cota -3.00 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 5.00 m

Observaciones: Se retira el terreno hasta -3.00 m. Comienza a aparecer empuje activo (K_a) en la parte superior excavada. La porción inferior permanece confinada \rightarrow empuje en reposo K_0 . El momento flector aumenta respecto a Fase 1, con primer pico en cota -1 a -2 m.



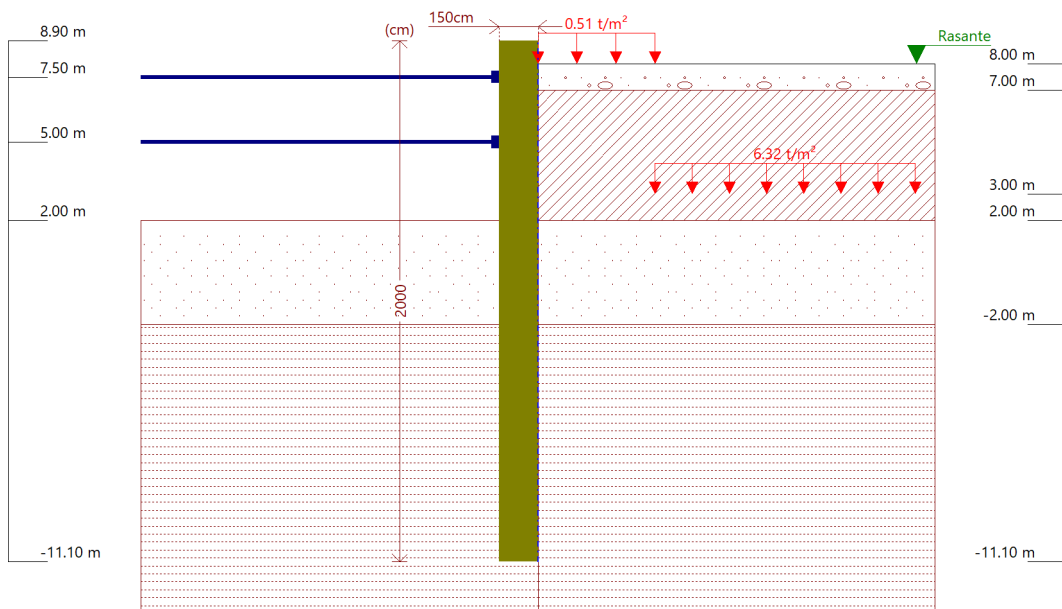
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Fase 1, cota -3.00 m + puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 5.00 m

Observaciones: Se coloca un puntal a cota $+7.50$ m. El puntal introduce una restricción horizontal, reduciendo desplazamientos. Se redistribuyen momentos, apareciendo un punto de inflexión en la zona media.



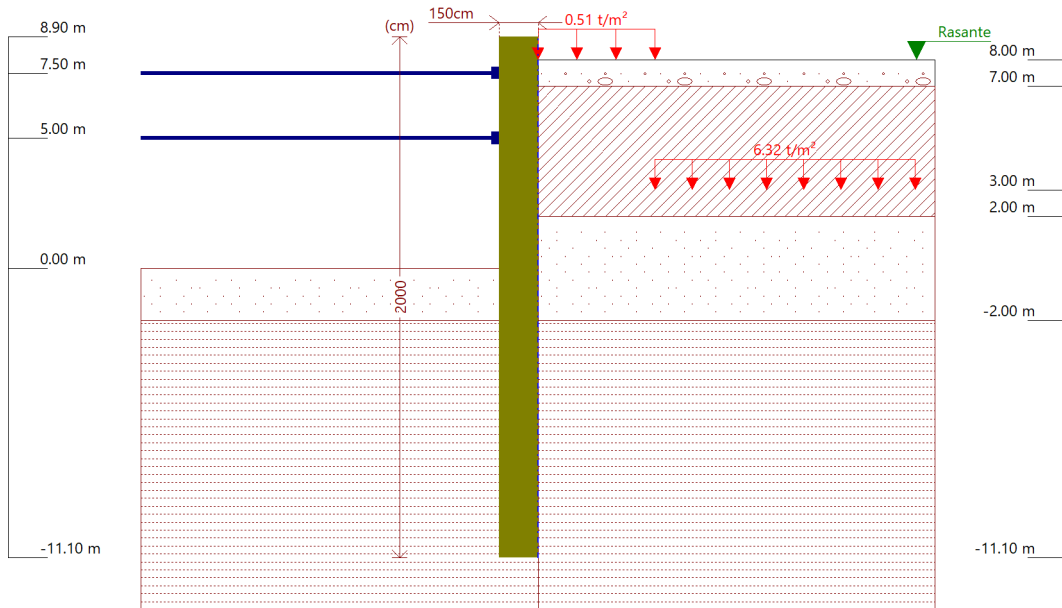
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Fase 2, cota -6.00 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 2.00 m

Observaciones: *Se continúa la excavación hasta -6.00 m sin puntales adicionales. Gran parte del muro queda sin confinamiento → aumento significativo del empuje activo. Aparecen momentos flectores importantes en la mitad superior. La pantalla trabaja con mayor esbeltez → mayores desplazamientos.*



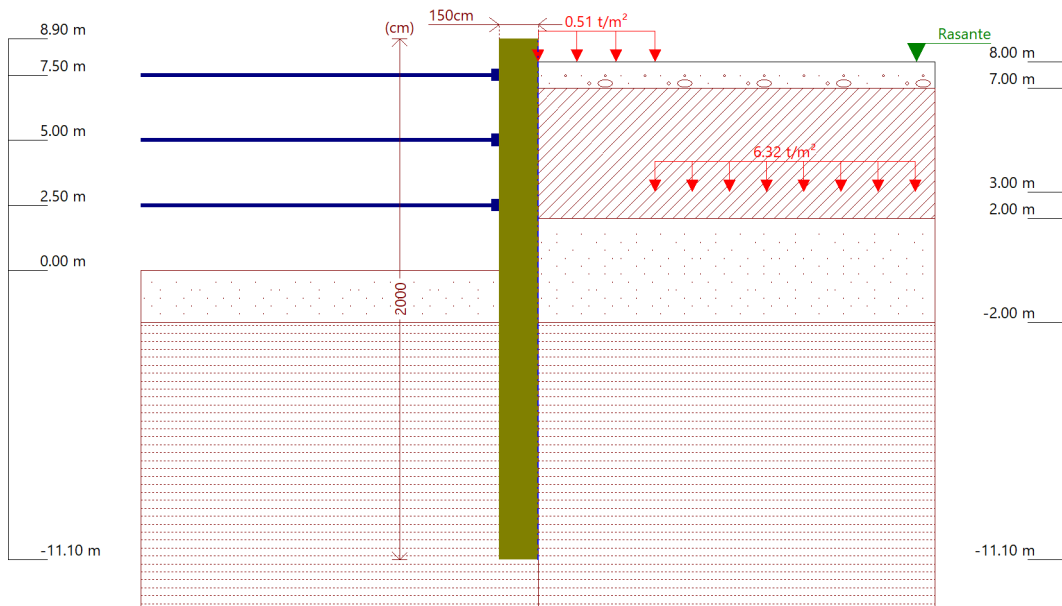
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Fase 2, cota -6.00 m + puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 2.00 m

Observaciones: Se coloca un puntal a cota +5.00 m. El nuevo apoyo reduce la luz libre efectiva del muro y disminuye los desplazamientos. Los esfuerzos se concentran en el nivel del puntal (picos de cortante y momento). Esta fase estabiliza la pantalla tras la excavación profunda.



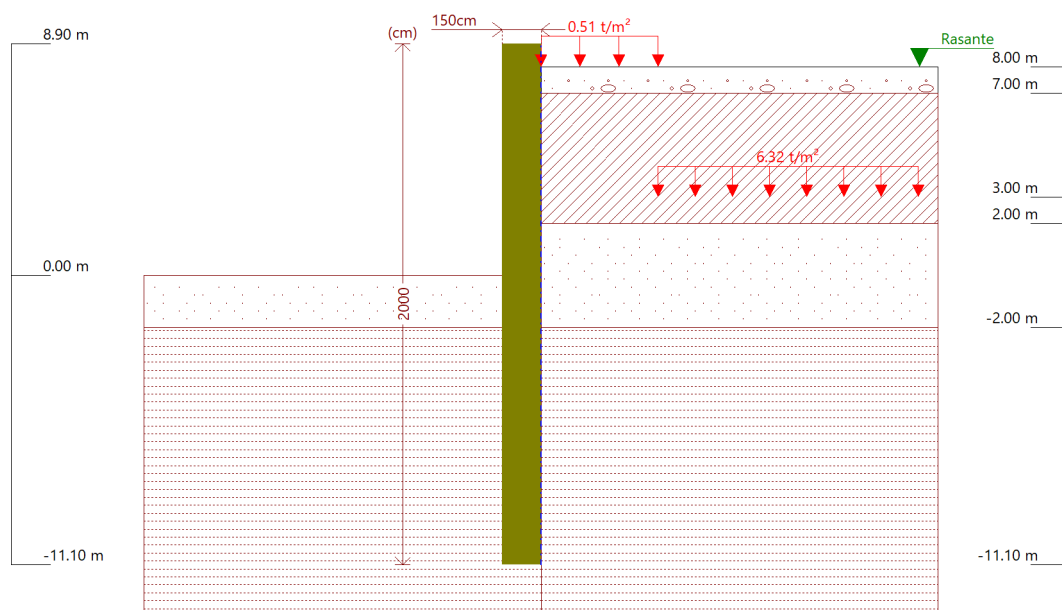
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Fase 3, cota -8.00 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

Observaciones: Se alcanza la profundidad máxima prevista. El muro queda casi totalmente sin confinamiento lateral en su intradós. Aparecen los mayores desplazamientos en ausencia de puntales. Las presiones hidrostáticas pueden intervenir si se corta el nivel freático. Esta fase representa el escenario más desfavorable sin apuntalamiento.



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Fase 3, cota -8.00 m + puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

Observaciones: Se coloca un puntal a cota +2.50 m. La restricción baja redistribuye los esfuerzos, reduciendo el desplazamiento máximo. El muro presenta una forma de deformada con doble curvatura debido a los apoyos en coronación y niveles intermedios. Es la fase más representativa del comportamiento apuntalado real de obra.



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Estado final	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m

Observaciones: Una vez retirados los puntales y conformado el cauce, la pantalla recupera confinamiento parcial. Los empujes se estabilizan en un rango entre K_a (zona excavada) y K_0 (zona natural). El estado final presenta menores momentos y desplazamientos que las fases sin puntales. Esta fase se utiliza para las verificaciones de estado límite de servicio (fisuración, flechas) y durabilidad.

Cargas. Se introducen las cargas que afectan en el trasdós del muro, en el modelo de CYPE. Son las calculadas anteriormente, correspondientes al uso y el peso propio de la calle y los edificios colindantes.

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
En banda	3 m	Valor: 6.32 t/m ² Ancho: 10 m Separación: 9.5 m	Estado inicial, cota 0.00 m	Estado final
En banda	En superficie	Valor: 0.51 t/m ² Ancho: 4,5 m Separación: 2.25 m	Estado inicial, cota 0.00 m	Estado final

Puntales. Se definen en el modelo de CYPE los puntales que se emplearán en la obra, así como sus cotas y sus fases de inicio y fin de aplicación.

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: 7.50 m Rigidez axil: 1000000 t/m Separación: 2.5 m	Fase 1, cota -3.00 m + puntal	Fase 3, cota -8.00 m + puntal
Cota: 5.00 m Rigidez axil: 1000000 t/m Separación: 2.5 m	Fase 2, cota -6.00 m + puntal	Fase 3, cota -8.00 m + puntal
Cota: 2.50 m Rigidez axil: 1000000 t/m Separación: 2.5 m	Fase 3, cota -8.00 m + puntal	Fase 3, cota -8.00 m + puntal

5.1.4. Resultados del cálculo del modelo de CYPE

Los resultados obtenidos mediante el modelo numérico desarrollado en CYPE representan la evolución de los esfuerzos en el muro pantalla a lo largo de las diferentes fases estructurales analizadas. Para cada fase, el programa proporciona las magnitudes fundamentales necesarias para el dimensionado del muro:

- Desplazamientos horizontales a lo largo de la profundidad,
- Ley de axiles (N),
- Ley de cortantes (V),
- Ley de momentos flectores (M),
- Presiones del terreno (empuje activo, empuje en reposo y variación por pérdida de confinamiento),
- Presiones hidrostáticas cuando procede,
- Reacciones de los puntales en las fases donde estos se instalan.

Los valores mostrados en las tablas del documento corresponden a esfuerzos sin mayorar, según formato estándar de CYPE, lo que permite identificar con precisión qué fase es la más desfavorable a efectos de desplazamientos y momentos, cómo varía la forma de la deformada del muro según cambia el nivel de excavación, cómo influye la presencia o ausencia de puntales, y en qué cotas se producen los máximos de cada magnitud.

En este apartado se presentan los resultados de cada fase tal como los genera el software, mientras que en el siguiente se realiza una interpretación técnica, comparando deformadas, picos de momento, cortantes críticos y variaciones de presión. Esa interpretación permitirá extraer las conclusiones estructurales definitivas del muro pantalla y justificar su sección, armado y comportamiento tanto en obra como en el estado final.

Muro pantalla, resultados por fases. (Esfuerzos sin mayorar)

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	0.10	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	0.00	8.09	1.04	0.78	0.36	0.00
4.73	-0.09	15.63	1.10	3.18	-0.38	0.00
2.72	-0.20	23.17	-0.30	4.04	-0.79	0.00
0.71	-0.33	30.71	-1.39	2.09	-0.35	0.00
-1.30	-0.47	38.25	-2.42	-1.69	-0.95	0.00
-3.31	-0.61	45.78	-1.30	-6.48	1.32	0.00
-5.32	-0.71	53.32	0.77	-6.53	0.65	0.00
-7.33	-0.77	60.86	1.53	-3.92	0.05	0.00

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
-9.34	-0.82	68.40	1.17	-1.08	-0.45	0.00
Máximos	0.10 Cota: 8.90 m	75.00 Cota: -11.10 m	1.54 Cota: -7.58 m	4.13 Cota: 3.23 m	1.70 Cota: -2.05 m	0.00 Cota: 8.90 m
Mínimos	-0.85 Cota: -11.10 m	0.00 Cota: 8.90 m	-3.25 Cota: -2.05 m	-7.01 Cota: -4.31 m	-1.25 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.8 Fase 1: estado inicial, cota 0.00 m. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	-0.29	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	-0.45	8.09	0.57	0.33	0.87	0.00
4.73	-0.59	15.63	3.50	4.53	0.57	0.00
2.72	-0.75	23.17	3.72	12.16	-0.17	0.00
0.71	-0.98	30.71	0.70	17.34	-2.58	0.00
-1.30	-1.31	38.25	-5.96	11.86	-4.62	0.00
-3.31	-1.69	45.78	-5.39	-3.34	3.00	0.00
-5.32	-2.06	53.32	-0.48	-8.19	1.72	0.00
-7.33	-2.38	60.86	1.89	-6.07	0.51	0.00
-9.34	-2.66	68.40	1.92	-1.87	-0.60	0.00
Máximos	-0.29 Cota: 8.90 m	75.00 Cota: -11.10 m	3.88 Cota: 3.48 m	17.36 Cota: 0.46 m	3.74 Cota: -2.05 m	0.00 Cota: 8.90 m
Mínimos	-2.91 Cota: -11.10 m	0.00 Cota: 8.90 m	-9.73 Cota: -2.05 m	-8.20 Cota: -5.57 m	-5.38 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.9 Fase 2: fase 1, cota -3.00 m. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	-0.29	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	-0.45	8.09	0.57	0.33	0.87	0.00
4.73	-0.59	15.63	3.50	4.53	0.57	0.00
2.72	-0.75	23.17	3.72	12.16	-0.17	0.00
0.71	-0.98	30.71	0.70	17.34	-2.58	0.00
-1.30	-1.31	38.25	-5.96	11.86	-4.62	0.00
-3.31	-1.69	45.78	-5.39	-3.34	3.00	0.00
-5.32	-2.06	53.32	-0.48	-8.19	1.72	0.00
-7.33	-2.38	60.86	1.89	-6.07	0.51	0.00
-9.34	-2.66	68.40	1.92	-1.87	-0.60	0.00
Máximos	-0.29 Cota: 8.90 m	75.00 Cota: -11.10 m	3.88 Cota: 3.48 m	17.35 Cota: 0.46 m	3.74 Cota: -2.05 m	0.00 Cota: 8.90 m
Mínimos	-2.91 Cota: -11.10 m	0.00 Cota: 8.90 m	-9.73 Cota: -2.05 m	-8.20 Cota: -5.57 m	-5.38 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.10 Fase 3: fase 1, cota -3.00 m + puntal. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	-0.12	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	-0.55	8.09	-2.51	-1.94	0.87	0.00
4.73	-0.95	15.63	0.79	-3.84	2.66	0.00
2.72	-1.32	23.17	7.78	5.02	4.89	0.00
0.71	-1.72	30.71	5.92	23.43	-5.43	0.00
-1.30	-2.24	38.25	-7.83	20.95	-9.08	0.00
-3.31	-2.87	45.78	-8.64	-2.54	4.51	0.00
-5.32	-3.49	53.32	-1.22	-10.90	2.64	0.00
-7.33	-4.05	60.86	2.50	-8.56	0.86	0.00
-9.34	-4.56	68.40	2.75	-2.70	-0.80	0.00
Máximos	-0.12 Cota: 8.90 m	75.00 Cota: -11.10 m	11.87 Cota: 1.97 m	25.75 Cota: -0.04 m	5.96 Cota: 2.22 m	0.00 Cota: 8.90 m
Mínimos	-5.00 Cota: -11.10 m	0.00 Cota: 8.90 m	-15.14 Cota: -2.05 m	-11.04 Cota: -5.57 m	-10.32 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.11 Fase 4: fase 2, cota -6.00 m. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	-0.12	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
6.74	-0.55	8.09	-2.51	-1.94	0.87	0.00
4.98	-0.90	14.68	0.18	-4.04	2.43	0.00
2.97	-1.27	22.22	6.69	3.07	4.34	0.00
0.96	-1.66	29.76	7.21	21.94	-5.15	0.00
-1.05	-2.17	37.30	-5.69	22.92	-8.51	0.00
-3.06	-2.79	44.84	-9.83	-0.37	4.73	0.00
-5.07	-3.42	52.38	-1.94	-10.59	2.87	0.00
-7.08	-3.98	59.92	2.23	-9.19	1.07	0.00
-9.09	-4.50	67.46	2.90	-3.39	-0.60	0.00
-11.10	-5.00	75.00	0.00	-0.00	-2.20	0.00
Máximos	-0.12 Cota: 8.90 m	75.00 Cota: -11.10 m	11.87 Cota: 1.97 m	25.75 Cota: -0.04 m	5.96 Cota: 2.22 m	0.00 Cota: 8.90 m
Mínimos	-5.00 Cota: -11.10 m	-0.00 Cota: 8.90 m	-15.14 Cota: -2.05 m	-11.04 Cota: -5.57 m	-10.32 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.12 Fase 5: fase 2, cota -6.00 m + puntal. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	0.21	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	-0.41	8.09	2.33	1.67	1.29	0.00
4.98	-0.93	14.68	-5.25	8.41	2.43	0.00
2.97	-1.55	22.22	1.26	4.59	4.34	0.00
0.96	-2.20	29.76	6.57	15.46	0.44	0.00
-1.05	-2.93	37.30	-3.60	23.02	-12.49	0.00
-3.06	-3.78	44.84	-11.13	-2.44	5.50	0.00

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
-5.07	-4.61	52.38	-1.96	-13.74	3.35	0.00
-7.08	-5.38	59.92	2.90	-11.49	1.24	0.00
-9.09	-6.08	67.46	3.60	-4.20	-0.77	0.00
-11.10	-6.76	75.00	0.00	-0.00	-2.71	0.00
Máximos	0.21	75.00	7.11	24.09	6.60	0.00
	Cota: 8.90 m	Cota: -11.10 m	Cota: -0.04 m	Cota: -0.54 m	Cota: -2.05 m	Cota: 8.90 m
Mínimos	-6.76	-0.00	-17.36	-14.11	-14.84	0.00
	Cota: -11.10 m	Cota: 8.90 m	Cota: -2.05 m	Cota: -5.57 m	Cota: -1.80 m	Cota: 8.90 m

5.13 Fase 6: fase 3, cota -8.00 m. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	0.21	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
6.74	-0.41	8.09	2.33	1.67	1.29	0.00
4.98	-0.93	14.68	-5.25	8.41	2.43	0.00
2.97	-1.55	22.22	1.26	4.59	4.34	0.00
1.21	-2.11	28.82	6.49	13.81	0.32	0.00
-0.80	-2.83	36.36	-0.66	23.93	-11.72	0.00
-2.81	-3.67	43.90	-12.59	0.36	5.78	0.00
-4.82	-4.51	51.44	-2.87	-13.25	3.62	0.00
-6.83	-5.29	58.98	2.52	-12.22	1.50	0.00
-8.84	-5.99	66.52	3.74	-5.11	-0.52	0.00
-10.85	-6.67	74.06	0.96	-0.09	-2.47	0.00
Máximos	0.21	75.00	7.11	24.09	6.60	0.00
	Cota: 8.90 m	Cota: -11.10 m	Cota: -0.04 m	Cota: -0.54 m	Cota: -2.05 m	Cota: 8.90 m
Mínimos	-6.76	0.00	-17.36	-14.11	-14.84	0.00
	Cota: -11.10 m	Cota: 8.90 m	Cota: -2.05 m	Cota: -5.57 m	Cota: -1.80 m	Cota: 8.90 m

5.14 Fase 7: fase 3, cota -8.00 m + puntal. Básica

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
8.90	-6.33	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
6.74	-5.78	8.09	0.57	0.33	0.87	0.00
4.73	-5.27	15.63	3.87	4.63	2.66	0.00
2.72	-4.77	23.17	10.87	19.69	4.89	0.00
0.71	-4.38	30.71	14.96	48.67	0.00	0.00
-1.30	-4.25	38.25	-7.17	62.19	-18.35	0.00
-3.31	-4.44	45.78	-14.70	28.10	4.66	0.00
-5.32	-4.77	53.32	-6.75	8.08	3.02	0.00
-7.33	-5.15	60.86	-1.93	0.41	1.66	0.00
-9.34	-5.52	68.40	0.26	-0.56	0.37	0.00
Máximos	-4.24	75.00	14.96	64.65	5.96	0.00
	Cota: -1.05 m	Cota: -11.10 m	Cota: -0.04 m	Cota: -0.80 m	Cota: 2.22 m	Cota: 8.90 m

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
Mínimos	-6.33 Cota: 8.90 m	0.00 Cota: 8.90 m	-21.24 Cota: -2.05 m	-0.66 Cota: -8.84 m	-18.97 Cota: -1.80 m	0.00 Cota: 8.90 m

5.15 Fase 8: estado final. Básica

Puntales, resultados por fases. (Esfuerzos sin mayorar)

Cota: 7.50 m

Fase	Resultado
Fase 1, cota -3.00 m + puntal	Carga puntual: -0.18 t Carga lineal: -0.07 t/m
Fase 2, cota -6.00 m	Carga puntual: 7.51 t Carga lineal: 3.01 t/m
Fase 2, cota -6.00 m + puntal	Carga puntual: 7.51 t Carga lineal: 3.01 t/m
Fase 3, cota -8.00 m	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.20 mm
Fase 3, cota -8.00 m + puntal	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.20 mm

Cota: 5.00 m

Fase	Resultado
Fase 2, cota -6.00 m + puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Fase 3, cota -8.00 m	Carga puntual: 26.62 t Carga lineal: 10.65 t/m
Fase 3, cota -8.00 m + puntal	Carga puntual: 26.62 t Carga lineal: 10.65 t/m

Cota: 2.50 m

Fase	Resultado
Fase 3, cota -8.00 m + puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m

5.1.5. Comprobaciones

Una vez obtenidos los esfuerzos solicitantes en cada fase del análisis estructural (desplazamientos, axiles, cortantes y momentos), se procede a la verificación del muro pantalla conforme a los criterios del Código Estructural, la antigua EHE-08 y el CTE DB-SE.

El objetivo de estas comprobaciones es garantizar que la sección proyectada y la disposición de armaduras cumplen con los requisitos de resistencia, estabilidad, fisuración, durabilidad y seguridad frente al terreno en todas las fases de obra y en el estado final.

Las comprobaciones realizadas por el programa incluyen:

- Separación máxima de armaduras verticales y horizontales, de acuerdo con la EHE-08, Art. 42.3.1.
- Verificación a flexión compuesta, comprobando la capacidad resistente del muro frente a los momentos y axiles de cálculo en las secciones críticas (norma EHE-08, Título 44).
- Comprobación a cortante, comparando el cortante actuante con el cortante resistente del muro (EHE-08, Art. 44.2.3.2.1).

- Fisuración en estado límite de servicio, evaluando la abertura máxima admisible según condiciones ambientales XC1 (EHE-08, Art. 49.2.3).
- Longitudes mínimas de solape y anclaje, verificadas en base al Art. 69.5.2 de la EHE-08.
- Dimensionado de rigidizadores horizontales y verticales, siguiendo criterios del programa y de la NTE-Cimentaciones.
- Comprobaciones de estabilidad global, mediante los coeficientes de seguridad frente a: empuje activo y pasivo, relación entre momento resistente por pasivo y momento actuante por activo, círculo de deslizamiento péximo (estabilidad al deslizamiento profundo).

Estas comprobaciones se realizan tanto en el estado inicial, como en las fases intermedias de excavación (con y sin puntales), y en el estado final, adoptando siempre los valores mayorados de esfuerzos exigidos por las combinaciones de cálculo establecidas en el CTE.

Los resultados muestran que el muro pantalla cumple todas las verificaciones, tanto en resistencia como en estabilidad, en todas las fases analizadas, garantizando así el correcto comportamiento de la estructura durante la obra y en su vida útil.

Comprobaciones geométricas y de resistencia.

MURO PANTALLA RÍO DAURO

Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00034 Calculado: 0.00037	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 98 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00104	Cumple
-Trasdós:	Calculado: 0.00104	Cumple
-Intradós:	Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00104	Cumple
-Trasdós:	Calculado: 0.00104	Cumple
-Intradós:	Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00171	Cumple
-Trasdós:	Calculado: 0.00171	Cumple

MURO PANTALLA RÍO DAURO

Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00046 Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Calculado: 0.00104	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00012	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 8.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 86.66 t Calculado: 84.95 t	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>	Mínimo: 1.2 m	
- Base trasdós:	Calculado: 1.2 m	Cumple
- Base intradós:	Calculado: 1.2 m	Cumple
Rigidizadores horizontales:		
- Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Máximo: 2.5 m Calculado: 2.5 m	Cumple
Rigidizadores verticales:		
- Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -0.80 m, Md: 258.61 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: 7.38 t, Tensión máxima del acero: 4.279 t/cm²
- Sección crítica a cortante: Cota: -2.06 m
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)

Comprobaciones de estabilidad (coeficientes de seguridad).

MURO PANTALLA RÍO DAURO

Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:		
- Hipótesis básica:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.67	
- Estado inicial, cota 0.00 m:	Calculado: 8.23	Cumple
- Fase 1, cota -3.00 m:	Calculado: 5.684	Cumple
- Fase 1, cota -3.00 m + puntal:	Calculado: 3.839	Cumple
- Fase 2, cota -6.00 m:	Calculado: 2.87	Cumple
- Estado final:	Calculado: 1.993	Cumple
- Fase 2, cota -6.00 m + puntal:		No procede(1)
- Fase 3, cota -8.00 m:		No procede(1)
- Fase 3, cota -8.00 m + puntal:		No procede(1)
⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.		
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.67	
Hipótesis básica:		
- Estado inicial, cota 0.00 m:	Calculado: 3.883	Cumple
- Fase 1, cota -3.00 m:	Calculado: 3.361	Cumple
- Fase 1, cota -3.00 m + puntal:	Calculado: 3.361	Cumple
- Fase 2, cota -6.00 m:	Calculado: 2.826	Cumple
- Fase 2, cota -6.00 m + puntal:	Calculado: 2.826	Cumple
- Fase 3, cota -8.00 m:	Calculado: 2.131	Cumple
- Fase 3, cota -8.00 m + puntal:	Calculado: 2.131	Cumple
- Estado final:	Calculado: 2.009	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Comprobaciones de estabilidad (círculo de deslizamiento pésimo).

MURO PANTALLA RÍO DAURO

Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.8	
Combinaciones sin sismo:		
- Fase 1, cota -3.00 m: Coordenadas del centro del círculo (-6.75 m ; 10.36 m) - Radio: 22.52 m:	Calculado: 5.701	Cumple
- Fase 1, cota -3.00 m + puntal: Coordenadas del centro del círculo (-6.75 m ; 10.36 m) - Radio: 22.52 m:	Calculado: 5.701	Cumple
- Fase 2, cota -6.00 m: Coordenadas del centro del círculo (-4.70 m ; 8.28 m) - Radio: 20.02 m:	Calculado: 3.485	Cumple

MURO PANTALLA RÍO DAURO

Comprobación	Valores	Estado
- Fase 2, cota -6.00 m + puntal: Coordenadas del centro del círculo (-4.70 m ; 8.28 m) - Radio: 20.02 m:	Calculado: 3.485	Cumple
- Fase 3, cota -8.00 m: Coordenadas del centro del círculo (-5.20 m ; 8.73 m) - Radio: 20.50 m:	Calculado: 2.437	Cumple
- Fase 3, cota -8.00 m + puntal: Coordenadas del centro del círculo (-5.20 m ; 8.73 m) - Radio: 20.50 m:	Calculado: 2.437	Cumple
- Estado final: Coordenadas del centro del círculo (-5.20 m ; 8.73 m) - Radio: 20.50 m:	Calculado: 2.437	Cumple

Errores

No hay errores de comprobación

5.1.6. Mediciones

Las mediciones obtenidas del modelo estructural representan los valores característicos de los principales esfuerzos internos y desplazamientos del muro pantalla en cada fase del proceso constructivo. Estas mediciones constituyen la base para identificar los puntos críticos de la estructura y determinar las fases más desfavorables del proceso.

Medición del muro pantalla de hormigón armado.

MURO PANTALLA DE HORMIGÓN ARMADO		B 500 S, Y _s =1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			10x11.02	110.20
	Peso (kg)			10x27.18	271.77
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			10x11.33	113.30
	Peso (kg)			10x27.94	279.42
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)		9x7.75		69.75
	Peso (kg)		9x12.23		110.09
Armado vertical intradós	Longitud (m)			10x11.02	110.20
	Peso (kg)			10x27.18	271.77
Armado vertical intradós	Longitud (m)			10x11.33	113.30
	Peso (kg)			10x27.94	279.42
Junta lateral - Lado cóncavo	Longitud (m)			10x11.00	110.00
	Peso (kg)			10x27.13	271.28
Junta lateral - Lado cóncavo	Longitud (m)			10x11.33	113.30
	Peso (kg)			10x27.94	279.42
Junta lateral - Lado convexo	Longitud (m)			7x11.00	77.00
	Peso (kg)			7x27.13	189.89
Junta lateral - Lado convexo	Longitud (m)			7x11.33	79.31
	Peso (kg)			7x27.94	195.59
Armado horizontal	Longitud (m)	100x5.10			510.00
	Peso (kg)	100x4.53			452.80
Armado horizontal	Longitud (m)	100x5.10			510.00
	Peso (kg)	100x4.53			452.80
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x8.72	17.44
	Peso (kg)			2x21.50	43.01
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.70	19.40
	Peso (kg)			2x23.92	47.84
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x8.69	17.38
	Peso (kg)			2x21.43	42.86
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x8.72	17.44
	Peso (kg)			2x21.50	43.01
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.70	19.40
	Peso (kg)			2x23.92	47.84

Nombre de armado	B 500 S, Ys=1.15			Total
	Ø12	Ø16	Ø20	
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x8.69	17.38
	Peso (kg)		2x21.43	42.86
Totales	Longitud (m)	1020.00	69.75	935.05
	Peso (kg)	905.60	110.09	2305.98
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	1122.00	76.73	1028.56
	Peso (kg)	996.16	121.10	2536.58

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero).

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³) HA-25, Yc=1.5
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	
MURO PANTALLA DE HORMIGÓN ARMADO	996.16	121.10	2536.58	3653.84	75.00
Totales	996.16	121.10	2536.58	3653.84	75.00

5.1.7. Interpretación de los resultados

Una vez obtenidas las mediciones estructurales del muro pantalla en las distintas fases del proceso constructivo, es necesario realizar una interpretación detallada de los gráficos proporcionados por el modelo numérico. Estos diagramas —desplazamientos, axiles, cortantes, momentos flectores, empujes y comportamiento del terreno— permiten comprender cómo evoluciona la respuesta de la pantalla a medida que avanza la excavación, se modifican las condiciones de contorno y se activan o desactivan los puntales provisionales.

El objetivo de este apartado es identificar:

- las **fases estructurales más desfavorables**,
- las **cotas críticas** en las que se concentran los esfuerzos,
- la **deformada característica** del muro en cada etapa,
- el comportamiento del terreno (activo, pasivo o intermedio),
- y el **mecanismo global de estabilidad**, evaluado mediante el círculo de deslizamiento pésimo.

Esta interpretación técnica permite justificar el espesor del muro, la cuantía de armadura y las condiciones de estabilidad adoptadas en el proyecto, asegurando que la solución propuesta es segura tanto durante la obra como en su estado final.

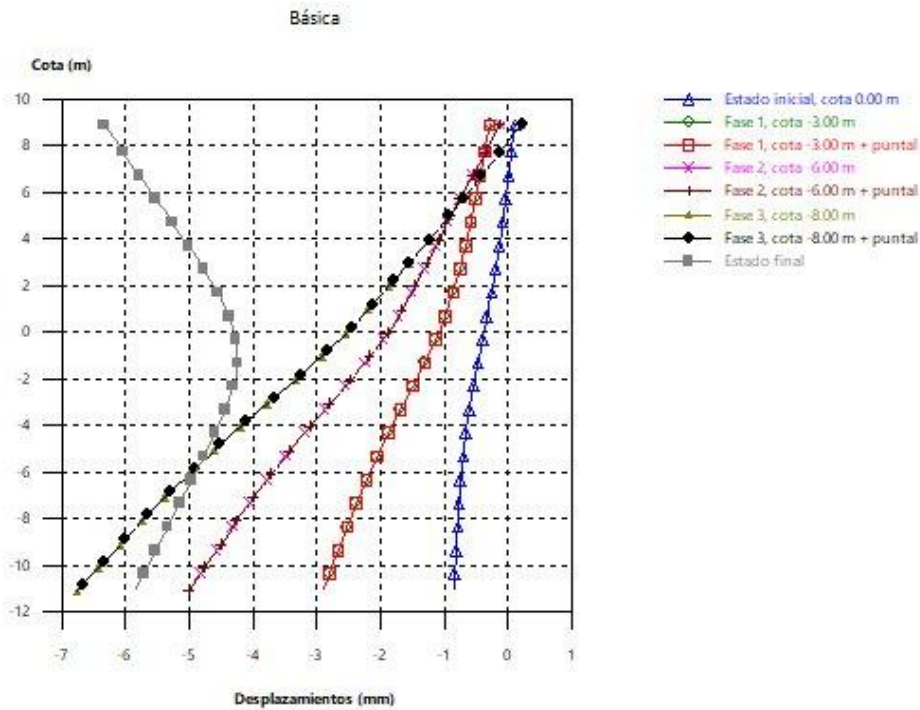
Desplazamientos.

La gráfica muestra cómo evolucionan los desplazamientos del muro pantalla en función del grado de excavación y de la presencia de puntales. Se observa que:

- En el **estado inicial** los desplazamientos son prácticamente nulos, propios de un muro completamente confinado.
- A medida que avanza la **excavación** (-3 m, -6 m, -8 m), los desplazamientos aumentan de forma progresiva debido a la pérdida de confinamiento lateral.
- Las fases **sin puntales** generan las deformadas más acusadas, alcanzando un máximo cercano a **6 mm** en la excavación completa a -8 m.

- La instalación de **puntales** reduce de forma significativa los desplazamientos, introduciendo una inflexión característica en la deformada.
- En el **estado final**, tras la conformación del cauce, los desplazamientos se estabilizan en valores bajos ($\approx 1-2$ mm), compatibles con la presencia de edificaciones colindantes.

En conjunto, los desplazamientos se mantienen dentro de rangos admisibles y reflejan la eficacia del apuntalamiento en las fases críticas.



5.16 Gráfica de desplazamientos

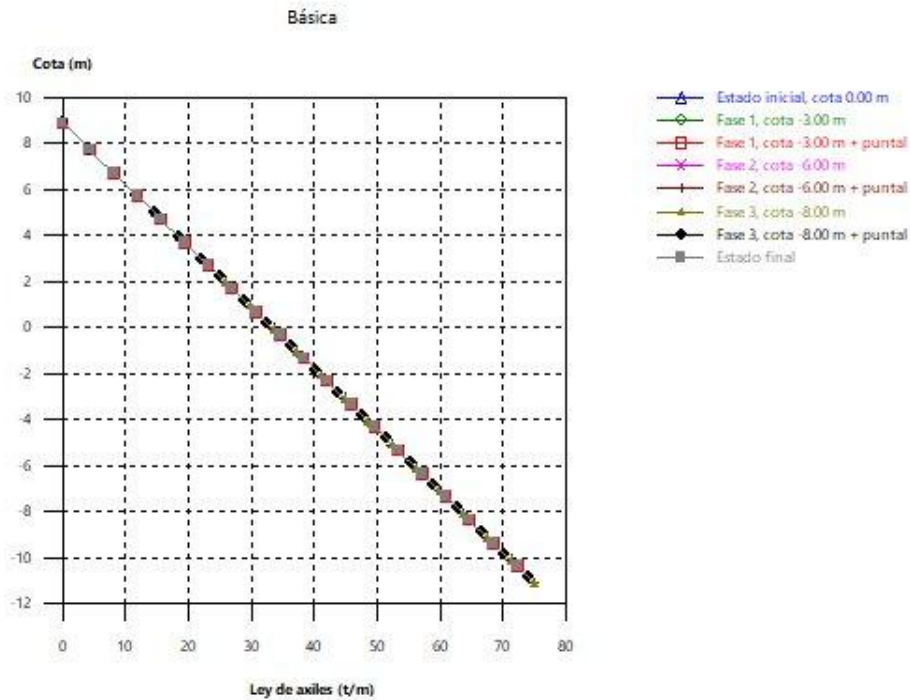
Ley de axiles.

La gráfica muestra que la distribución de axiles en el muro pantalla es prácticamente **idéntica en todas las fases**, con una variación muy reducida entre estados excavados, apuntalados y el estado final.

Esto indica que:

- El muro trabaja fundamentalmente a **compresión vertical**, gobernado por su propio peso y por las cargas transmitidas desde la coronación.
- La excavación y los puntales apenas modifican los esfuerzos axiles, ya que estos dependen sobre todo del **peso propio del muro** y del **empotramiento en el estrato competente**.
- La línea descendente, casi recta, refleja una transmisión uniforme de carga hacia la base, sin concentraciones ni inversiones significativas.
- El hecho de que todas las fases se superpongan confirma que los **axiles no son la magnitud crítica** en el diseño de la pantalla.

En resumen, la pantalla presenta un comportamiento axial estable en todas las fases, siendo los esfuerzos horizontales (momentos y desplazamientos) los que realmente gobiernan el dimensionado.



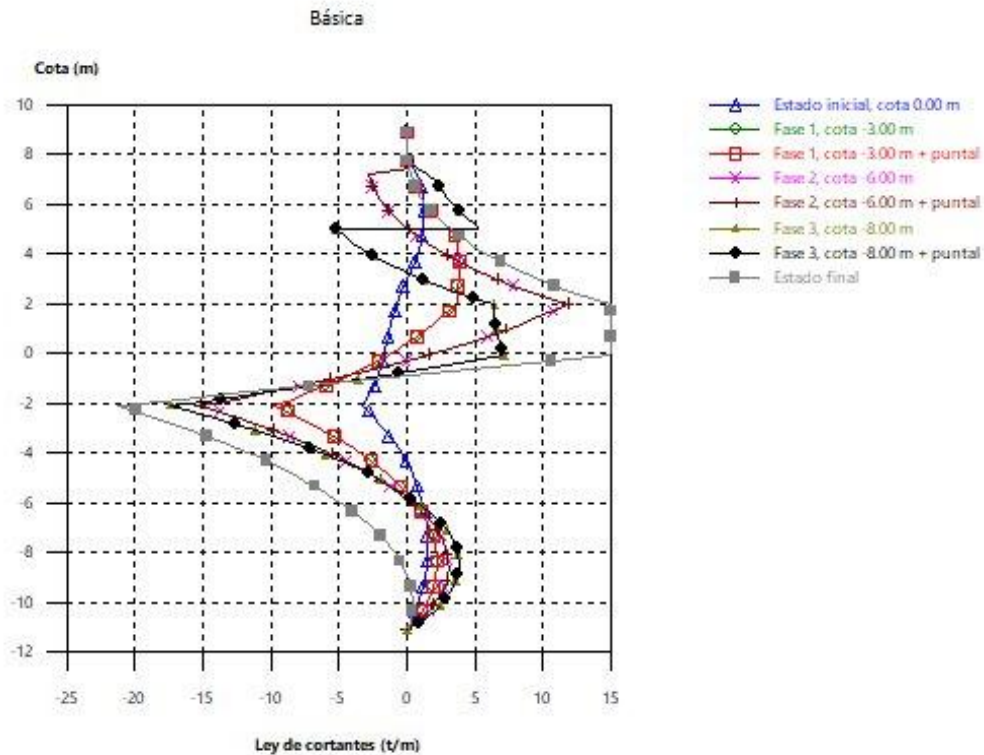
5.17 Gráfica de axiles

Ley de cortantes.

La gráfica de cortantes muestra una respuesta mucho más sensible a las fases de excavación y a la presencia de puntales que los axiles, reflejando los cambios de rigidez y confinamiento del muro. Se observa que:

- Las fases **con excavación sin puntales** generan los valores más elevados de cortante, especialmente alrededor de la **cota media** del muro, donde la pantalla es más flexible y los empujes no están equilibrados.
- La **fase crítica** aparece en la excavación completa a -8 m sin puntal, donde se alcanzan los picos de cortante más pronunciados, en torno a ± 15 t/m, debido al desequilibrio entre empuje activo y pasivo.
- La instalación de **puntales** introduce puntos de redistribución en la ley de cortantes, generando cambios de pendiente y reduciendo significativamente los valores máximos.
- El **estado final** presenta los cortantes más moderados, fruto de un mayor confinamiento y de la recuperación de estabilidad una vez conformado el cauce.

En conjunto, los cortantes muestran que el comportamiento más exigente para el muro se produce en las fases profundas sin apuntalamiento, mientras que la presencia de puntales controla de forma eficaz los esfuerzos en la zona media del paramento.



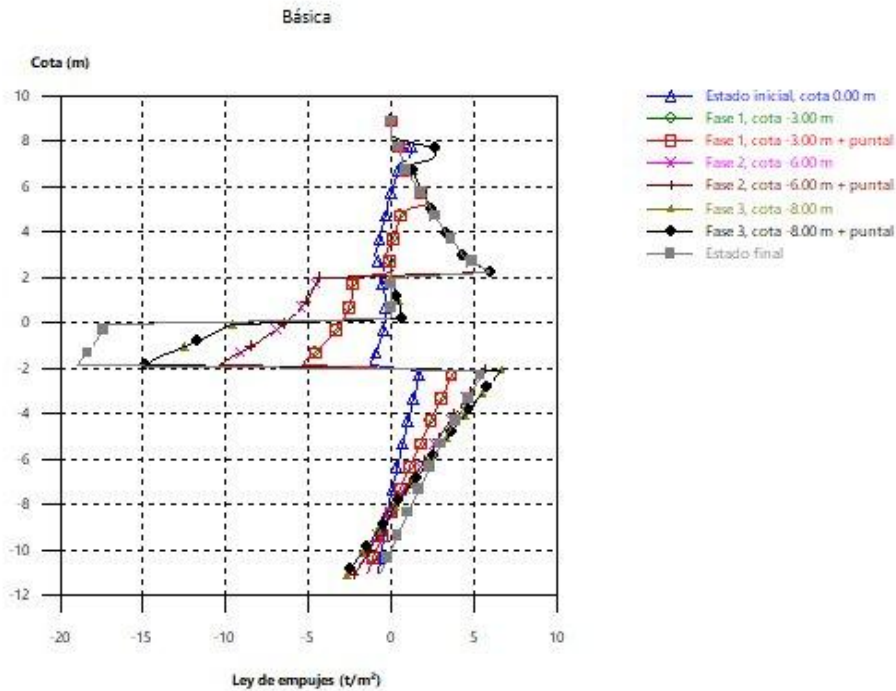
5.18 Gráfica de cortantes

Ley de empujes.

La gráfica de empujes muestra cómo varían las presiones laterales sobre el muro a medida que avanza la excavación y se modifican las condiciones de confinamiento del terreno. Los aspectos más relevantes son:

- En el **estado inicial**, el terreno se encuentra en **reposo** (K_0), generando una distribución suave y relativamente simétrica de presiones.
- A medida que se excava, especialmente en las fases **sin puntales**, la zona excavada pasa al **estado activo** (K_a), lo que provoca un desplazamiento hacia la derecha de las curvas de empuje y un aumento claro de las presiones en superficie.
- En excavaciones profundas (-6 m y -8 m), la falta de confinamiento incrementa notablemente el empuje en la parte media y superior del muro, donde se observan los valores máximos.
- La instalación de **puntales** reduce las presiones laterales en la zona de actuación del apoyo, modificando la forma de la distribución y generando quiebros característicos en las curvas.
- El **estado final** muestra una ley de empujes más equilibrada, con valores inferiores a los de las fases sin puntal, debido a la consolidación parcial del terreno y al confinamiento aportado por el perfil naturalizado del cauce.

En resumen, la ley de empujes confirma que las fases profundas sin apuntalamiento representan el estado más desfavorable, mientras que los puntales permiten controlar eficazmente las presiones laterales en altura.



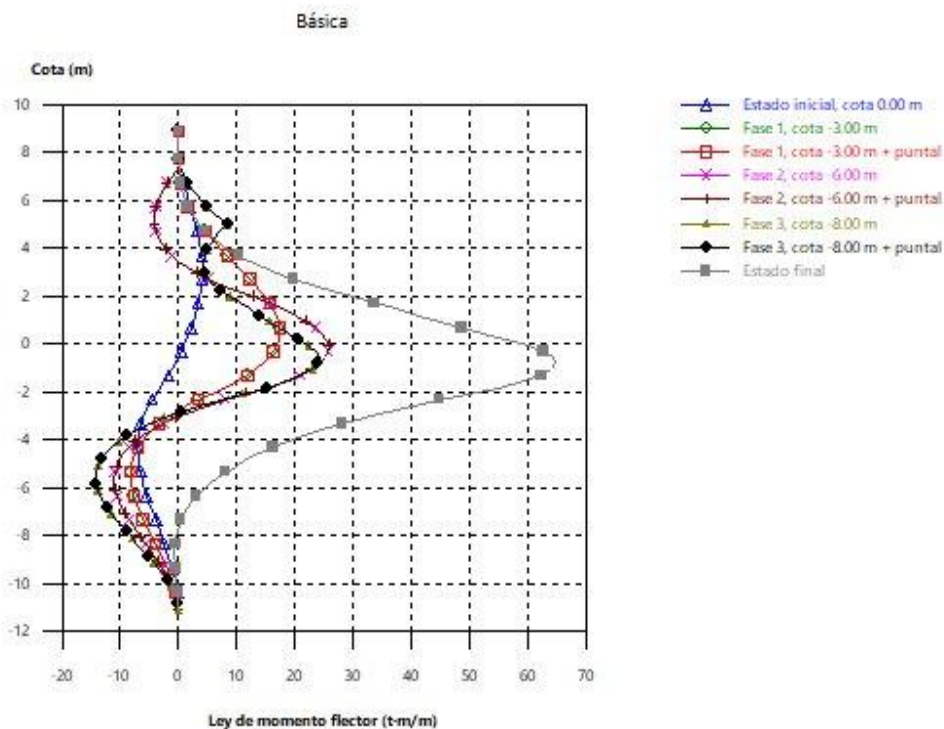
5.19 Gráfica de empujes

Ley de momento flector.

La ley de momentos refleja con claridad la influencia del grado de excavación y del apuntalamiento en el comportamiento del muro pantalla. Los aspectos principales que se aprecian son:

- A medida que la excavación avanza (de -3 m a -8 m), los momentos aumentan de forma notable debido a la **pérdida progresiva de confinamiento** y al incremento del empuje activo sobre el tramo excavado.
- Las **fases sin puntales** concentran los **momentos máximos**, especialmente la excavación completa a -8 m, donde el muro trabaja con mayor esbeltez y menor apoyo lateral.
- La instalación de **puntales** introduce puntos de giro y reduce significativamente los valores máximos, generando curvas con **doble curvatura**, típicas del comportamiento de pantallas apuntaladas.
- El **estado final** presenta el diagrama de momentos más amplio, con una envolvente suavizada y valores mayores en profundidad debido al empotramiento efectivo en el estrato competente y al confinamiento del terreno recompuesto.
- Los picos principales se localizan en torno a la **zona media** de la pantalla y cerca de la **cota del puntal**, donde se producen las mayores redistribuciones de esfuerzos.

En conjunto, la gráfica confirma que las fases profundas sin apuntalamiento gobiernan el **momento flector de diseño**, mientras que los puntales reducen de forma significativa la demanda estructural en las fases intermedias.



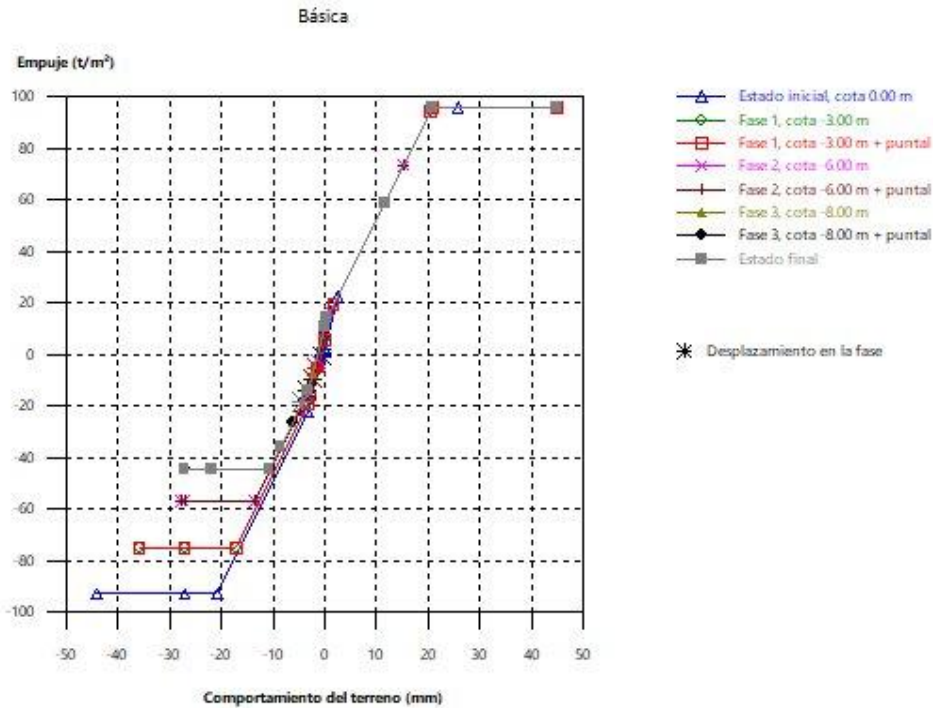
5.20 Gráfica de momentos flectores

Comportamiento del terreno.

La gráfica representa la relación entre el desplazamiento horizontal del muro y el empuje desarrollado por el terreno en cada fase, mostrando de forma muy clara el paso progresivo entre los estados **pasivo**, **en reposo** y **activo**. Las observaciones más relevantes son:

- En el **estado inicial**, el terreno se mantiene en **reposo** (K_0), con presiones moderadas y desplazamientos prácticamente nulos.
- A medida que avanza la **excavación**, especialmente en las fases sin puntales, el terreno pasa gradualmente al **estado activo** (K_a), caracterizado por menores presiones laterales y desplazamientos positivos del muro.
- Las fases profundas sin apuntalamiento presentan los **desplazamientos máximos**, situando al terreno claramente en la zona activa.
- La instalación de **puntales** reduce los desplazamientos y desplaza el comportamiento hacia un estado intermedio, limitado entre K_0 y K_a , evidenciando la eficacia del apuntalamiento para controlar la interacción suelo-pantalla.
- El **estado final** muestra una posición equilibrada entre activo y reposo, asociada al confinamiento parcial del terreno recompuesto y a la estabilización posterior a la obra.

En conjunto, la gráfica confirma que el muro trabaja mayoritariamente en **estado activo** durante las fases de excavación profunda, y que los puntales contribuyen a devolver la interacción hacia un rango más estable y seguro.



5.21 Gráfica de comportamiento del terreno

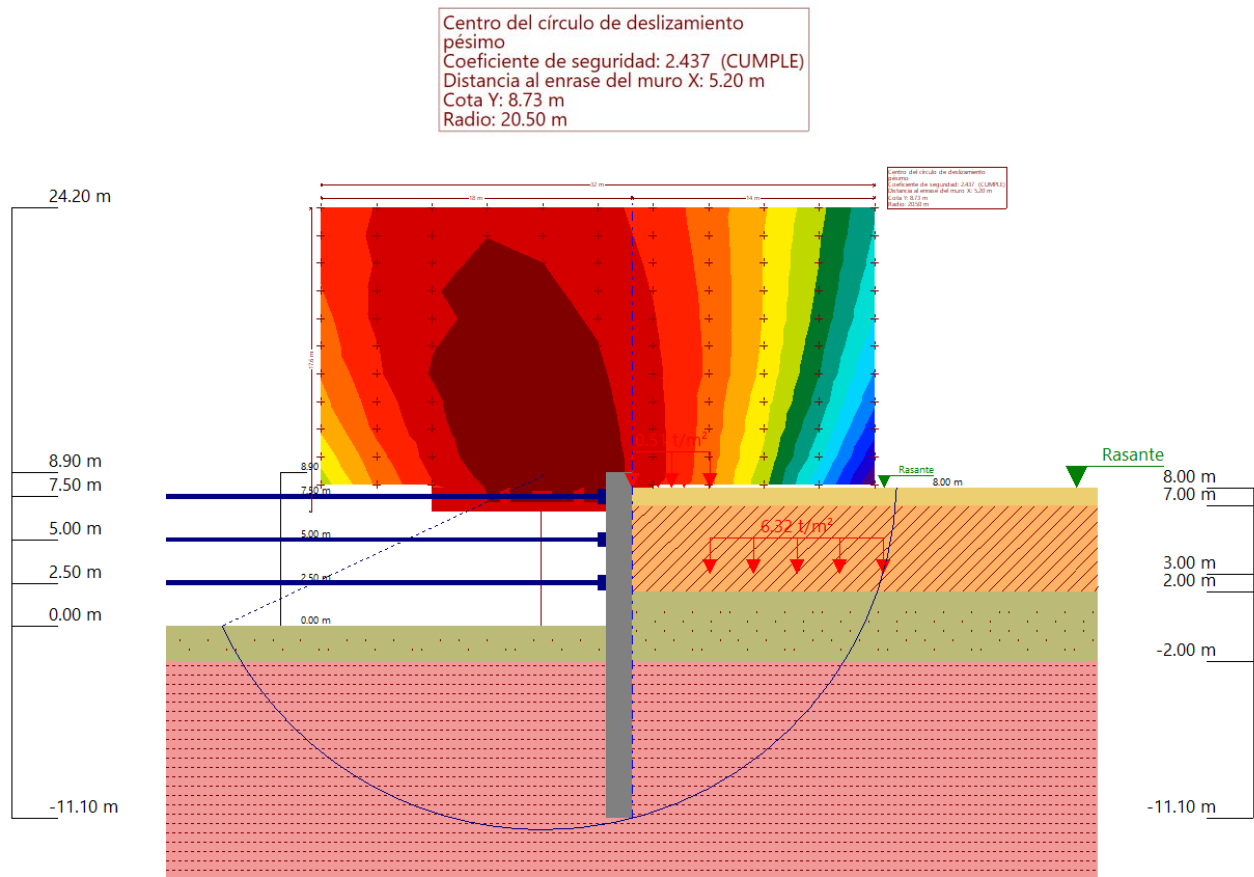
Círculo de deslizamiento pésimo.

El análisis del círculo de deslizamiento pésimo permite evaluar la **estabilidad global** del sistema muro–terreno frente a un posible mecanismo de rotura profunda. La figura muestra el círculo crítico obtenido para la configuración final del terreno, junto con la distribución de esfuerzos en el trasdós de la pantalla.

Los resultados indican:

- *El coeficiente de seguridad frente a deslizamiento profundo es 2,437, valor claramente superior al mínimo exigido por normativa ($FS \geq 1,5$), lo que garantiza una **estabilidad holgada**.*
- *El centro del círculo se sitúa a 5,20 m de la coronación del muro y a una cota Y de 8,73 m, describiendo un radio de 20,50 m, propio de superficies de rotura amplias en terrenos granulares.*
- *La pantalla actúa como elemento estabilizador eficaz, interrumpiendo el mecanismo de deslizamiento y aumentando significativamente la resistencia global.*
- *Las zonas en rojo del contorno indican las áreas de mayor movilización de esfuerzos del terreno, que no llegan a comprometer la estabilidad gracias al empotramiento en el estrato competente y a la geometría del corte final.*
- *No se observan superficies de deslizamiento alternativas más desfavorables, lo que confirma la validez del círculo obtenido como estado crítico.*

En conjunto, la pantalla presenta un comportamiento seguro y estable frente a deslizamiento profundo, con un coeficiente de seguridad ampliamente suficiente para las condiciones del proyecto.



5.22 Gráfica del círculo de deslizamiento pésimo

El conjunto de gráficas confirma que el comportamiento más desfavorable del muro pantalla se produce en las fases de excavación profunda sin puntales, donde se alcanzan los máximos de desplazamiento, cortante y momento flector. La instalación de puntales reduce de forma significativa estas solicitaciones y estabiliza la interacción suelo–pantalla, desplazando el terreno hacia un estado intermedio entre activo y reposo. Los axiles permanecen prácticamente constantes en todas las fases, y la comprobación del deslizamiento profundo muestra un coeficiente de seguridad muy holgado.

En conjunto, los resultados evidencian que la pantalla presenta un comportamiento seguro, estable y compatible con las exigencias del entorno urbano.

5.1.8. Optimización de la sección del muro pantalla

Tras el análisis de esfuerzos y desplazamientos obtenidos en el modelo estructural, se estudia la posibilidad de **optimizar la sección del muro pantalla** mediante la incorporación de **contrafuertes en el trasdós**, configurando una sección en T.

El objetivo de esta modificación es **reducir el espesor del alma del muro sin disminuir su rigidez global**, manteniendo un comportamiento equivalente o superior al obtenido con la sección rectangular continua inicial.

Criterio estructural de diseño.

El parámetro determinante para la comparación entre ambas secciones es el **momento de inercia**, ya que la deformabilidad del muro frente al empuje horizontal del terreno está gobernada por la rigidez a flexión **EI**. Por tanto, la nueva sección debe cumplir:

$$I_T \geq I_{\text{rectangular}}$$

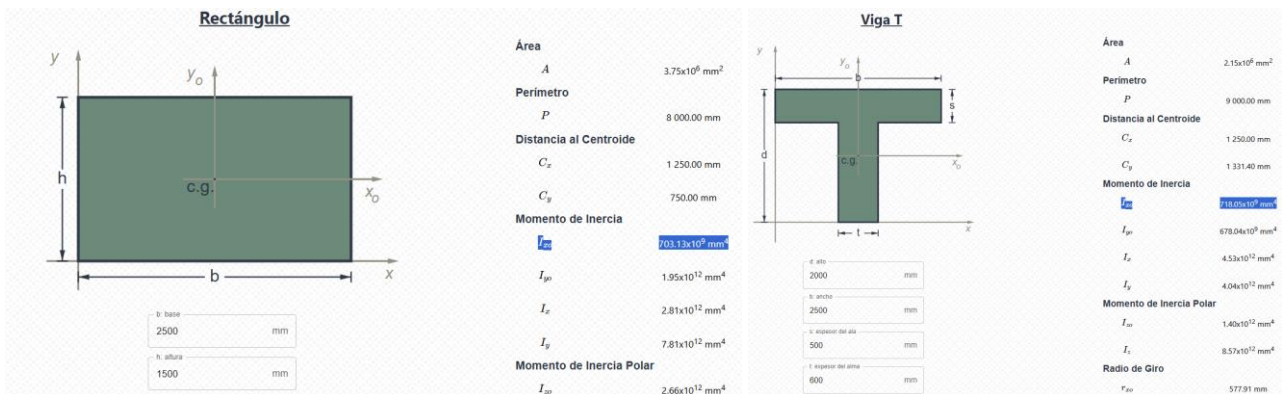
de forma que la pantalla optimizada presente: la **misma rigidez** frente a flexión lateral, **menores desplazamientos**, y una **mayor eficacia** frente a los empujes generados por los edificios colindantes.

Comparación de secciones.

Los valores obtenidos para ambas configuraciones son:

Sección	Dimensiones	Momento de inercia I_x
Rectangular	2,50 m × 1,50 m	703,13 × 10⁹ mm⁴
En T con contrafuerte	Alma de 0,50 m + contrafuerte de 1,50 m	718,05 × 10⁹ mm⁴

La sección en T presenta una **rigidez superior**, con un incremento aproximado del **2 %** respecto a la sección rectangular original, pese a contar con **una reducción muy significativa del hormigón** empleado en el alma.



5.23 Tablas comparativas de las dos secciones del muro pantalla

Ventajas estructurales.

La incorporación de contrafuertes proporciona:

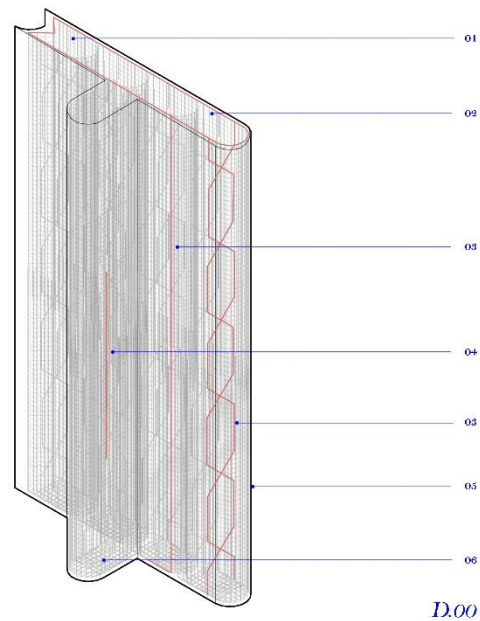
- Mayor **resistencia a flexión** en la zona donde se concentran los momentos máximos.
- Reducción del espesor del alma del muro a **0,50 m**, lo que disminuye el volumen de hormigón y facilita la ejecución.
- Un aumento notable del **módulo resistente**, lo que mejora la respuesta frente a los empujes del terreno y las cargas del edificio colindante.
- Un comportamiento más eficiente en las fases profundas de excavación, reduciendo desplazamientos y abriendo la puerta a una ejecución más estable.

Conclusiones.

El empleo de contrafuertes en el trasdós permite transformar el muro pantalla en una sección en T **más rígida, más eficiente y sostenible**, manteniendo e incluso mejorando la capacidad resistente frente a los empujes laterales y a los estados más desfavorables detectados en el análisis por fases.

EL MURO PANTALLA _ D.00, sección en T

01_pantalla por bataches, H4-25/B/20/11; 02_armado horizontal de pantalla, Ø12/20 cm;
03_armado vertical de pantalla, Ø20/20 cm; 04_armado de refuerzo de pantalla, Ø16/20 cm;
05_sección de pantalla de 2,5x0,5x20 m; 06_sección de contrafuerte en T de 1,5x0,5x20 m;



5.24 Tramo de muro pantalla optimizado, sección en T

5.1.9. EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL FINAL

La transición desde la sección inicial del muro pantalla hacia una configuración en **T con contrafuertes en el trasdós** requiere un procedimiento constructivo específico que garantice la **continuidad estructural**, la **estanqueidad** y el correcto funcionamiento del sistema frente a los empujes del terreno.

El proceso combina la técnica tradicional de **pantallas ejecutadas con lodos bentoníticos** con una planificación precisa de las **armaduras y uniones entre paneles**.

1. Excavación del panel en T mediante lodos bentoníticos

Cada tramo del muro se ejecuta como un **panel de pantalla** siguiendo la geometría en planta de la sección final (alma + contrafuerte, ver imagen anterior, 5.24).

La excavación se realiza con cuchara, de dimensión igual al espesor del muro, manteniendo en todo momento un nivel adecuado de **lodos bentoníticos** para estabilizar las paredes del terreno y evitar desprendimientos o pérdidas de material.

La geometría en T se controla mediante plantillas y guías de excavación, asegurando que tanto el alma del muro como la base del futuro contrafuerte queden correctamente definidos durante el vaciado del terreno.

2. Montaje en superficie de la jaula de armadura completa (alma + contrafuerte)

Antes del hormigonado de cada panel, se ensambla en superficie la jaula de armadura correspondiente al panel completo: armadura del **alma** del muro, armadura del **contrafuerte**, **elementos de continuidad** necesarios para enlazar con los paneles adyacentes como **esperas** longitudinales, **barras pasantes** o **manguitos mecánicos** para asegurar la continuidad entre paneles, rigidizadores y separadores que garantizan la correcta posición durante el descenso.

Este montaje previo asegura que la **unión** entre el contrafuerte y el alma es **monolítica**, sin juntas frías ni discontinuidades mecánicas, ya que ambos elementos se hormigonan de manera conjunta.

3. Hormigonado del panel completo por sistema tremie

Una vez colocada la jaula en la excavación, se procede al **hormigonado por tremie**, introduciendo el hormigón desde la base del panel y desplazando progresivamente la bentonita hacia la superficie sin mezcla entre ambos fluidos.

Este proceso permite que el alma y el contrafuerte queden ejecutados en un solo vertido controlado, conformando una unidad estructural continua y evitando juntas verticales entre las dos partes de la T. El hormigón fresco queda confinado por la bentonita durante el curado inicial, garantizando la estabilidad del panel mientras se ejecutan los tramos contiguos.

4. Ejecución del panel adyacente y conexión entre tramos

Para mantener la continuidad longitudinal del muro, cada panel se enlaza con el siguiente mediante **barrado en continuidad** (esperas longitudinales), **solapes conforme al Código Estructural** o **manguitos mecánicos**.

Estas conexiones permiten que los paneles trabajen como una **pantalla continua**, transmitiendo esfuerzos de flexión y cortante a lo largo del conjunto y asegurando la resistencia frente a los estados de empuje durante la excavación y en régimen final.

5. Excavación del trasdós, apeos provisionales y puesta en carga

Una vez ejecutados todos los paneles en T, se procede a la **excavación progresiva** del trasdós, se instalan **apeos y puntales provisionales**, se retira la bóveda y los elementos existentes del antiguo cauce, y se completan los trabajos de vaciado hasta alcanzar la cota final.

Durante esta fase, el muro comienza a entrar en carga de forma gradual.

Los **contrafuertes**, ya hormigonados y monolíticamente unidos al alma, actúan como **rigidizadores transversales**, aumentando la inercia del conjunto y limitando desplazamientos.

6. Comportamiento estructural en estado final

Una vez retirados los apeos, el muro trabaja como una **estructura tridimensional**, donde el alma del muro funciona como **viga vertical** ante los empujes restantes, los contrafuertes actúan como **aletas rígidas** que incrementan notablemente el **módulo de inercia** en la dirección del empuje. El conjunto se comporta como una sección en T, capaz de resistir de manera mucho más eficiente los momentos flectores y los cortantes derivados de empujes hidrostáticos o cargas urbanas próximas al borde del cauce, con un menor espesor de muro pantalla. Se reducen significativamente los **desplazamientos horizontales**, mejorando la estabilidad global del sistema.

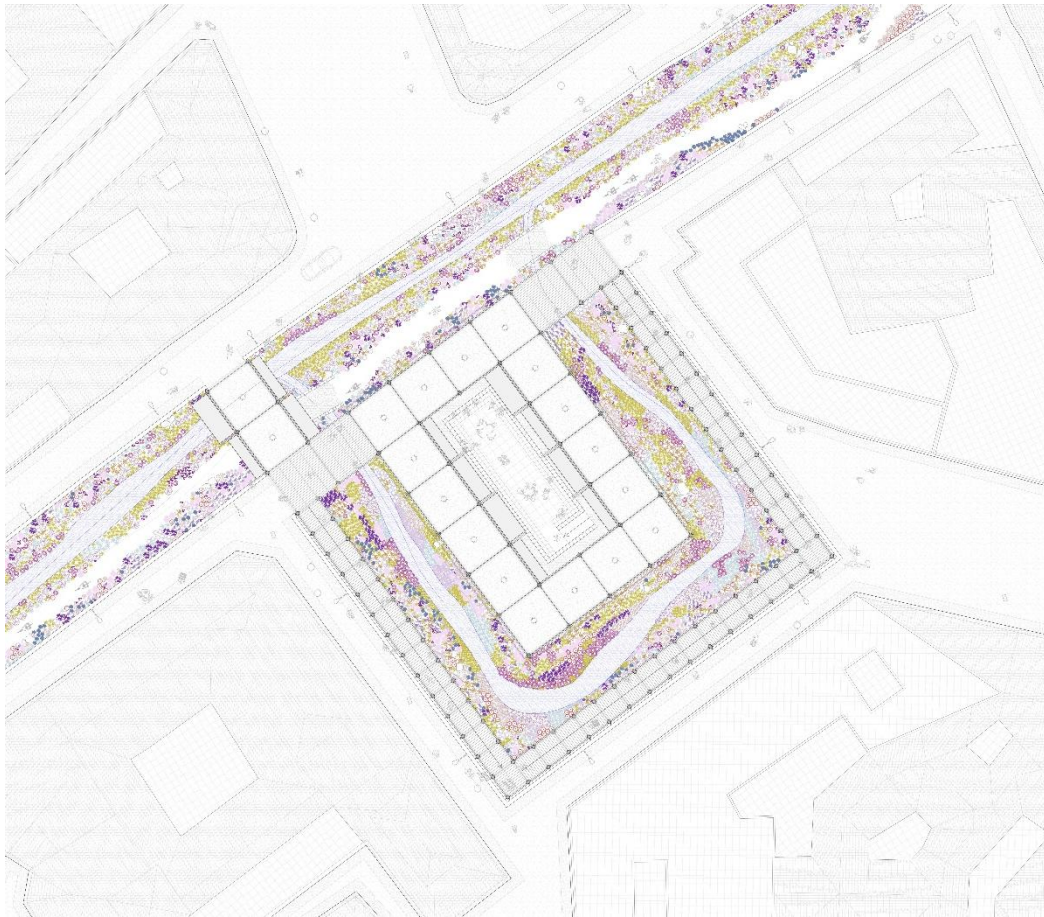
5.2. ESTRUCTURA DE MADERA DE LA PLAZA DE ISABEL LA CATÓLICA

La estructura ligera de la Plaza de Isabel la Católica constituye uno de los elementos más característicos del proyecto. Se concibe como un pabellón abierto y permeable que acompaña al cauce renaturalizado del río, configurando un espacio público vinculado al sonido del agua y al uso escénico del teatro fluvial.



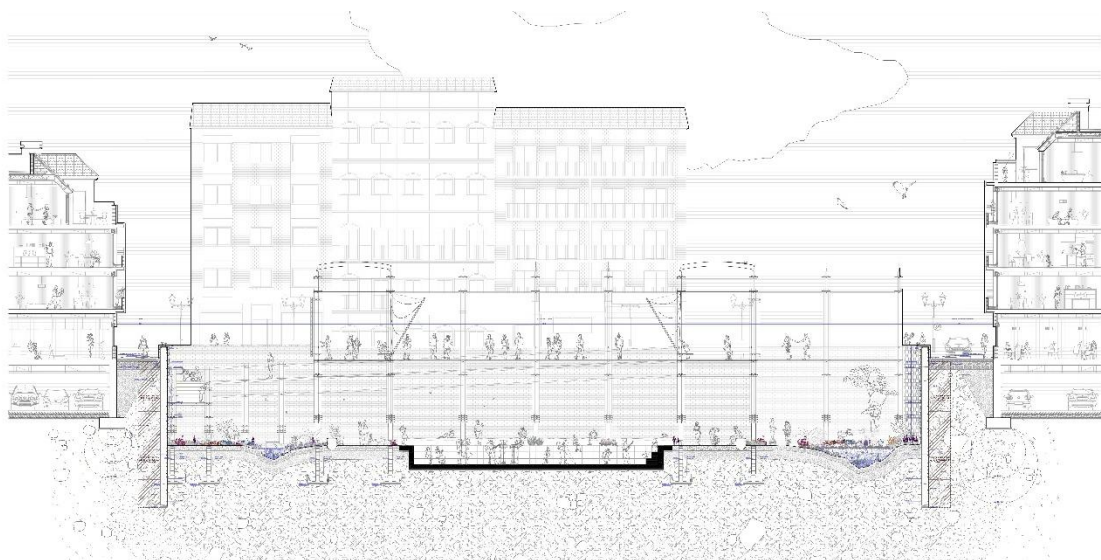
5.25 Vista axonométrica de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

Su diseño integra forma, función y técnica: una geometría serena, modulada entorno al módulo de 5 x 5 m, que se apoya en una estructura de madera maciza de pino C22 y que dialoga con el paisaje urbano y con el tramo de río reabierto.



5.26 Planta de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

Se reconoce una secuencia rítmica de pórticos y correas que enmarcan el espacio del escenario, conformando un ámbito recogido sin perder la condición de plaza abierta. El sistema de pilares, vigas y diagonales se dispone siguiendo una retícula regular que responde tanto a criterios estructurales como a la organización del programa escénico.



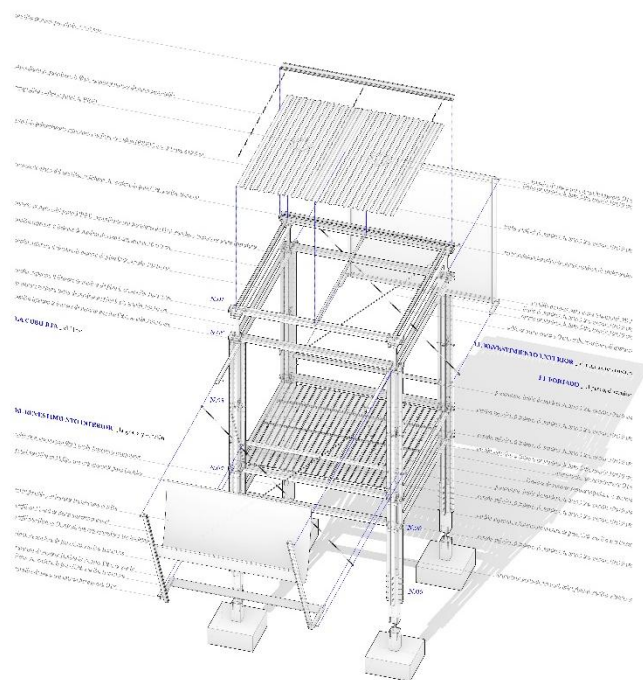
5.27 Sección transversal de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

La sección longitudinal pone en evidencia la relación entre estructura y topografía, mostrando cómo el pabellón acompaña la pendiente hacia el río y cómo su sombra proyectada define el graderío y la zona de estancia.



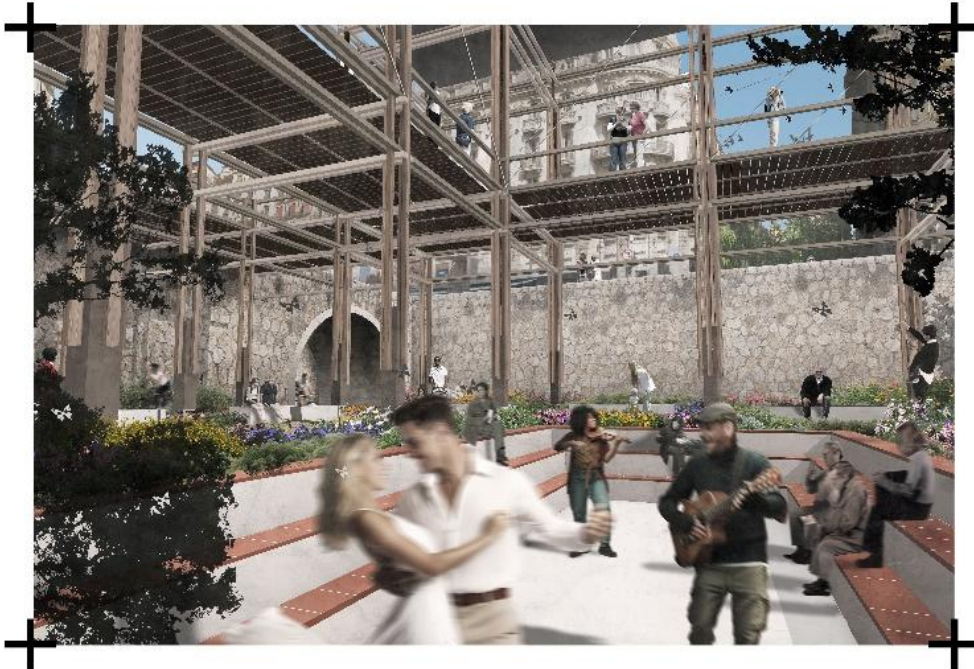
5.28 Sección longitudinal de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

La axonométrica explotada permite comprender la volumetría ligera y la interacción entre las piezas: pilares principales, vigas superiores e inferiores, arriostramientos mediante cables y paneles de PRFV que actúan como filtro acústico, protección solar y cortavientos. Estas pieles translúcidas dotan al espacio de una atmósfera tamizada, modulando la luz y la acústica hacia el interior del teatro. En ella se revela el carácter constructivo del sistema: un ensamblaje preciso, desmontable y en seco, donde cada nudo se resuelve con chapas, pasadores y tornillería inoxidable, garantizando durabilidad y mantenimiento sencillo en un entorno próximo al agua.



5.29 Axonométrica constructiva explotada del módulo base de la plaza de Isabel la Católica, el anfiteatro

El render incorpora la dimensión sensorial: la estructura filtra la luz, recoge el sonido del río y del público, y crea una atmósfera intermedia entre lo natural y lo construido. El resultado es una pieza arquitectónica que no busca imponerse, sino acompañar: un soporte técnico que da forma al uso público, al teatro y al ritmo del agua, integrando ingeniería y proyecto urbano en una solución coherente, ligera y cálida.

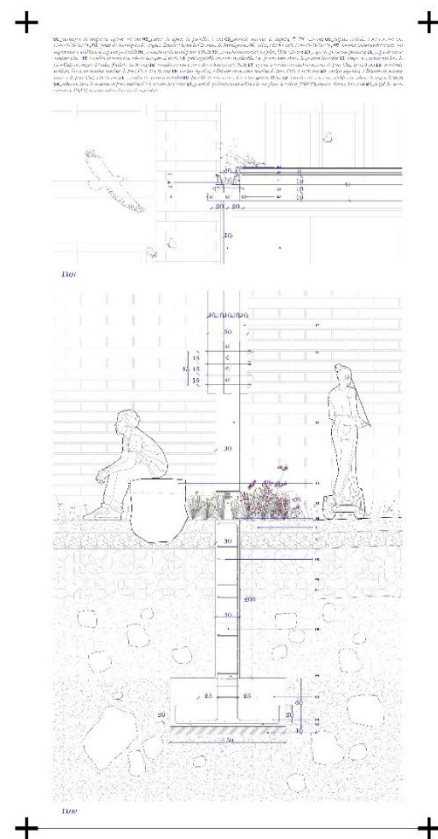


5.30 Vista de la plaza de Isabel la Católica, desde el anfiteatro

El comportamiento estructural del pabellón se basa en un esquema resistente **simple, jerárquico y eficaz**, donde las cargas se transmiten de manera vertical y ordenada a través de una secuencia de elementos cada vez más rígidos.

En primer lugar, los **paneles de cubierta de PRFV** y el **entramado superior** reciben las cargas directas de uso, viento y peso propio. Estas acciones se transfieren a las **correas** y listones secundarios, que actúan como el primer nivel resistente y distribuyen las cargas de manera lineal hacia las vigas principales.

Las **vigas principales**, dispuestas según la modulación del pabellón, concentran estas cargas y las conducen hacia los elementos verticales. Su función es garantizar la continuidad estructural entre módulos y asegurar que los esfuerzos se transmiten sin interrupciones.



5.31 Detalles de la estructura vertical de la plaza de Isabel la Católica

Desde las vigas, las cargas pasan a los **pilares principales**, elementos rígidos que estabilizan el conjunto y trabajan predominantemente a compresión. Los arriostramientos mediante cables refuerzan su comportamiento frente a acciones horizontales — principalmente viento y empujes diferenciales— proporcionando al conjunto una rigidez espacial adecuada.

Finalmente, los esfuerzos se conducen hacia las **zapatas aisladas de cimentación**, que transmiten las cargas al terreno sin interacción con el cauce renaturalizado. Este sistema de apoyos puntuales reduce el impacto en el suelo y facilita el montaje en seco, permitiendo que la estructura se incorpore al entorno sin alterar el perfil hidráulico ni la dinámica del río.

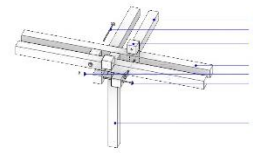
El resultado es un sistema estructural **ligero, estable y eficiente**, cuya lógica resistente es coherente con su geometría y con la vocación abierta y flexible del espacio público que define.



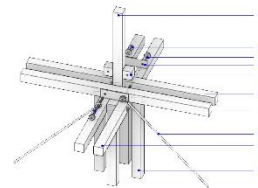
El comportamiento del conjunto es rígido por los nudos rígidos en dos direcciones, que convierten que el edificio trabaje de manera conjunta y solidaria, transmitiendo los momentos hasta los apoyos. Un par de cerchas superiores se conecta con un par de cerchas inferiores, por tanto forman un sistema de cerchas, y en el cruce se fija con latillas y pasadores de acero con cascos y tuercas de acero inoxidable, quedando los nudos firmemente anclados. Todos los hitos son de la misma sección y las tiras de protección, y de longitud variable. Los diagonales se resanán con tiras de acero que aseguran las tracciones de modo que el conjunto funciona como una estructura espacial en las tres direcciones.

escala 1:05

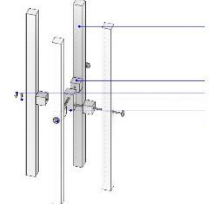
Nota: coronación del pilar



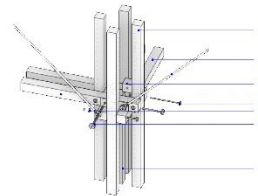
Nota: arrioste de doble cable superior



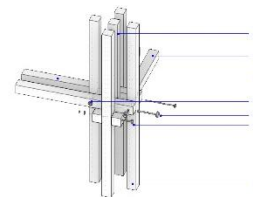
Nota: refuerzo del pilar



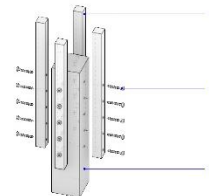
Nota: arrioste de doble cable inferior



Nota: cerco simple de cerchas dobles



Nota: base del pilar



01_ cerchas superiores, 2_ hitos de madera maciza de pino C24, 3_ tiras de protección, 4_ cerchas inferiores, 5_ tiras de madera maciza de pino C24, 6_ tiras de protección, 7_ cerchas superiores, 8_ hitos de madera maciza de pino C24, 9_ tiras de protección, 10_ tiras de acero inoxidable, 11_ pasador de acero inoxidable, 12_ pasador de acero inoxidable con cascos hexagonales, 13_ tiras de protección de acero inoxidable, 14_ tiras de protección de acero inoxidable, 15_ tiras de protección de acero inoxidable, 16_ tiras de protección de acero inoxidable, 17_ tiras de protección de acero inoxidable, 18_ tiras de protección de acero inoxidable, 19_ tiras de protección de acero inoxidable, 20_ tiras de protección de acero inoxidable, 21_ tiras de protección de acero inoxidable, 22_ tiras de protección de acero inoxidable, 23_ tiras de protección de acero inoxidable, 24_ tiras de protección de acero inoxidable, 25_ tiras de protección de acero inoxidable, 26_ tiras de protección de acero inoxidable, 27_ tiras de protección de acero inoxidable, 28_ tiras de protección de acero inoxidable, 29_ tiras de protección de acero inoxidable, 30_ tiras de protección de acero inoxidable, 31_ tiras de protección de acero inoxidable, 32_ tiras de protección de acero inoxidable, 33_ tiras de protección de acero inoxidable, 34_ tiras de protección de acero inoxidable, 35_ tiras de protección de acero inoxidable, 36_ tiras de protección de acero inoxidable, 37_ tiras de protección de acero inoxidable, 38_ tiras de protección de acero inoxidable, 39_ tiras de protección de acero inoxidable, 40_ tiras de protección de acero inoxidable, 41_ tiras de protección de acero inoxidable, 42_ tiras de protección de acero inoxidable, 43_ tiras de protección de acero inoxidable, 44_ tiras de protección de acero inoxidable, 45_ tiras de protección de acero inoxidable, 46_ tiras de protección de acero inoxidable, 47_ tiras de protección de acero inoxidable, 48_ tiras de protección de acero inoxidable, 49_ tiras de protección de acero inoxidable, 50_ tiras de protección de acero inoxidable, 51_ tiras de protección de acero inoxidable, 52_ tiras de protección de acero inoxidable, 53_ tiras de protección de acero inoxidable, 54_ tiras de protección de acero inoxidable, 55_ tiras de protección de acero inoxidable, 56_ tiras de protección de acero inoxidable, 57_ tiras de protección de acero inoxidable, 58_ tiras de protección de acero inoxidable, 59_ tiras de protección de acero inoxidable, 60_ tiras de protección de acero inoxidable, 61_ tiras de protección de acero inoxidable, 62_ tiras de protección de acero inoxidable, 63_ tiras de protección de acero inoxidable, 64_ tiras de protección de acero inoxidable, 65_ tiras de protección de acero inoxidable, 66_ tiras de protección de acero inoxidable, 67_ tiras de protección de acero inoxidable, 68_ tiras de protección de acero inoxidable, 69_ tiras de protección de acero inoxidable, 70_ tiras de protección de acero inoxidable, 71_ tiras de protección de acero inoxidable, 72_ tiras de protección de acero inoxidable, 73_ tiras de protección de acero inoxidable, 74_ tiras de protección de acero inoxidable, 75_ tiras de protección de acero inoxidable, 76_ tiras de protección de acero inoxidable, 77_ tiras de protección de acero inoxidable, 78_ tiras de protección de acero inoxidable, 79_ tiras de protección de acero inoxidable, 80_ tiras de protección de acero inoxidable, 81_ tiras de protección de acero inoxidable, 82_ tiras de protección de acero inoxidable, 83_ tiras de protección de acero inoxidable, 84_ tiras de protección de acero inoxidable, 85_ tiras de protección de acero inoxidable, 86_ tiras de protección de acero inoxidable, 87_ tiras de protección de acero inoxidable, 88_ tiras de protección de acero inoxidable, 89_ tiras de protección de acero inoxidable, 90_ tiras de protección de acero inoxidable, 91_ tiras de protección de acero inoxidable, 92_ tiras de protección de acero inoxidable, 93_ tiras de protección de acero inoxidable, 94_ tiras de protección de acero inoxidable, 95_ tiras de protección de acero inoxidable, 96_ tiras de protección de acero inoxidable, 97_ tiras de protección de acero inoxidable, 98_ tiras de protección de acero inoxidable, 99_ tiras de protección de acero inoxidable, 100_ tiras de protección de acero inoxidable.



5.32 Detalles de la estructura vertical de la plaza de Isabel la Católica, nudos

5.2.1. Normativa y estados límite

Normativa.

Para el cálculo y verificación de la propuesta estructural se han aplicado las normas y documentos técnicos siguientes, de acuerdo con los criterios de proyecto utilizados en el modelado en CYPE:

- **Código Estructural** (RD 470/2021) — para las comprobaciones de cimentación y criterios generales de cálculo.
- **CTE DB-SE-A** (Acero) — para el dimensionado y comprobaciones de elementos metálicos (tirantes, conectores, herrajes).
- **CTE DB-SE-M** (Madera) — para las comprobaciones de elementos de madera, definición de clases resistentes y factores de servicio.
- Complementariamente se han tenido en cuenta criterios del Eurocódigo 1 y 5 (UNE-EN 1991, UNE-EN 1995) en los aspectos de acciones climáticas y modelación de madera, así como las especificaciones para material (UNE-EN 338) que definen la clase C22 empleada en el proyecto.

Estados límite.

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

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\gamma_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\gamma_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ_p)	Acompañamiento (γ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

5.33 E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (yp)	Acompañamiento (ya)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

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

Característica

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (yp)	Acompañamiento (ya)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.35 Tensiones sobre el terreno

Característica

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (yp)	Acompañamiento (ya)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5.36 Desplazamientos

El proyecto incorpora las hipótesis de viento (presión y succión), nieve y uso público; las cargas características empleadas para la sobrecarga de uso se desarrollan en el apartado de acciones del presente documento. Las combinaciones que se tienen en cuenta son las siguientes:

Combinaciones	PP	Uso	Succión	Presión	Nieve
1	1.000				
2	1.600				
3	1.000	1.600			
4	1.600	1.600			
5	1.000		1.600		
6	1.600		1.600		
7	1.000	1.120	1.600		
8	1.600	1.120	1.600		
9	1.000	1.600	0.960		
10	1.600	1.600	0.960		
11	1.000			1.600	
12	1.600			1.600	
13	1.000	1.120		1.600	
14	1.600	1.120		1.600	
15	1.000	1.600		0.960	
16	1.600	1.600		0.960	
17	1.000				1.600

Combinaciones	PP	Uso	Succión	Presión	Nieve
18	1.600				1.600
19	1.000	1.120			1.600
20	1.600	1.120			1.600
21	1.000		0.960		1.600
22	1.600		0.960		1.600
23	1.000	1.120	0.960		1.600
24	1.600	1.120	0.960		1.600
25	1.000			0.960	1.600
26	1.600			0.960	1.600
27	1.000	1.120		0.960	1.600
28	1.600	1.120		0.960	1.600
29	1.000	1.600			0.800
30	1.600	1.600			0.800
31	1.000		1.600		0.800
32	1.600		1.600		0.800
33	1.000	1.120	1.600		0.800
34	1.600	1.120	1.600		0.800
35	1.000	1.600	0.960		0.800
36	1.600	1.600	0.960		0.800
37	1.000			1.600	0.800
38	1.600			1.600	0.800
39	1.000	1.120		1.600	0.800
40	1.600	1.120		1.600	0.800
41	1.000	1.600		0.960	0.800
42	1.600	1.600		0.960	0.800

5.37 E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Combinaciones	PP	Uso	Succión	Presión	Nieve
1	0.800				
2	1.350				
3	0.800	1.500			
4	1.350	1.500			
5	0.800		1.500		
6	1.350		1.500		
7	0.800	1.050	1.500		
8	1.350	1.050	1.500		
9	0.800	1.500	0.900		
10	1.350	1.500	0.900		
11	0.800			1.500	
12	1.350			1.500	
13	0.800	1.050		1.500	
14	1.350	1.050		1.500	
15	0.800	1.500		0.900	
16	1.350	1.500		0.900	
17	0.800				1.500
18	1.350				1.500
19	0.800	1.050			1.500
20	1.350	1.050			1.500

Combinaciones	PP	Uso	Succión	Presión	Nieve
21	0.800		0.900		1.500
22	1.350		0.900		1.500
23	0.800	1.050	0.900		1.500
24	1.350	1.050	0.900		1.500
25	0.800			0.900	1.500
26	1.350			0.900	1.500
27	0.800	1.050		0.900	1.500
28	1.350	1.050		0.900	1.500
29	0.800	1.500			0.750
30	1.350	1.500			0.750
31	0.800		1.500		0.750
32	1.350		1.500		0.750
33	0.800	1.050	1.500		0.750
34	1.350	1.050	1.500		0.750
35	0.800	1.500	0.900		0.750
36	1.350	1.500	0.900		0.750
37	0.800			1.500	0.750
38	1.350			1.500	0.750
39	0.800	1.050		1.500	0.750
40	1.350	1.050		1.500	0.750
41	0.800	1.500		0.900	0.750
42	1.350	1.500		0.900	0.750

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

Combinaciones	PP	Uso	Succión	Presión	Nieve
1	1.000				
2	1.000	1.000			
3	1.000		1.000		
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000			1.000	
6	1.000	1.000		1.000	
7	1.000				1.000
8	1.000	1.000			1.000
9	1.000		1.000		1.000
10	1.000	1.000	1.000		1.000
11	1.000			1.000	1.000
12	1.000	1.000		1.000	1.000

5.39 Desplazamientos

5.2.2. Geometría. Nudos y barras. Materiales y medición

Simplificación del modelo.

La estructura del pabellón se ha modelado en CYPE 3D a partir de un sistema espacial de barras que reproduce con exactitud la lógica resistente del proyecto, aunque incorporando las **simplificaciones necesarias para su cálculo estructural**.

Estas simplificaciones permiten que el modelo sea compatible con los algoritmos de análisis del software y, al mismo tiempo, garantizan que la respuesta estructural obtenida sea representativa y segura.

En particular, algunos elementos complejos del diseño arquitectónico —como los **pilares ramificados en cuatro montantes de madera** o las **correas dobles**— se han adaptado a versiones estructuralmente equivalentes que respetan su **rigidez global**, su **capacidad resistente**, su **comportamiento a flexión, compresión y pandeo**, y su **modo de transmisión de esfuerzos**.

- **Pilares compuestos: simplificación estructural.**

En el diseño arquitectónico, cada pilar está formado por un núcleo central macizo de 30×30 cm del que emergen cuatro montantes independientes de 10×10 cm.

Este sistema ofrece una imagen ligera, permeable y genera un nodo tridimensional complejo.

Sin embargo, CYPE no permite modelar directamente un **pilar segmentado en cuatro barras que se comportan como un único elemento resistente**, por lo que se ha adoptado una **sección equivalente**, obtenida mediante la suma de las rigideces *EI* de las barras reales y su disposición espacial.

La equivalencia se justifica mediante cálculo del momento de inercia compuesto.

- **Correas dobles y elementos secundarios.**

Algunas correas y travesaños se componen de pares de piezas gemelas unidas por tornillería. Para simplificar su modelización, estas piezas se han representado como una **barra única con sección equivalente**.

Esta adaptación no altera el comportamiento estructural, pero sí facilita la convergencia del modelo y evita incompatibilidades de conectividad entre nudos.

Nudos.

El modelo estructural contiene **148 nudos**, distribuidos en altura en función de los niveles de apoyo, vigas intermedias, correas de cubierta y encuentros con tirantes:

- **Nudos de cimentación.**

Corresponden a las bases de los pilares. En ellos se asignan **vinculaciones externas completas**, actuando como apoyos fijos sobre zapatas aisladas. Estos nudos recogen las reacciones verticales y horizontales del conjunto, y constituyen los puntos de transferencia de esfuerzos hacia el terreno.

- **Nudos estructurales intermedios.**

Aparecen en todos los cambios de sección o nivel. Estos nudos están definidos como **nudos rígidos**, de forma que transmiten a momento las uniones viga–pilar, respetando la continuidad exigida por el diseño arquitectónico del módulo.

- **Nudos de barras metálicas (tirantes).**

Los nudos donde llegan los tirantes se definen como articulaciones unidireccionales, lo que permite que trabajen exclusivamente a tracción.

Barras.

La estructura está compuesta por **308 barras**, de dimensiones y tipologías diferentes según su misión resistente:

- Barras de madera (estructura principal). Estas barras están declaradas como **madera maciza C22**, con propiedades resistentes según CTE DB-SE-M.

Pilares compuestos: cuatro montantes independientes de sección 10×10 cm, vinculados en la base a un núcleo macizo de 30×30 cm (representado como nodo rígido común).

Vigas principales: barras horizontales que conforman el perímetro del módulo, funcionando como elementos de arriostramiento a flexión y transmisión de cargas verticales.

Correas: barras secundarias que sostienen los paños de cubierta y transmiten sus cargas a las vigas.

- Barras metálicas de arriostramiento (tirantes). Modeladas como barras tipo “**tirante**”, trabajan únicamente a tracción. Se sitúan en planos verticales estratégicos formando cruces en X que estabilizan la estructura frente a viento y acciones horizontales. Se modelan como una sección de acero S275.

- Barras auxiliares de refuerzo y rigidez geométrica. Incluyen: travesaños horizontales intermedios, piezas que vinculan montantes entre sí, elementos de borde que reciben las cargas de cubierta. Estas barras permiten que la estructura trabaje como un volumen rígido y no como marcos independientes.

Materiales y medición.

Materiales utilizados

Tipo	Material Designación	E (kp/cm ²)	n	G (kp/cm ²)	fy (kp/cm ²)	a·t (m/m°C)	g (t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Madera	C22	101936.8	-	6422.0	-	0.000005	0.410

Notación:

E: Módulo de elasticidad

n: Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura

fy: Límite elástico

a·t: Coeficiente de dilatación

g: Peso específico

5.40 Materiales utilizados

Características mecánicas

Tipo	Material Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	R 10, (R)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10
Madera	C22	2	S-100x100, (Maciza)	100.00	83.33	83.33	833.33	833.33	1400.00
		3	S-240x240, (Maciza)	576.00	480.00	480.00	27648.00	27648.00	46448.64
		4	S-120x120, (Maciza)	144.00	120.00	120.00	1728.00	1728.00	2903.04
		5	S-140x140, (Maciza)	196.00	163.33	163.33	3201.33	3201.33	5378.24
		6	40x40, (Maciza)	1600.00	1333.33	1333.33	213333.33	213333.33	358400.00
		7	S-160x160, (Maciza)	256.00	213.33	213.33	5461.33	5461.33	9175.04
		8	S-260x260, (Maciza)	676.00	563.33	563.33	38081.33	38081.33	63976.64
		9	100x70, (Cabios/Viguetas)	70.00	58.33	58.33	583.33	285.83	647.78
		10	120x80, (Cabios/Viguetas)	96.00	80.00	80.00	1152.00	512.00	1204.22
		11	400x200, (Cabios/Viguetas)	800.00	666.67	666.67	106666.67	26666.67	73280.00
		12	200x130, (Cabios/Viguetas)	260.00	216.67	216.67	8666.67	3661.67	8723.78
		13	180x130, (Cabios/Viguetas)	234.00	195.00	195.00	6318.00	3295.50	7294.72
		14	180x140, (Cabios/Viguetas)	252.00	210.00	210.00	6804.00	4116.00	8622.43
		15	150x130, (Cabios/Viguetas)	195.00	162.50	162.50	3656.25	2746.25	5242.38

Notación:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'

Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

It: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

5.41 Características mecánicas

Resumen de medición

Tipo	Material Designación	Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
				Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
	S275	R	R 10	432.66	3		0.034			266.75		

Material		Resumen de medición										
Tipo	Designación	Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
				Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
				432.66				0.034			266.75	
				3								
Acero laminado				432.663				0.034			266.75	
			S-100x100	43.600			0.436			178.76		
			S-240x240	4.000			0.230			94.46		
			S-120x120	187.00			2.693			1104.0		
				0						5		
			S-140x140	40.700			0.798			327.07		
			S-40x40	24.000			3.840			1574.4		
										0		
			S-160x160	31.100			0.796			326.43		
			S-260x260	4.000			0.270			110.86		
		Maciza			334.40			9.063			3716.0	
					0					3		
			S-100x70	560.00			3.920			1607.2		
				0						0		
			S-120x80	20.000			0.192			78.72		
			S-400x200	160.00			12.800			5248.0		
				0						0		
			S-200x130	40.000			1.040			426.40		
			S-180x130	100.00			2.340			959.40		
				0								
			S-180x140	20.000			0.504			206.64		
			S-150x130	60.000			1.170			479.70		
		Cabios/ Viguetas			960.00			21.966			9006.0	
					0					6		
Madera	C22					1294.400		31.029			12722.09	

5.42 Resumen de medición

5.2.3. Cargas consideradas en el cálculo de la estructura

(véase el punto 2. Acciones)

Las cargas consideradas en el cálculo de la estructura ligera de la Plaza de Isabel la Católica incluyen acciones permanentes, variables y ambientales definidas en el CTE DB-SE y DB-SE-AE. Las acciones permanentes comprenden el peso propio de todos los elementos estructurales: pilares de madera C22, vigas y correas ($\approx 0,40 \text{ kN/m}^2$), paneles de cubierta de PRFV ($\approx 1,30 \text{ kN/m}^2$), plataformas y lamas de madera ($\approx 0,50 \text{ kN/m}^2$) y cerramientos textiles ligeros.

La sobrecarga de uso adoptada es de $5,0 \text{ kN/m}^2$ (categoría C5), aplicable al graderío, plataformas, pasarelas y zonas de estancia.

La acción de viento constituye una de las solicitaciones principales: se emplea una presión dinámica básica de $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$, coeficiente de exposición $c_e = 1,4$ y coeficiente eólico $c_p = -1,8$, resultando una carga de viento de cálculo de $q_e = -1,058 \text{ kN/m}^2$ (succión). Esta acción incide especialmente sobre la cubierta de PRFV y la piel textil.

La nieve se considera con un valor característico de $0,5 \text{ kN/m}^2$, aplicado únicamente sobre la cubierta horizontal ligera.

No se consideran acciones térmicas ni accidentales específicas, al tratarse de una estructura abierta, ventilada y sin riesgo de impacto.

Estas acciones combinadas constituyen la base del modelo estructural empleado en CYPE para el dimensionado de pórticos, correas, arriostramientos y cimentaciones puntuales del pabellón.

5.2.4. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (nudos)

Los resultados obtenidos del análisis estructural en CYPE muestran un comportamiento adecuado de la estructura en términos de desplazamientos y reacciones internas, dentro de los límites exigidos por el CTE para estructuras de madera.

El análisis de desplazamientos y reacciones en nudos confirma que la estructura presenta:

- **Estabilidad global garantizada**, sin aparición de mecanismos.
- **Deformaciones muy reducidas**, compatibles con la funcionalidad arquitectónica y las exigencias del CTE.
- **Transmisión de cargas uniforme** hacia la cimentación, validando la modulación estructural adoptada.
- **Adecuado comportamiento frente a viento y nieve**, gracias a la triangulación con tirantes y a la geometría compacta de los pórticos.

Estos resultados permiten avanzar a los apartados siguientes (barras, pandeo y análisis modal) con plena fiabilidad del modelo estructural.

Desplazamientos de los nudos.

La envolvente de desplazamientos globales indica valores máximos del orden de:

- **Desplazamientos horizontales:** entre **0,14 mm** y **0,15 mm** en los ejes X e Y.
- **Desplazamiento vertical:** valores comprendidos entre **-3,3 mm** y **+0,4 mm**.

Estos desplazamientos son extremadamente reducidos, lo que confirma:

- Una **gran rigidez global** derivada de la triangulación mediante tirantes y la modulación repetitiva.
- Un adecuado funcionamiento de los pilares y vigas de madera como sistema resistente conjunto.
- La correcta simplificación del modelo (pilares equivalentes y correas dobles equivalentes) sin pérdida de realismo estructural.

No se observan desplazamientos que supongan riesgo de inestabilidad local ni global.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS, POR HIPÓTESIS

Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N43	Peso propio	0.000	0.000	-0.034	0.002	-0.002	0.000
	Uso	-0.001	-0.002	-0.113	0.009	-0.008	0.000
	Succión	0.000	0.000	0.045	-0.002	0.002	0.000
	Presión	0.000	0.000	-0.017	0.001	-0.001	0.000
	Nieve	0.000	0.000	-0.011	0.000	0.000	0.000
N112	Peso propio	-0.004	-0.005	-0.117	0.013	-0.006	0.000
	Uso	-0.016	-0.025	-0.388	0.057	-0.027	-0.002
	Succión	0.003	0.005	0.154	-0.011	0.005	0.000
	Presión	-0.001	-0.002	-0.057	0.004	-0.002	0.000
	Nieve	0.000	0.000	-0.037	-0.001	0.000	0.000

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS, POR HIPÓTESIS

		Desplazamientos en ejes globales					
Referencia	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N285	Peso propio	-0.030	-0.046	-0.334	0.102	-0.026	-0.003
	Uso	-0.135	-0.203	-1.115	0.486	-0.084	-0.014
	Succión	0.026	0.039	0.443	-0.104	0.016	0.003
	Presión	-0.010	-0.014	-0.164	0.039	-0.006	-0.001
	Nieve	0.002	0.003	-0.106	-0.001	0.001	0.000

5.43 Extracto de los 3 primeros nudos de la tabla de CYPE, desplazamientos en los nudos, por hipótesis

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS, POR COMBINACIÓN

Referencia	Combinación Tipo	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
			Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N43	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-0.034	0.002	-0.002	0.000
		PP+Uso	-0.002	-0.003	-0.147	0.011	-0.010	0.000
		PP+Succión	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Succión	-0.001	-0.002	-0.102	0.010	-0.008	0.000
		PP+Presión	0.000	-0.001	-0.051	0.003	-0.002	0.000
		PP+Uso+Presión	-0.002	-0.003	-0.164	0.012	-0.010	0.000
		PP+Nieve	0.000	0.000	-0.045	0.002	-0.002	0.000
		PP+Uso+Nieve	-0.002	-0.003	-0.158	0.011	-0.010	0.000
		PP+Succión+Nieve	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Succión+Nieve	-0.001	-0.002	-0.113	0.010	-0.008	0.000
		PP+Presión+Nieve	0.000	-0.001	-0.062	0.003	-0.002	0.000
		PP+Uso+Presión+Nieve	-0.002	-0.003	-0.175	0.012	-0.010	0.000
N112	Desplazamientos	PP	-0.004	-0.005	-0.117	0.013	-0.006	0.000
		PP+Uso	-0.020	-0.030	-0.505	0.070	-0.034	-0.002
		PP+Succión	-0.001	-0.001	0.038	0.001	-0.001	0.000
		PP+Uso+Succión	-0.017	-0.025	-0.350	0.059	-0.029	-0.002
		PP+Presión	-0.005	-0.007	-0.174	0.017	-0.008	0.000
		PP+Uso+Presión	-0.021	-0.032	-0.562	0.074	-0.036	-0.002
		PP+Nieve	-0.003	-0.005	-0.154	0.012	-0.006	0.000
		PP+Uso+Nieve	-0.020	-0.030	-0.541	0.070	-0.033	-0.002
		PP+Succión+Nieve	0.000	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.000
		PP+Uso+Succión+Nieve	-0.017	-0.025	-0.387	0.058	-0.028	-0.002
		PP+Presión+Nieve	-0.005	-0.007	-0.211	0.016	-0.008	0.000
		PP+Uso+Presión+Nieve	-0.021	-0.031	-0.599	0.074	-0.035	-0.002
N285	Desplazamientos	PP	-0.030	-0.046	-0.334	0.102	-0.026	-0.003
		PP+Uso	-0.166	-0.249	-1.449	0.588	-0.110	-0.017
		PP+Succión	-0.004	-0.007	0.109	-0.002	-0.010	0.000
		PP+Uso+Succión	-0.140	-0.210	-1.005	0.484	-0.093	-0.014
		PP+Presión	-0.040	-0.060	-0.498	0.140	-0.032	-0.004
		PP+Uso+Presión	-0.175	-0.263	-1.613	0.626	-0.116	-0.018
		PP+Nieve	-0.029	-0.043	-0.440	0.101	-0.025	-0.003
		PP+Uso+Nieve	-0.164	-0.246	-1.555	0.587	-0.109	-0.016
		PP+Succión+Nieve	-0.003	-0.004	0.003	-0.003	-0.009	0.000
	PP+Uso+Succión+Nieve	-0.138	-0.207	-1.112	0.483	-0.092	-0.014	

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS, POR COMBINACIÓN

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+Presión+Nieve	-0.038	-0.057	-0.605	0.140	-0.031	-0.004
		PP+Uso+Presión+Nieve	-0.173	-0.260	-1.719	0.626	-0.115	-0.017

5.44 Extracto de los 3 primeros nudos de la tabla de CYPE, desplazamientos en los nudos, por combinación

ENVOLVENTE DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN NUDOS

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.002	-0.003	-0.175	0.000	-0.010	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.011	0.012	0.000	0.000
N112	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.021	-0.032	-0.599	0.001	-0.036	-0.002
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.038	0.074	-0.001	0.000
N285	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.175	-0.263	-1.719	-0.003	-0.116	-0.018
		Valor máximo de la envolvente	-0.003	-0.004	0.109	0.626	-0.009	0.000

5.45 Extracto de los 3 primeros nudos de la tabla de CYPE, envolvente de los desplazamientos en nudos

Reacciones en los nudos.

Las reacciones verticales **Rz** son las más relevantes, ya que recogen el peso propio, sobrecargas, viento y nieve transmitidos a las zapatas. Sus órdenes de magnitud según combinaciones típicas son:

- **Peso propio:** alrededor de **1,0 a 3,0 t** por apoyo.
- **Carga de uso:** aproximadamente **3 a 10 t** por apoyo según la posición del pilar.
- **Acciones de viento:**
 - Succión:** efectos negativos entre **-1,3 y -4,1 t**.
 - Presión:** entre **0,5 y 1,5 t**.
- **Nieve:** contribuciones moderadas de **0,3 a 1,0 t** por apoyo.

En combinación, el rango típico de reacción vertical **PP + Uso** se sitúa entre **4 y 14 t** según el nivel estructural y la posición del nudo.

Estas reacciones permiten dimensionar correctamente las zapatas aisladas y verificar tensiones admisibles del terreno, quedando todas ellas **por debajo de los valores límite** introducidos en CYPE.

REACCIONES EN LOS NUDOS, POR HIPÓTESIS

Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N296	Peso propio	0.000	0.000	0.994	0.000	0.000	0.000
	Uso	0.000	0.000	3.294	0.000	0.000	0.000
	Succión	0.000	0.000	-1.310	0.000	0.000	0.000
	Presión	0.000	0.000	0.485	0.000	0.000	0.000
	Nieve	0.000	0.000	0.314	0.000	0.000	0.000

REACCIONES EN LOS NUDOS, POR HIPÓTESIS

		Reacciones en ejes globales					
Referencia	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N324	Peso propio	0.000	0.000	2.033	0.000	0.000	0.000
	Uso	0.000	0.000	6.901	-0.001	0.000	0.000
	Succión	0.000	0.000	-2.675	0.000	0.000	0.000
	Presión	0.000	0.000	0.991	0.000	0.000	0.000
	Nieve	0.000	0.000	0.621	0.000	0.000	0.000
N340	Peso propio	0.000	0.000	2.075	0.000	0.000	0.000
	Uso	0.000	0.000	7.085	0.000	0.000	0.000
	Succión	0.000	0.000	-2.751	0.000	0.000	0.000
	Presión	0.000	0.000	1.019	0.000	0.000	0.000
	Nieve	0.000	0.000	0.640	0.000	0.000	0.000

5.46 Extracto de los 3 primeros nudos de la tabla de CYPE, reacciones en los nudos, por hipótesis

REACCIONES EN LOS NUDOS, POR COMBINACIÓN

Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Reacciones en ejes globales					
			Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N296	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.994	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP	0.000	0.000	1.591	0.000	0.000	0.000
		PP+1.6·Uso	0.000	0.001	6.265	-0.001	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso	0.000	0.001	6.861	-0.001	0.000	0.000
		PP+1.6·Succión	0.000	0.000	-1.102	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Succión	0.000	0.000	-0.506	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+1.6·Succión	0.000	0.000	2.587	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+1.6·Succión	0.000	0.000	3.184	0.000	0.000	0.000
		PP+1.6·Uso+0.96·Succión	0.000	0.001	5.007	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso+0.96·Succión	0.000	0.001	5.603	-0.001	0.000	0.000
		PP+1.6·Presión	0.000	0.000	1.771	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Presión	0.000	0.000	2.367	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+1.6·Presión	0.000	0.001	5.460	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+1.6·Presión	0.000	0.001	6.056	0.000	0.000	0.000
		PP+1.6·Uso+0.96·Presión	0.000	0.001	6.731	-0.001	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso+0.96·Presión	0.000	0.001	7.327	-0.001	0.000	0.000
		PP+1.6·Nieve	0.000	0.000	1.497	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Nieve	0.000	0.000	2.093	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+1.6·Nieve	0.000	0.001	5.186	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+1.6·Nieve	0.000	0.001	5.783	0.000	0.000	0.000
		PP+0.96·Succión+1.6·Nieve	0.000	0.000	0.239	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+0.96·Succión+1.6·Nieve	0.000	0.000	0.835	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+0.96·Succión+1.6·Nieve	0.000	0.000	3.928	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+0.96·Succión+1.6·Nieve	0.000	0.001	4.525	0.000	0.000	0.000
		PP+0.96·Presión+1.6·Nieve	0.000	0.000	1.963	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+0.96·Presión+1.6·Nieve	0.000	0.000	2.559	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+0.96·Presión+1.6·Nieve	0.000	0.001	5.652	0.000	0.000	0.000
1.6·PP+1.12·Uso+0.96·Presión+1.6·Nieve	0.000	0.001	6.248	0.000	0.000	0.000		

REACCIONES EN LOS NUDOS, POR COMBINACIÓN

Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Reacciones en ejes globales					
			Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
		PP+1.6·Uso+0.8·Nieve	0.000	0.001	6.516	-0.001	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso+0.8·Nieve	0.000	0.001	7.112	-0.001	0.000	0.000
		PP+1.6·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.000	-0.851	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.000	-0.254	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+1.6·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.000	2.838	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+1.6·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.000	3.435	0.000	0.000	0.000
		PP+1.6·Uso+0.96·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.001	5.258	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso+0.96·Succión+0.8·Nieve	0.000	0.001	5.855	-0.001	0.000	0.000
		PP+1.6·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.000	2.022	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.000	2.618	0.000	0.000	0.000
		PP+1.12·Uso+1.6·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.001	5.711	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.12·Uso+1.6·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.001	6.308	0.000	0.000	0.000
		PP+1.6·Uso+0.96·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.001	6.982	-0.001	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·Uso+0.96·Presión+0.8·Nieve	0.000	0.001	7.578	-0.001	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.994	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso	0.000	0.000	4.288	0.000	0.000	0.000
		PP+Succión	0.000	0.000	-0.316	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Succión	0.000	0.000	2.978	0.000	0.000	0.000
		PP+Presión	0.000	0.000	1.479	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Presión	0.000	0.001	4.773	0.000	0.000	0.000
		PP+Nieve	0.000	0.000	1.308	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Nieve	0.000	0.000	4.602	0.000	0.000	0.000
		PP+Succión+Nieve	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Succión+Nieve	0.000	0.000	3.292	0.000	0.000	0.000
		PP+Presión+Nieve	0.000	0.000	1.794	0.000	0.000	0.000
		PP+Uso+Presión+Nieve	0.000	0.001	5.088	0.000	0.000	0.000

5.47 Extracto del primer nudo de la tabla de CYPE, reacciones en los nudos, por combinación

ENVOLVENTES DE LAS REACCIONES EN NUDOS

Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Reacciones en ejes globales					
			Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N296	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-1.102	-0.001	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.001	7.578	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.316	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.001	5.088	0.000	0.000	0.000
N324	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.247	-0.001	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	15.743	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.642	-0.001	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	10.546	0.000	0.000	0.000
N340	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.001	-2.326	-0.001	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	16.146	0.000	0.001	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.676	-0.001	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	10.819	0.000	0.001	0.000

Observaciones generales (nudos).

El análisis de resultados en nudos evidencia que la estructura se comporta de manera estable y coherente en todas las combinaciones de carga. Los desplazamientos obtenidos —tanto horizontales como verticales— son **muy reducidos** y se mantienen ampliamente por debajo de los límites admisibles para estructuras de madera establecidos por el CTE, reflejando la **rigidez global** del sistema y la correcta eficacia de los arriostramientos.

Las reacciones en los apoyos presentan valores acordes con la geometría y modulación del pabellón, sin concentraciones anómalas ni desequilibrios entre nudos equivalentes. Asimismo, no se observan nudos con singularidades, inversiones de esfuerzo inesperadas o comportamientos incompatibles con el funcionamiento previsto del sistema.

En conjunto, los resultados en nudos confirman que la estructura transmite correctamente las cargas hacia la cimentación, sin aparición de mecanismos ni desplazamientos excesivos, validando la estabilidad de la solución planteada.

5.2.5. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (barras)

Los resultados obtenidos en las barras de la estructura muestran un comportamiento completamente coherente con el sistema resistente planteado. Se han evaluado las envolventes de esfuerzos (axiles, cortantes y momentos flectores) para todas las combinaciones generadas por CYPE, así como las deformaciones y la capacidad resistente de cada elemento de madera y acero. Los resultados obtenidos nos permiten apuntar las siguientes observaciones respecto al modelo.

Esfuerzos.

- Axiles:
Las barras comprimidas (principalmente los pilares y algunas vigas perimetrales) muestran axiles moderados, compatibles con la clase resistente C22 empleada.
Los tirantes metálicos trabajan exclusivamente a tracción, activándose únicamente en las combinaciones con viento, como corresponde a su función de arriostramiento horizontal.
No se observan esfuerzos de compresión en tirantes ni inversiones de carga que indiquen problemas de modelado.
- Cortantes:
Los esfuerzos cortantes en vigas y correas se mantienen dentro de rangos muy reducidos, propios de una estructura ligera.
En las barras de madera, los valores obtenidos están muy por debajo de los límites de capacidad al corte según CTE DB-SE-M, sin participación crítica de la resistencia al pandeo por cortante.
- Momentos flectores:
Los momentos máximos aparecen en las vigas principales del perímetro y en las correas de cubierta.
En todos los casos, las secciones equivalentes adoptadas para el modelo (tanto en vigas sencillas como en correas dobles simplificadas) presentan una capacidad resistente suficiente, cumpliendo con holgura las verificaciones de: resistencia a flexión mayorada, interacción flexión–cortante, verificación frente a pandeo lateral con el arriostramiento aportado por tirantes y diafragmas.
Las envolventes de momento no presentan discontinuidades ni picos anómalos, confirmando que la conectividad entre barras es correcta.

ESFUERZOS EN BARRAS, POR HIPÓTESIS

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.569 m	1.137 m	1.706 m	2.275 m	2.844 m	3.412 m	3.981 m	4.550 m
N302/N303	Peso propio	N	-0.272	-0.269	-0.267	-0.265	-0.262	-0.260	-0.258	-0.255	-0.253
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mz	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
	Uso	N	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397	-0.397
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.012	-0.010	-0.008	-0.007	-0.005	-0.004	-0.002	-0.001	0.001
		Mz	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Succión	N	0.619	0.619	0.619	0.619	0.619	0.619	0.619	0.619	0.619
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.004	0.005	0.007	0.008	0.009
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Presión	N	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243	-0.243
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nieve	N	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.002	0.002	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

5.49 Extracto de la primera barra de la tabla de CYPE, esfuerzos en barras, por hipótesis

ESFUERZOS EN BARRAS, POR COMBINACIÓN

Barra	Combinación	Tipo	Descripción	Esfuerzo zo	Posiciones en la barra								
					0.000 m	0.181 m	0.363 m	0.544 m	0.725 m	0.906 m	1.088 m	1.269 m	1.450 m
N303/N305	Madera	0.8·PP	N	N	-0.171	-0.170	-0.170	-0.169	-0.169	-0.168	-0.167	-0.167	-0.166
				Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
				Vz	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
				Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				My	-0.006	-0.003	0.001	0.005	0.008	0.012	0.016	0.020	0.023
				Mz	0.004	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
		1.35·PP	N	N	-0.288	-0.287	-0.286	-0.285	-0.284	-0.283	-0.282	-0.281	-0.280
				Vy	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
				Vz	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035
				Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				My	-0.011	-0.005	0.002	0.008	0.014	0.021	0.027	0.033	0.040
				Mz	0.007	0.005	0.003	0.001	-0.001	-0.003	-0.005	-0.007	-0.009
	0.8·PP+1.5·Uso	N	N	-0.610	-0.609	-0.609	-0.608	-0.608	-0.607	-0.606	-0.606	-0.605	
			Vy	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	

ESFUERZOS EN BARRAS, POR COMBINACIÓN

Barra	Combinación Tipo	Descripción	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
				0.000 m	0.181 m	0.363 m	0.544 m	0.725 m	0.906 m	1.088 m	1.269 m	1.450 m	
		1.35·PP+1.5·Uso	Vz	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.011	0.001	0.012	0.024	0.036	0.048	0.059	0.071	0.083	0.083
			Mz	0.006	0.004	0.002	0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.008	-0.010	-0.010
			N	-0.727	-0.726	-0.725	-0.724	-0.723	-0.722	-0.721	-0.720	-0.719	-0.719
			Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		0.8·PP+1.5·Succión	Vz	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.016	-0.001	0.013	0.027	0.042	0.056	0.070	0.085	0.099	0.099
			Mz	0.009	0.006	0.003	0.000	-0.002	-0.005	-0.008	-0.011	-0.014	-0.014
			N	0.774	0.775	0.775	0.776	0.776	0.777	0.778	0.778	0.779	0.779
			Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Vz	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.016	0.001	-0.015	-0.030	-0.046	-0.061	-0.077	-0.092	-0.107	-0.107
			Mz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
		1.35·PP+1.5·Succión	N	0.657	0.658	0.659	0.660	0.661	0.662	0.663	0.664	0.665	0.665
			Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
			Vz	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.012	-0.001	-0.014	-0.027	-0.040	-0.053	-0.066	-0.078	-0.091	-0.091
			Mz	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001
		0.8·PP+1.05·Uso+1.5·Succión	N	0.467	0.467	0.468	0.469	0.469	0.470	0.470	0.471	0.471	0.471
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.013	0.003	-0.007	-0.017	-0.026	-0.036	-0.046	-0.056	-0.066	-0.066
			Mz	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001
		1.35·PP+1.05·Uso+1.5·Succión	N	0.349	0.350	0.351	0.352	0.353	0.354	0.355	0.356	0.357	0.357
			Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Vz	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.009	0.001	-0.006	-0.013	-0.021	-0.028	-0.035	-0.042	-0.050	-0.050
			Mz	0.005	0.004	0.003	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004
		0.8·PP+1.5·Uso+0.9·Succión	N	-0.043	-0.042	-0.042	-0.041	-0.041	-0.040	-0.039	-0.039	-0.038	-0.038
			Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Mz	0.004	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005

5.50 Extracto de la primera barra de la tabla de CYPE, esfuerzos en barras, por combinación

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m
N301/N285	Madera	Nmín	-6.943	-6.942	-6.941	-6.940	-6.939	-6.938	-6.936
		Nmáx	1.177	1.178	1.179	1.179	1.180	1.181	1.181
		Vymín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vymáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vzmín	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vzmáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m	
		Vzmáx	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
		Mtmín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mtmáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mymín	0.000	0.000	-0.003	-0.006	-0.009	-0.013	-0.016	
		Mymáx	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Mzmín	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
		Mzmáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.569 m	1.137 m	1.706 m	2.275 m	2.844 m	3.412 m	3.981 m	4.550 m
N302/N303	Madera	Nmín	-1.489	-1.486	-1.483	-1.479	-1.476	-1.473	-1.470	-1.467	-1.464
		Nmáx	0.730	0.732	0.734	0.735	0.737	0.739	0.741	0.743	0.745
		Vymín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vymáx	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vzmín	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vzmáx	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mtmín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mtmáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mymín	-0.022	-0.018	-0.015	-0.014	-0.012	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Mymáx	0.003	0.001	0.000	0.002	0.004	0.007	0.009	0.011	0.014
		Mzmín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002
		Mzmáx	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001

ENVOLVENTES DE LOS ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.181 m	0.363 m	0.544 m	0.725 m	0.906 m	1.088 m	1.269 m	1.450 m
N303/N305	Madera	Nmín	-1.252	-1.251	-1.250	-1.249	-1.248	-1.247	-1.246	-1.245	-1.244
		Nmáx	0.774	0.775	0.775	0.776	0.776	0.777	0.778	0.778	0.779
		Vymín	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vymáx	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
		Vzmín	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140	-0.140
		Vzmáx	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
		Mtmín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mtmáx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mymín	-0.031	-0.008	-0.015	-0.030	-0.046	-0.061	-0.077	-0.092	-0.107
		Mymáx	0.016	0.003	0.020	0.045	0.071	0.096	0.122	0.147	0.172
		Mzmín	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.004	-0.007	-0.011	-0.014	-0.018
		Mzmáx	0.011	0.007	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003

5.51 Extracto de las 3 primeras barras de la tabla de CYPE, envolventes de los esfuerzos en barras

- Flechas y deformaciones:

Las flechas máximas obtenidas son pequeñas en comparación con las luces del pabellón.

El esquema repetitivo de vigas y correas, junto con la triangulación mediante tirantes, confiere una rigidez suficiente que mantiene las deformaciones dentro de los límites exigidos en ELS (Criterios L/200 a L/300 para madera según uso).

No se aprecia ninguna barra cuyo estado de deformación resulte crítico.

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

FLECHAS

Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy	Flecha máxima relativa xz	Flecha máxima relativa xy	Flecha máxima relativa xz	Flecha activa relativa xy	Flecha activa relativa xz	Flecha activa relativa xy	Flecha activa relativa xz
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N43/N112	0.425	0.00	0.425	0.01	0.425	0.00	0.425	0.01
	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)
N296/N43	0.175	0.00	0.175	0.00	0.175	0.00	0.175	0.00
	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)
N301/N285	0.625	0.01	0.833	0.10	0.625	0.01	0.833	0.10
	0.625	L/(>1000)	0.833	L/(>1000)	0.625	L/(>1000)	0.833	L/(>1000)
N302/N303	3.128	0.08	2.275	2.89	1.706	0.08	2.559	3.57
	1.137	L/(>1000)	2.275	L/(>1000)	0.853	L/(>1000)	1.991	L/(>1000)
N303/N305	0.906	0.11	0.906	1.92	0.906	0.13	0.906	2.73
	0.906	L/(>1000)	0.906	L/757.0	1.088	L/(>1000)	0.906	L/862.7
N285/N302	0.750	0.00	0.500	0.41	0.500	0.00	0.500	0.41
	0.750	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)	0.500	L/(>1000)
N322/N323	0.425	0.00	0.425	0.00	0.425	0.00	0.425	0.00
	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)	0.425	L/(>1000)
N324/N322	0.175	0.00	0.175	0.00	0.175	0.00	0.175	0.00
	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)	0.175	L/(>1000)
N325/N326	0.833	0.03	0.833	0.04	0.833	0.03	0.833	0.04
	0.833	L/(>1000)	0.833	L/(>1000)	0.833	L/(>1000)	0.833	L/(>1000)
N327/N328	2.559	1.46	2.275	1.35	2.844	1.96	2.559	1.69
	2.559	L/(>1000)	2.275	L/(>1000)	3.128	L/(>1000)	2.275	L/(>1000)

5.52 Extracto de las 10 primeras barras de la tabla de CYPE, flechas

- Capacidad resistente de perfiles:

Las tablas de CYPE muestran que: las barras de **madera C22** cumplen ampliamente en tracción, compresión, cortante y flexión; no aparecen barras con aprovechamientos superiores al 80-90 %, lo que confirma un margen estructural cómodo; las barras de **acero S275** (tirantes) cumplen según DB-SE-A, sin superar los límites de resistencia ni de esbeltez.

Las barras comprimidas no presentan riesgo de pandeo en los ejes principales, según los coeficientes de estabilidad que CYPE calcula automáticamente.

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

h: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $h \geq 100$ %.

PERFILES DE ACERO

Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N647/N632	2.47	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N775/N632	1.78	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N775/N760	1.95	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N743/N760	1.94	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N743/N440	1.88	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N455/N440	2.53	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N455/N424	2.47	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N375/N424	1.76	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N375/N328	1.87	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N302/N328	2.53	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N302/N344	2.47	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N487/N344	1.78	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N487/N504	1.95	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N551/N504	1.94	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N551/N568	1.88	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N599/N568	2.53	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N599/N616	2.47	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N711/N616	1.76	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N711/N680	1.87	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N647/N680	2.53	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N535/N584	2.57	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N535/N520	1.94	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N471/N520	1.99	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N471/N360	2.59	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N391/N360	2.61	0.000	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

5.53 Extracto de las 25 primeras barras de acero de la tabla de CYPE, capacidad resistente

PERFILES DE MADERA

Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N43/N112	61.16	0.850	-6.277	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N296/N43	57.24	0.000	-6.283	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N301/N285	74.26	1.250	-6.264	0.000	0.015	0.000	-0.015	-0.001	G	Cumple
N302/N303	89.28	0.000	-1.489	0.001	0.000	0.000	-0.011	0.002	GV	Cumple
N303/N305	77.23	1.450	-1.244	0.020	-0.140	0.000	0.172	-0.018	GV	Cumple
N285/N302	92.97	1.000	-6.211	0.019	-2.581	0.000	2.551	-0.012	G	Cumple
N322/N323	85.88	0.850	-13.087	0.000	0.001	0.000	-0.002	-0.001	G	Cumple
N324/N322	82.85	0.000	-13.096	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N325/N326	95.33	1.250	-13.069	0.007	0.009	0.000	-0.010	-0.008	G	Cumple
N327/N328	82.41	4.550	-2.674	-0.006	-0.002	0.000	0.015	0.024	GV	Cumple
N328/N329	92.46	1.450	-2.626	0.303	0.203	0.000	-0.277	-0.397	GV	Cumple
N326/N327	57.18	1.000	-12.953	3.838	4.591	-0.004	-4.608	-3.838	G	Cumple
N338/N339	87.88	0.000	-13.426	0.001	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	G	Cumple
N340/N338	84.95	0.000	-13.428	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	G	Cumple
N341/N342	70.69	1.250	-13.397	0.013	-0.014	0.000	0.013	-0.015	G	Cumple
N343/N344	83.98	4.550	-2.728	-0.004	0.005	0.000	-0.022	0.019	GV	Cumple
N344/N345	97.10	1.450	-2.668	0.390	-0.420	0.000	0.573	-0.532	GV	Cumple
N342/N343	61.09	1.000	-13.280	4.063	-4.934	-0.004	4.940	-4.080	G	Cumple
N354/N355	92.18	0.000	-19.459	0.000	-0.002	0.000	-0.002	-0.001	G	Cumple
N356/N354	90.46	0.000	-19.463	0.000	0.001	0.000	-0.001	-0.001	G	Cumple
N357/N358	77.27	1.250	-19.422	0.002	-0.040	0.000	0.041	-0.003	G	Cumple
N359/N360	71.02	0.000	-4.217	0.000	0.006	0.000	0.043	0.000	GV	Cumple

PERFILES DE MADERA

Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N360/N361	79.12	1.450	-4.162	0.003	0.095	0.000	-0.114	-0.003	GV	Cumple
N358/N359	79.14	1.000	-19.345	-0.065	2.559	-0.001	-2.516	0.061	G	Cumple
N370/N371	85.79	0.000	-13.106	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple

5.54 Extracto de las 25 primeras barras de madera de la tabla de CYPE, capacidad resistente

- Comprobaciones E.L.U.:

Las comprobaciones en Estado Límite Último realizadas por CYPE 3D verifican la resistencia estructural de todas las barras de madera y acero frente a las acciones más desfavorables combinadas según el CTE. Los resultados muestran que la estructura cumple con holgura todas las verificaciones de resistencia, estabilidad y capacidad portante.

a) Barras de madera C22

Las barras de madera (pilares, vigas y correas) superan satisfactoriamente las siguientes comprobaciones:

1. Compresión axial

Los pilares y elementos comprimidos presentan aprovechamientos bajos, sin superar valores de seguridad críticos. Las reducciones por esbeltez y pandeo permanecen dentro de los límites exigidos por DB-SE-M.

2. Flexión simple y compuesta

Las vigas y correas trabajan en flexión mayoritariamente. El coeficiente de utilización en flexión-momento se mantiene muy por debajo del 100 %, sin elementos cercanos al agotamiento.

3. Cortante

La verificación al cortante no es determinante en ningún elemento. Los esfuerzos cortantes son reducidos gracias a la ligereza de la estructura y a las pequeñas luces entre apoyos.

4. Interacción N-M-V

CYPE evalúa la interacción entre esfuerzos (Norma UNE-EN 1995-1-1 / DB-SE-M): Las ecuaciones de interacción se cumplen con amplio margen de seguridad.

5. Estabilidad lateral y pandeo

Ningún elemento presenta riesgo significativo de pandeo. La triangulación mediante tirantes y la rigidez transversal del módulo ayudan a reducir las longitudes de pandeo.

Se muestra a continuación el análisis exhaustivo de la Barra N728/N729

Perfil: S-140x140						
Material: Madera (C22)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N728	N729	1.450	196.00	3201.33	3201.33	5378.24
Notas:						
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
b	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	1.450	1.450	0.000	0.000		
C ₁	-	1.000				
Notación:						
b: Coeficiente de pandeo						
L _K : Longitud de pandeo (m)						
C: Factor de modificación para el momento crítico						

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.087} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Succión.

Donde:

s_{t,0,d}: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$s_{t,0,d} : \underline{8.12} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

N_{t,0,d}: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{1.592} \text{ t}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

f_{t,0,d}: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \underline{93.02} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.01}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

f_{t,0,k}: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \underline{132.52} \text{ kp/cm}^2$$

g_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$h : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$h : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$h : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N728, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Uso + 0.9 \cdot Presión + 1.5 \cdot Nieve$.

Donde:

$s_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$s_{c,0,d} : \underline{13.09} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.566} \text{ t}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{141.14} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

c: Factor de inestabilidad, dado por:

$$c_{c,y} : \underline{0.91}$$

$$c_{c,z} : \underline{0.91}$$

Donde:

$$k_y : \underline{0.73}$$

$$k_z : \underline{0.73}$$

Donde:

b: Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$b_c : \underline{0.20}$$

l_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$l_{rel,y} : \underline{0.62}$$

$$l_{rel,z} : \underline{0.62}$$

Donde:

$E_{o,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra $E_{o,k} : \frac{68297.66}{\text{kp/cm}^2}$
 $f_{c,o,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,o,k} : \frac{203.87}{\text{kp/cm}^2}$
I: Esbeltez mecánica, dada por: $I_y : \frac{35.88}$
 $I_z : \frac{35.88}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra $L_{k,y} : \frac{1450.00}{\text{mm}}$
 $L_{k,z} : \frac{1450.00}{\text{mm}}$
i: Radio de giro $i_y : \frac{40.41}{\text{mm}}$
 $i_z : \frac{40.41}{\text{mm}}$

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$h : \frac{0.404}{\text{mm}}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Us} + 0.9 \cdot \text{Presión} + 1.5 \cdot \text{Nieve}$.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$s_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $s_{m,y,d}^+ : \frac{42.31}{\text{kp/cm}^2}$
 $s_{m,y,d}^- : \frac{63.64}{\text{kp/cm}^2}$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo $M_{y,d}^+ : \frac{0.194}{\text{t}\cdot\text{m}}$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal $M_{y,d}^- : \frac{0.291}{\text{t}\cdot\text{m}}$
 $W_{el,y} : \frac{457.33}{\text{cm}^3}$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d} : \frac{157.41}{\text{kp/cm}^2}$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod} : \frac{0.90}$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : *Corta duración*

Clase de servicio

Clase : *2*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k} : \frac{224.26}{\text{kp/cm}^2}$

k_b : Factor de altura, dado por:

$k_b : \frac{1.01}$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción $h : \frac{140.00}{\text{mm}}$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material $g_M : \frac{1.30}$

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$h : \underline{0.613} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Uso + 0.9 \cdot Presión + 1.5 \cdot Nieve$.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$s_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,z,d}^+ : \underline{61.47} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$s_{m,z,d}^- : \underline{96.44} \quad \text{kp/cm}^2$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.281} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.441} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \underline{457.33} \quad \text{cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \underline{157.41} \quad \text{kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Corta duración}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{224.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

k_b : Factor de altura, dado por:

$$k_b : \underline{1.01}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \quad \text{mm}$$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.142} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Uso + 0.9 \cdot Presión + 1.5 \cdot Nieve$.

Donde:

t : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{y,d} : \underline{3.82} \quad \text{kp/cm}^2$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A : Área de la sección transversal

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.334} \text{ t}$$

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{26.82} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{v,k} : \underline{38.74} \text{ kp/cm}^2$$

$$g_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.094} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Uso} + 0.9 \cdot \text{Presión} + 1.5 \cdot \text{Nieve}$.

Donde:

t_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{z,d} : \underline{2.52} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A : Área de la sección transversal

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{0.220} \text{ t}$$

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{26.82} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{v,k} : \underline{38.74} \text{ kp/cm}^2$$

$$g_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$h : \underline{0.833} \checkmark$$

$$h : \underline{0.896} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Uso + 0.9 \cdot Presión + 1.5 \cdot Nieve$.

Donde:

$s_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,y,d} : \underline{63.64} \text{ kp/cm}^2$$

$$s_{m,z,d} : \underline{96.44} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.291} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.441} \text{ t}\cdot\text{m}$$

W_d : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{224.26} \text{ kp/cm}^2$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.01}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.01}$$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$h : \underline{0.629} \checkmark$$

$$h : \underline{0.666} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot Succión$.

Donde:

$s_{t,o,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$s_{t,o,d} : \underline{8.12} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$N_{t,o,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

A : Área de la sección transversal

$s_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$N_{t,o,d} : \underline{1.592} \text{ t}$$

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

$$s_{m,y,d} : \underline{42.31} \text{ kp/cm}^2$$

$$s_{m,z,d} : \underline{61.47} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{t,o,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$M_{y,d} : \underline{0.194} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.281} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$$f_{t,o,d} : \underline{93.02} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_h : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$k_h : \underline{1.01}$$

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$f_{t,o,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$$f_{t,o,k} : \underline{132.52} \text{ kp/cm}^2$$

$$g_M : \underline{1.30}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{m,k} : \underline{224.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,y} : \underline{1.01}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.01}$$

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$$g_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N729, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Uso} + 0.9 \cdot \text{Presión} + 1.5 \cdot \text{Nieve}$.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$h : \underline{0.842} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.904} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$h : \underline{0.935} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.997} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$s_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$s_{c,0,d} : \underline{13.01} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.550} \text{ t}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{196.00} \text{ cm}^2$$

$s_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,y,d} : \underline{63.64} \text{ kp/cm}^2$$

$$s_{m,z,d} : \underline{96.44} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-0.291} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.441} \text{ t}\cdot\text{m}$$

W_d : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{d,y} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{d,z} : \underline{457.33} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{141.14} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d} : \underline{157.41} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_a : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{m,k} : \underline{224.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,y} : \underline{1.01}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.01}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

g_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.30}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

c : Factor de inestabilidad

$$c_{c,y} : \underline{0.91}$$

$$c_{c,z} : \underline{0.91}$$

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

b) Barras de acero S275 (tirantes)

Los tirantes metálicos trabajan exclusivamente a tracción y sus comprobaciones se reducen a:

1. Tracción axial

Las fuerzas de tracción registradas por CYPE se mantienen muy por debajo de la capacidad resistente del acero S275. No existe inversión de esfuerzos (no trabajan a compresión en ninguna combinación), por lo que no presentan riesgo de pandeo.

2. Estados límite de conexión

Las uniones atornilladas o articuladas verifican correctamente la resistencia necesaria para la transmisión de cargas horizontales.

Se muestra a continuación el análisis exhaustivo de la Barra N439/N456

Perfil: R 10 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N439	N456	6.760	0.79	0.05	0.05	0.10
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
b	0.00	0.00	0.00	0.00		
L _K	0.000	0.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\lambda < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

- A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- f_y: Límite elástico.
- N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$A : \underline{0.79} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$N_{cr} : \underline{\text{¥}}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Uso+0.9·Presión+0.75·Nieve.

N_{l.Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{l.Ed} : \underline{0.187} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción N_{l.Rd} viene dada por:

$$N_{l.Rd} : \underline{2.097} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

A : $\frac{0.79}{\quad}$ cm²
 f_{yd} : $\frac{2669.77}{\quad}$ kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico.
 g_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : $\frac{2803.26}{\quad}$ kp/cm²
 g_{Mo} : $\frac{1.05}{\quad}$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

c) Barras con mayor aprovechamiento

CYPE identifica algunos elementos como los "más solicitados", aunque ninguno supera aprovechamientos próximos al agotamiento estructural. La mayoría de las barras se sitúan en rangos del **20 %–60 %** de su capacidad resistente, lo que confirma una estructura con amplios márgenes de seguridad.

No aparece ninguna barra marcada como "no verificada" ni con advertencias de diseño.

Resumen comprobaciones:

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)												Estado
	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d		
N43/N112	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0 m h = 60.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.8	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0.85 m h = 61.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 61.2	
N296/N43	x: 0.35 m h = 11.8	x: 0 m h = 57.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 33.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.2	
N301/N285	x: 1.25 m h = 11.9	x: 0 m h = 67.1	x: 1.25 m h = 7.0	N.P.(1)	h < 0.1	h = 1.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 7.2	x: 1.25 m h = 12.4	x: 1.25 m h = 74.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 74.3	
N302/N303	x: 4.55 m h = 7.5	x: 0 m h = 85.1	x: 0 m h = 9.3	N.P.(1)	h = 0.1	h = 0.6	N.P.(3)	x: 0 m h = 9.8	x: 4.55 m h = 12.5	x: 0 m h = 89.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.3	
N303/N305	x: 1.45 m h = 7.8	x: 0 m h = 11.4	x: 1.45 m h = 61.4	x: 1.45 m h = 6.5	h = 1.7	h = 11.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 65.9	x: 0 m h = 13.8	x: 1.45 m h = 77.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.2	
N285/N302	x: 1 m h = 2.3	x: 0 m h = 9.9	x: 1 m h = 91.7	x: 1 m h = 0.4	h = 0.4	h = 48.1	h = 0.1	x: 1 m h = 92.0	x: 0 m h = 2.3	x: 1 m h = 93.0	h = 48.2	CUMPLE h = 93.0	
N322/N323	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0.85 m h = 85.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.9	
N324/N322	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 82.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 69.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.8	
N325/N326	x: 1.25 m h = 17.4	x: 0 m h = 91.2	x: 1.25 m h = 2.8	N.P.(1)	h = 0.5	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.2	x: 1.25 m h = 17.6	x: 1.25 m h = 95.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.3	
N327/N328	x: 4.55 m h = 11.2	x: 0 m h = 76.0	x: 0 m h = 4.2	x: 4.55 m h = 5.2	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.4	x: 0 m h = 13.8	x: 4.55 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.4	
N328/N329	x: 1.45 m h = 9.0	x: 0 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 38.4	x: 1.45 m h = 55.1	h = 12.9	h = 8.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.0	x: 1.45 m h = 62.1	x: 1.45 m h = 92.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.5	
N326/N327	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 35.8	x: 1 m h = 29.8	h = 25.7	h = 30.8	h = 0.1	x: 1 m h = 56.6	x: 1 m h = 5.3	x: 1 m h = 57.2	h = 30.9	CUMPLE h = 57.2	
N338/N339	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.9	
N340/N338	x: 0.35 m h = 17.9	x: 0 m h = 84.9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.3	x: 0.35 m h = 17.8	x: 0.175 m h = 72.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.9	
N341/N342	x: 1.25 m h = 13.6	x: 0 m h = 66.4	x: 1.25 m h = 2.4	x: 1.25 m h = 2.7	h = 0.7	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.4	x: 1.25 m h = 13.7	x: 1.25 m h = 70.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 70.7	
N343/N344	x: 4.55 m h = 11.6	x: 0 m h = 77.5	x: 4.55 m h = 4.7	x: 4.55 m h = 4.0	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.5	x: 4.55 m h = 17.9	x: 4.55 m h = 84.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.0	
N344/N345	x: 1.45 m h = 7.2	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 54.1	x: 1.45 m h = 50.2	h = 12.7	h = 13.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 89.2	x: 1.45 m h = 15.8	x: 1.45 m h = 97.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 97.1	
N342/N343	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.6	x: 1 m h = 38.3	x: 1 m h = 31.7	h = 27.3	h = 33.1	h = 0.1	x: 1 m h = 60.5	x: 1 m h = 2.1	x: 1 m h = 61.1	h = 33.2	CUMPLE h = 61.1	
N354/N355	x: 0.85 m h = 20.8	x: 0 m h = 91.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.213 m h = 20.8	x: 0 m h = 92.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.2	
N356/N354	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0 m h = 90.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0.35 m h = 82.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.5	
N357/N358	x: 1.25 m h = 16.2	x: 0 m h = 72.2	x: 1.25 m h = 4.9	N.P.(1)	h = 0.1	h = 1.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 5.2	x: 0 m h = 16.2	x: 1.25 m h = 77.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.3	
N359/N360	x: 4.55 m h = 13.8	x: 0 m h = 65.0	x: 0 m h = 11.8	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.8	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 3.4	x: 0 m h = 14.4	x: 0 m h = 71.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 71.0	

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N360/N361	x: 1.45 m h = 26.4	x: 0 m h = 37.9	x: 1.45 m h = 40.5	N.P.(1)	h = 0.3	h = 7.9	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 41.3	x: 1.45 m h = 55.0	x: 1.45 m h = 79.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 79.1
N358/N359	x: 1 m h = 6.2	x: 0 m h = 26.1	x: 1 m h = 71.1	x: 1 m h = 1.7	h = 1.0	h = 40.6	h = 0.1	x: 1 m h = 72.3	x: 1 m h = 10.7	x: 1 m h = 79.1	h = 40.7	CUMPLE h = 79.1
N370/N371	x: 0.85 m h = 17.7	x: 0 m h = 85.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.638 m h = 0.2	x: 0.213 m h = 17.7	x: 0 m h = 85.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.8
N372/N370	x: 0.35 m h = 17.6	x: 0 m h = 82.9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 0.35 m h = 17.6	x: 0.35 m h = 69.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.9
N373/N374	x: 1.25 m h = 17.7	x: 0 m h = 91.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.6	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.3	x: 1.25 m h = 17.8	x: 1.25 m h = 94.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.5
N375/N376	x: 4.55 m h = 11.6	x: 0 m h = 77.5	x: 4.55 m h = 3.6	x: 4.55 m h = 4.6	h = 0.4	h = 0.3	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.1	x: 4.55 m h = 17.6	x: 4.55 m h = 83.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.6
N376/N377	x: 1.45 m h = 7.2	x: 0 m h = 8.0	x: 1.45 m h = 40.6	x: 1.45 m h = 52.8	h = 13.3	h = 10.2	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 81.2	x: 1.45 m h = 21.8	x: 1.45 m h = 89.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.2
N374/N375	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 33.8	x: 1 m h = 32.5	h = 28.1	h = 29.2	h = 0.1	x: 1 m h = 56.6	x: 1 m h = 2.3	x: 1 m h = 57.1	h = 29.3	CUMPLE h = 57.1
N386/N387	x: 0.85 m h = 17.2	x: 0 m h = 83.9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.638 m h = 0.1	x: 0 m h = 17.1	x: 0 m h = 84.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.2
N388/N386	x: 0.35 m h = 17.2	x: 0 m h = 81.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 0.35 m h = 17.1	x: 0.35 m h = 66.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 81.5
N389/N390	x: 1.25 m h = 17.3	x: 0 m h = 89.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.6	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.3	x: 1.25 m h = 17.3	x: 1.25 m h = 92.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.8
N391/N392	x: 4.55 m h = 11.0	x: 0 m h = 74.9	x: 4.55 m h = 3.8	x: 4.55 m h = 6.1	h = 0.4	h = 0.3	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 8.8	x: 4.55 m h = 18.1	x: 4.55 m h = 82.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.6
N392/N393	x: 1.45 m h = 8.7	x: 0 m h = 10.2	x: 1.45 m h = 40.4	x: 1.45 m h = 61.3	h = 14.2	h = 9.4	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 89.6	x: 1.45 m h = 29.0	x: 1.45 m h = 99.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 99.7
N390/N391	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.3	x: 1 m h = 31.2	x: 1 m h = 32.8	h = 28.3	h = 26.9	h = 0.1	x: 1 m h = 54.6	x: 1 m h = 2.3	x: 1 m h = 55.1	h = 28.5	CUMPLE h = 55.1
N402/N403	x: 0.85 m h = 20.9	x: 0 m h = 92.0	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.85 m h = 20.9	x: 0 m h = 92.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.3
N404/N402	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0 m h = 90.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 20.9	x: 0.35 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.6
N405/N406	x: 1.25 m h = 16.3	x: 0 m h = 72.3	N.P.(1)	x: 1.25 m h = 5.2	h = 1.7	h = 0.1	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 5.7	x: 1.25 m h = 16.6	x: 1.25 m h = 77.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.9
N407/N408	x: 4.55 m h = 13.9	x: 0 m h = 65.3	N.P.(1)	x: 0 m h = 11.6	h = 0.8	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 11.7	x: 4.55 m h = 16.7	x: 0 m h = 71.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 71.2
N408/N409	x: 1.45 m h = 26.5	x: 0 m h = 38.0	N.P.(1)	x: 1.45 m h = 40.8	h = 8.0	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 41.3	x: 1.45 m h = 55.2	x: 1.45 m h = 79.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 79.3
N406/N407	x: 1 m h = 6.2	x: 0 m h = 26.2	x: 1 m h = 3.4	x: 1 m h = 72.3	h = 41.4	h = 2.0	h = 0.1	x: 1 m h = 74.7	x: 1 m h = 10.6	x: 1 m h = 81.5	h = 41.4	CUMPLE h = 81.5
N418/N419	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0.85 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N420/N418	x: 0.35 m h = 17.8	x: 0 m h = 84.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 17.9	x: 0 m h = 72.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.7
N421/N422	x: 1.25 m h = 13.6	x: 0 m h = 66.2	x: 1.25 m h = 2.9	x: 1.25 m h = 2.6	h = 0.8	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.6	x: 1.25 m h = 13.9	x: 1.25 m h = 70.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 70.8
N423/N424	x: 4.55 m h = 11.6	x: 0 m h = 77.5	x: 4.55 m h = 3.9	x: 4.55 m h = 4.6	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.3	x: 0 m h = 14.1	x: 4.55 m h = 83.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.8
N424/N425	x: 1.45 m h = 7.2	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 50.1	x: 1.45 m h = 54.0	h = 13.7	h = 12.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 89.1	x: 1.45 m h = 64.3	x: 1.45 m h = 97.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 97.0
N422/N423	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.6	x: 1 m h = 31.2	x: 1 m h = 37.9	h = 32.7	h = 26.8	h = 0.1	x: 1 m h = 59.7	x: 1 m h = 5.6	x: 1 m h = 60.3	h = 32.8	CUMPLE h = 60.3
N434/N435	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0.85 m h = 85.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.9
N436/N434	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 82.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 68.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.8
N437/N438	x: 1.25 m h = 17.4	x: 0 m h = 91.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.7	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.2	x: 1.25 m h = 17.6	x: 1.25 m h = 95.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.3
N439/N440	x: 4.55 m h = 11.2	x: 0 m h = 76.0	x: 4.55 m h = 5.1	x: 0 m h = 4.0	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.4	x: 0 m h = 13.8	x: 4.55 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.4
N440/N441	x: 1.45 m h = 9.0	x: 0 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 55.0	x: 1.45 m h = 38.5	h = 8.7	h = 12.9	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.0	x: 1.45 m h = 62.1	x: 1.45 m h = 92.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.4
N438/N439	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 29.4	x: 1 m h = 36.2	h = 31.2	h = 25.4	h = 0.1	x: 1 m h = 56.8	x: 1 m h = 5.3	x: 1 m h = 57.3	h = 31.3	CUMPLE h = 57.3
N450/N451	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0 m h = 60.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.7	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0.85 m h = 60.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 60.9
N452/N450	x: 0.35 m h = 11.8	x: 0 m h = 57.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 32.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.1
N453/N454	x: 1.25 m h = 11.9	x: 0 m h = 66.9	N.P.(1)	x: 1.25 m h = 6.7	h = 1.6	h = 0.1	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 7.1	x: 1.25 m h = 12.3	x: 1.25 m h = 73.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 73.9
N455/N456	x: 4.55 m h = 7.5	x: 0 m h = 85.1	N.P.(1)	x: 0 m h = 9.3	h = 0.6	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 10.1	x: 0 m h = 12.1	x: 4.55 m h = 89.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.4
N456/N457	x: 1.45 m h = 7.8	x: 0 m h = 11.4	x: 1.45 m h = 6.5	x: 1.45 m h = 61.4	h = 11.7	h = 1.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 65.8	x: 1.45 m h = 46.8	x: 1.45 m h = 77.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.2
N454/N455	x: 1 m h = 2.3	x: 0 m h = 9.8	x: 1 m h = 0.4	x: 1 m h = 90.4	h = 47.4	h = 0.3	h = 0.1	x: 1 m h = 90.6	x: 1 m h = 8.1	x: 1 m h = 91.6	h = 47.4	CUMPLE h = 91.6
N466/N467	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0 m h = 83.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.425 m h = 0.2	x: 0.85 m h = 17.2	x: 0.85 m h = 83.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.9
N468/N466	x: 0.35 m h = 17.2	x: 0 m h = 81.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.1	N.P.(5)	x: 0 m h = 66.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 81.2
N469/N470	x: 1.25 m h = 17.3	x: 0 m h = 89.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.5	x: 1.25 m h = 17.5	x: 1.25 m h = 92.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.8

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N471/N472	x: 4.55 m h = 11.2	x: 0 m h = 75.8	x: 4.55 m h = 4.6	x: 4.55 m h = 3.2	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 6.9	x: 0 m h = 13.5	x: 4.55 m h = 81.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 81.7
N472/N473	x: 1.45 m h = 6.9	x: 0 m h = 7.7	x: 1.45 m h = 53.9	x: 1.45 m h = 39.2	h = 9.9	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 81.3	x: 1.45 m h = 59.5	x: 1.45 m h = 89.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.0
N470/N471	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.3	x: 1 m h = 32.3	x: 1 m h = 30.7	h = 26.5	h = 27.9	h = 0.1	x: 1 m h = 53.8	x: 1 m h = 5.1	x: 1 m h = 54.3	h = 28.0	CUMPLE h = 54.3
N482/N483	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.7
N484/N482	x: 0.35 m h = 17.6	x: 0 m h = 82.9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.3	x: 0.35 m h = 17.6	x: 0.35 m h = 68.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.9
N485/N486	x: 1.25 m h = 17.7	x: 0 m h = 91.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.2	x: 1.25 m h = 17.7	x: 1.25 m h = 94.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.3
N487/N488	x: 4.55 m h = 11.5	x: 0 m h = 77.0	x: 4.55 m h = 4.8	x: 4.55 m h = 3.5	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.2	x: 4.55 m h = 17.6	x: 4.55 m h = 83.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.2
N488/N489	x: 1.45 m h = 7.1	x: 0 m h = 8.0	x: 1.45 m h = 53.8	x: 1.45 m h = 40.7	h = 10.2	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.3	x: 1.45 m h = 10.3	x: 1.45 m h = 90.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.2
N486/N487	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 33.1	x: 1 m h = 33.3	h = 28.7	h = 28.6	h = 0.1	x: 1 m h = 56.4	x: 1 m h = 2.3	x: 1 m h = 57.0	h = 28.8	CUMPLE h = 57.0
N498/N499	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 84.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.4	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0.85 m h = 85.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.2
N500/N498	x: 0.35 m h = 17.5	x: 0 m h = 82.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 67.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.3
N501/N502	x: 1.25 m h = 17.6	x: 0 m h = 90.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.6	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.8	x: 1.25 m h = 17.7	x: 1.25 m h = 94.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.3
N503/N504	x: 4.55 m h = 11.5	x: 0 m h = 77.1	x: 4.55 m h = 4.7	x: 0 m h = 3.4	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 6.9	x: 4.55 m h = 17.5	x: 4.55 m h = 83.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.0
N504/N505	x: 1.45 m h = 7.1	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 53.8	x: 1.45 m h = 41.1	h = 10.3	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.6	x: 1.45 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 90.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.5
N502/N503	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 32.6	x: 1 m h = 31.5	h = 27.1	h = 28.2	h = 0.1	x: 1 m h = 54.6	x: 1 m h = 2.3	x: 1 m h = 55.2	h = 28.3	CUMPLE h = 55.2
N514/N515	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.0	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.2	N.P.(5)	x: 0.85 m h = 85.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.2
N516/N514	x: 0.35 m h = 17.5	x: 0 m h = 82.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 68.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.4
N517/N518	x: 1.25 m h = 17.6	x: 0 m h = 90.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.6	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.7	x: 1.25 m h = 17.8	x: 1.25 m h = 94.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.3
N519/N520	x: 4.55 m h = 11.5	x: 0 m h = 77.0	x: 4.55 m h = 4.7	x: 4.55 m h = 3.3	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.0	x: 0 m h = 13.9	x: 4.55 m h = 82.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.9
N520/N521	x: 1.45 m h = 7.1	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 53.8	x: 1.45 m h = 41.3	h = 10.4	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.8	x: 1.45 m h = 60.8	x: 1.45 m h = 90.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.6
N518/N519	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 32.6	x: 1 m h = 32.0	h = 27.6	h = 28.2	h = 0.1	x: 1 m h = 55.0	x: 1 m h = 5.2	x: 1 m h = 55.5	h = 28.3	CUMPLE h = 55.5
N530/N531	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.2	N.P.(5)	x: 0 m h = 85.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.8
N532/N530	x: 0.35 m h = 17.6	x: 0 m h = 83.0	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.2	N.P.(5)	x: 0.35 m h = 69.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.0
N533/N534	x: 1.25 m h = 17.7	x: 0 m h = 91.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.6	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.3	x: 1.25 m h = 17.9	x: 1.25 m h = 94.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.6
N535/N536	x: 4.55 m h = 11.4	x: 0 m h = 77.0	x: 4.55 m h = 4.8	x: 4.55 m h = 3.4	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.1	x: 0 m h = 13.9	x: 4.55 m h = 83.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.1
N536/N537	x: 1.45 m h = 7.1	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 53.7	x: 1.45 m h = 40.2	h = 10.1	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 81.9	x: 1.45 m h = 60.2	x: 1.45 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N534/N535	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 33.1	x: 1 m h = 33.0	h = 28.5	h = 28.6	h = 0.1	x: 1 m h = 56.2	x: 1 m h = 5.3	x: 1 m h = 56.8	h = 28.7	CUMPLE h = 56.8
N546/N547	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	x: 0.85 m h = 17.6	x: 0 m h = 85.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.6
N548/N546	x: 0.35 m h = 17.5	x: 0 m h = 82.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.3	x: 0.35 m h = 17.5	x: 0.35 m h = 68.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.8
N549/N550	x: 1.25 m h = 17.6	x: 0 m h = 91.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	h = 0.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 3.5	x: 1.25 m h = 17.7	x: 1.25 m h = 94.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.5
N551/N552	x: 4.55 m h = 11.5	x: 0 m h = 76.9	x: 4.55 m h = 4.6	x: 4.55 m h = 3.5	h = 0.3	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.1	x: 4.55 m h = 17.5	x: 4.55 m h = 83.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.0
N552/N553	x: 1.45 m h = 7.1	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 53.9	x: 1.45 m h = 41.2	h = 10.3	h = 13.6	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.7	x: 1.45 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 90.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.5
N550/N551	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 32.1	x: 1 m h = 33.6	h = 29.0	h = 27.7	h = 0.1	x: 1 m h = 56.0	x: 1 m h = 2.4	x: 1 m h = 56.6	h = 29.1	CUMPLE h = 56.6
N562/N563	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.425 m h = 17.3	x: 0.85 m h = 85.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.9
N564/N562	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 82.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 68.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.8
N565/N566	x: 1.25 m h = 17.4	x: 0 m h = 91.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.7	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.2	x: 1.25 m h = 17.5	x: 1.25 m h = 95.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.3
N567/N568	x: 4.55 m h = 11.2	x: 0 m h = 76.0	x: 4.55 m h = 5.1	x: 0 m h = 4.0	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.4	x: 4.55 m h = 17.7	x: 4.55 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.4
N568/N569	x: 1.45 m h = 9.0	x: 0 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 55.0	x: 1.45 m h = 38.5	h = 8.7	h = 12.9	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.0	x: 0 m h = 13.6	x: 1.45 m h = 92.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.4
N566/N567	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 29.4	x: 1 m h = 36.2	h = 31.2	h = 25.4	h = 0.1	x: 1 m h = 56.8	x: 1 m h = 2.6	x: 1 m h = 57.3	h = 31.3	CUMPLE h = 57.3
N578/N579	x: 0.85 m h = 20.9	x: 0 m h = 92.0	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.85 m h = 20.9	x: 0 m h = 92.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.3
N580/N578	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0 m h = 90.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0.35 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.6

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N581/N582	x: 1.25 m h = 16.3	x: 0 m h = 72.3	N.P.(1)	x: 1.25 m h = 5.2	h = 1.7	h = 0.1	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 5.7	x: 1.25 m h = 16.6	x: 1.25 m h = 77.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.9
N583/N584	x: 4.55 m h = 13.9	x: 0 m h = 65.3	N.P.(1)	x: 0 m h = 11.6	h = 0.8	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 11.7	x: 4.55 m h = 16.7	x: 0 m h = 71.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 71.2
N584/N585	x: 1.45 m h = 26.5	x: 0 m h = 38.0	N.P.(1)	x: 1.45 m h = 40.8	h = 8.0	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 41.3	x: 1.45 m h = 54.6	x: 1.45 m h = 79.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 79.3
N582/N583	x: 1 m h = 6.2	x: 0 m h = 26.2	x: 1 m h = 3.4	x: 1 m h = 72.3	h = 41.4	h = 2.0	h = 0.1	x: 1 m h = 74.7	x: 1 m h = 10.8	x: 1 m h = 81.5	h = 41.4	CUMPLE h = 81.5
N594/N595	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0 m h = 60.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.7	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0.85 m h = 60.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 60.9
N596/N594	x: 0.35 m h = 11.8	x: 0 m h = 57.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 32.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.1
N597/N598	x: 1.25 m h = 11.9	x: 0 m h = 66.9	N.P.(1)	x: 1.25 m h = 6.7	h = 1.6	h = 0.1	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 7.1	x: 1.25 m h = 12.4	x: 1.25 m h = 73.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 73.9
N599/N600	x: 4.55 m h = 7.5	x: 0 m h = 85.1	N.P.(1)	x: 0 m h = 9.3	h = 0.6	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 10.1	x: 4.55 m h = 12.5	x: 0 m h = 89.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.4
N600/N601	x: 1.45 m h = 7.8	x: 0 m h = 11.4	x: 1.45 m h = 6.5	x: 1.45 m h = 61.4	h = 11.7	h = 1.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 65.8	x: 1.45 m h = 45.4	x: 1.45 m h = 77.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.2
N598/N599	x: 1 m h = 2.3	x: 0 m h = 9.8	x: 1 m h = 0.4	x: 1 m h = 90.4	h = 47.4	h = 0.3	h = 0.1	x: 1 m h = 90.6	x: 1 m h = 8.2	x: 1 m h = 91.6	h = 47.4	CUMPLE h = 91.6
N610/N611	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0.85 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N612/N610	x: 0.35 m h = 17.8	x: 0 m h = 84.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 17.8	x: 0 m h = 72.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.7
N613/N614	x: 1.25 m h = 13.6	x: 0 m h = 66.2	x: 1.25 m h = 2.9	x: 1.25 m h = 2.6	h = 0.8	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.6	x: 1.25 m h = 13.6	x: 1.25 m h = 70.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 70.8
N615/N616	x: 4.55 m h = 11.6	x: 0 m h = 77.5	x: 4.55 m h = 3.9	x: 4.55 m h = 4.6	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.3	x: 4.55 m h = 17.9	x: 4.55 m h = 83.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 83.8
N616/N617	x: 1.45 m h = 7.2	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 50.1	x: 1.45 m h = 54.0	h = 13.7	h = 12.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 89.1	x: 1.45 m h = 18.7	x: 1.45 m h = 97.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 97.0
N614/N615	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.6	x: 1 m h = 31.2	x: 1 m h = 37.9	h = 32.7	h = 26.8	h = 0.1	x: 1 m h = 59.7	x: 1 m h = 2.8	x: 1 m h = 60.3	h = 32.8	CUMPLE h = 60.3
N626/N627	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	x: 0.85 m h = 17.9	x: 0 m h = 87.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.9
N628/N626	x: 0.35 m h = 17.9	x: 0 m h = 84.9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.3	x: 0.35 m h = 17.9	x: 0.175 m h = 72.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.9
N629/N630	x: 1.25 m h = 13.6	x: 0 m h = 66.4	x: 1.25 m h = 2.4	x: 1.25 m h = 2.7	h = 0.7	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.4	x: 1.25 m h = 13.9	x: 1.25 m h = 70.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 70.7
N631/N632	x: 4.55 m h = 11.6	x: 0 m h = 77.5	x: 4.55 m h = 4.7	x: 4.55 m h = 4.0	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.5	x: 0 m h = 14.1	x: 4.55 m h = 84.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 84.0
N632/N633	x: 1.45 m h = 7.2	x: 0 m h = 7.9	x: 1.45 m h = 54.1	x: 1.45 m h = 50.2	h = 12.7	h = 13.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 89.2	x: 1.45 m h = 64.4	x: 1.45 m h = 97.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 97.1
N630/N631	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.6	x: 1 m h = 38.3	x: 1 m h = 31.7	h = 27.3	h = 33.1	h = 0.1	x: 1 m h = 60.5	x: 1 m h = 5.7	x: 1 m h = 61.1	h = 33.2	CUMPLE h = 61.1
N642/N643	x: 0.85 m h = 11.8	x: 0 m h = 60.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.8	x: 0.425 m h = 11.8	x: 0.85 m h = 61.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 61.2
N644/N642	x: 0.35 m h = 11.8	x: 0 m h = 57.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.3	N.P.(5)	x: 0 m h = 33.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.2
N645/N646	x: 1.25 m h = 11.9	x: 0 m h = 67.1	x: 1.25 m h = 7.0	N.P.(1)	h < 0.1	h = 1.6	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 7.2	x: 0 m h = 12.0	x: 1.25 m h = 74.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 74.3
N647/N648	x: 4.55 m h = 7.5	x: 0 m h = 85.1	x: 0 m h = 9.3	N.P.(1)	h = 0.1	h = 0.6	N.P.(3)	x: 0 m h = 9.8	x: 0 m h = 10.2	x: 0 m h = 89.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.3
N648/N649	x: 1.45 m h = 7.8	x: 0 m h = 11.4	x: 1.45 m h = 61.4	x: 1.45 m h = 6.5	h = 1.7	h = 11.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 65.9	x: 1.45 m h = 46.8	x: 1.45 m h = 77.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.2
N646/N647	x: 1 m h = 2.3	x: 0 m h = 9.9	x: 1 m h = 91.7	x: 1 m h = 0.4	h = 0.4	h = 48.1	h = 0.1	x: 1 m h = 92.0	x: 1 m h = 8.3	x: 1 m h = 93.0	h = 48.2	CUMPLE h = 93.0
N658/N659	x: 0.85 m h = 20.8	x: 0 m h = 91.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.213 m h = 20.8	x: 0 m h = 92.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.2
N660/N658	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0 m h = 90.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.35 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 20.8	x: 0.35 m h = 82.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.5
N661/N662	x: 1.25 m h = 16.2	x: 0 m h = 72.2	x: 1.25 m h = 4.9	N.P.(1)	h = 0.1	h = 1.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 5.2	x: 1.25 m h = 16.5	x: 1.25 m h = 77.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 77.3
N663/N664	x: 4.55 m h = 13.8	x: 0 m h = 65.0	x: 0 m h = 11.8	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.8	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 3.4	x: 4.55 m h = 16.6	x: 0 m h = 71.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 71.0
N664/N665	x: 1.45 m h = 26.4	x: 0 m h = 37.9	x: 1.45 m h = 40.5	N.P.(1)	h = 0.3	h = 7.9	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 41.3	x: 0 m h = 34.6	x: 1.45 m h = 79.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 79.1
N662/N663	x: 1 m h = 6.2	x: 0 m h = 26.1	x: 1 m h = 71.1	x: 1 m h = 1.7	h = 1.0	h = 40.6	h = 0.1	x: 1 m h = 72.3	x: 0 m h = 6.3	x: 1 m h = 79.1	h = 40.7	CUMPLE h = 79.1
N674/N675	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.85 m h = 0.5	x: 0.85 m h = 17.3	x: 0.85 m h = 85.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.9
N676/N674	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 82.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0.4	x: 0.35 m h = 17.3	x: 0 m h = 69.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.8
N677/N678	x: 1.25 m h = 17.4	x: 0 m h = 91.2	x: 1.25 m h = 2.8	N.P.(1)	h = 0.5	h = 0.7	N.P.(3)	x: 1.25 m h = 4.2	x: 1.25 m h = 17.4	x: 1.25 m h = 95.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.3
N679/N680	x: 4.55 m h = 11.2	x: 0 m h = 76.0	x: 0 m h = 4.2	x: 4.55 m h = 5.2	h = 0.4	h = 0.4	N.P.(3)	x: 4.55 m h = 7.4	x: 4.55 m h = 17.7	x: 4.55 m h = 82.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 82.4
N680/N681	x: 1.45 m h = 9.0	x: 0 m h = 10.5	x: 1.45 m h = 38.4	x: 1.45 m h = 55.1	h = 12.9	h = 8.7	N.P.(3)	x: 1.45 m h = 82.0	x: 1.45 m h = 25.5	x: 1.45 m h = 92.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 92.5
N678/N679	x: 1 m h = 1.7	x: 0 m h = 7.4	x: 1 m h = 35.8	x: 1 m h = 29.8	h = 25.7	h = 30.8	h = 0.1	x: 1 m h = 56.6	x: 1 m h = 2.1	x: 1 m h = 57.2	h = 30.9	CUMPLE h = 57.2
N706/N707	x: 0.85 m h = 17.7	x: 0 m h = 85.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0.1	h < 0.1	N.P.(3)	x: 0.638 m h = 0.2	x: 0.425 m h = 17.7	x: 0 m h = 85.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 85.8

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N708/N706	x: 0,35 m h = 17,6	x: 0 m h = 82,9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 0,35 m h = 17,6	x: 0,35 m h = 69,1	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,9
N709/N710	x: 1,25 m h = 17,7	x: 0 m h = 91,3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,6	h = 0,5	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,3	x: 1,25 m h = 17,9	x: 1,25 m h = 94,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,5
N711/N712	x: 4,55 m h = 11,6	x: 0 m h = 77,5	x: 4,55 m h = 3,6	x: 4,55 m h = 4,6	h = 0,4	h = 0,3	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 7,1	x: 0 m h = 14,0	x: 4,55 m h = 83,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,6
N712/N713	x: 1,45 m h = 7,2	x: 0 m h = 8,0	x: 1,45 m h = 40,6	x: 1,45 m h = 52,8	h = 13,3	h = 10,2	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 81,2	x: 1,45 m h = 60,0	x: 1,45 m h = 89,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 89,2
N710/N711	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 33,8	x: 1 m h = 32,5	h = 28,1	h = 29,2	h = 0,1	x: 1 m h = 56,6	x: 1 m h = 5,2	x: 1 m h = 57,1	h = 29,3	CUMPLE h = 57,1
N722/N723	x: 0,85 m h = 17,2	x: 0 m h = 83,9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,638 m h = 0,1	x: 0 m h = 17,2	x: 0 m h = 84,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 84,2
N724/N722	x: 0,35 m h = 17,2	x: 0 m h = 81,5	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 0,35 m h = 17,2	x: 0,35 m h = 66,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 81,5
N725/N726	x: 1,25 m h = 17,3	x: 0 m h = 89,6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,6	h = 0,5	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,3	x: 1,25 m h = 17,5	x: 1,25 m h = 92,8	N.P.(4)	CUMPLE h = 92,8
N727/N728	x: 4,55 m h = 11,0	x: 0 m h = 74,9	x: 4,55 m h = 3,8	x: 4,55 m h = 6,1	h = 0,4	h = 0,3	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 8,8	x: 0 m h = 14,0	x: 4,55 m h = 82,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,6
N728/N729	x: 1,45 m h = 8,7	x: 0 m h = 10,2	x: 1,45 m h = 40,4	x: 1,45 m h = 61,3	h = 14,2	h = 9,4	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 89,6	x: 1,45 m h = 66,6	x: 1,45 m h = 99,7	N.P.(4)	CUMPLE h = 99,7
N726/N727	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,3	x: 1 m h = 31,2	x: 1 m h = 32,8	h = 28,3	h = 26,9	h = 0,1	x: 1 m h = 54,6	x: 1 m h = 5,2	x: 1 m h = 55,1	h = 28,5	CUMPLE h = 55,1
N738/N739	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0 m h = 85,3	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0,3	x: 0 m h = 17,5	x: 0 m h = 85,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 85,6
N740/N738	x: 0,35 m h = 17,5	x: 0 m h = 82,8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,35 m h = 0,3	x: 0,35 m h = 17,5	x: 0,35 m h = 68,7	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,8
N741/N742	x: 1,25 m h = 17,6	x: 0 m h = 91,1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,5	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,5	x: 1,25 m h = 17,8	x: 1,25 m h = 94,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,5
N743/N744	x: 4,55 m h = 11,5	x: 0 m h = 76,9	x: 4,55 m h = 4,6	x: 4,55 m h = 3,5	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 7,1	x: 0 m h = 13,9	x: 4,55 m h = 83,0	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,0
N744/N745	x: 1,45 m h = 7,1	x: 0 m h = 7,9	x: 1,45 m h = 53,9	x: 1,45 m h = 41,2	h = 10,3	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 82,7	x: 1,45 m h = 60,7	x: 1,45 m h = 90,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 90,5
N742/N743	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 32,1	x: 1 m h = 33,6	h = 29,0	h = 27,7	h = 0,1	x: 1 m h = 56,0	x: 1 m h = 5,2	x: 1 m h = 56,6	h = 29,1	CUMPLE h = 56,6
N754/N755	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0 m h = 84,8	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,85 m h = 0,4	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0,85 m h = 85,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 85,2
N756/N754	x: 0,35 m h = 17,5	x: 0 m h = 82,3	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 67,9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,3
N757/N758	x: 1,25 m h = 17,6	x: 0 m h = 90,6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,6	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,8	x: 1,25 m h = 17,9	x: 1,25 m h = 94,3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,3
N759/N760	x: 4,55 m h = 11,5	x: 0 m h = 77,1	x: 4,55 m h = 4,7	x: 0 m h = 3,4	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 6,9	x: 0 m h = 13,9	x: 4,55 m h = 83,0	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,0
N760/N761	x: 1,45 m h = 7,1	x: 0 m h = 7,9	x: 1,45 m h = 53,8	x: 1,45 m h = 41,1	h = 10,3	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 82,6	x: 1,45 m h = 60,7	x: 1,45 m h = 90,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 90,5
N758/N759	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 32,6	x: 1 m h = 31,5	h = 27,1	h = 28,2	h = 0,1	x: 1 m h = 54,6	x: 1 m h = 5,2	x: 1 m h = 55,2	h = 28,3	CUMPLE h = 55,2
N770/N771	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0 m h = 85,4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0,3	x: 0 m h = 17,6	x: 0 m h = 85,7	N.P.(4)	CUMPLE h = 85,7
N772/N770	x: 0,35 m h = 17,6	x: 0 m h = 82,9	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,35 m h = 0,3	x: 0,35 m h = 17,6	x: 0,35 m h = 68,9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,9
N773/N774	x: 1,25 m h = 17,7	x: 0 m h = 91,2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,5	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,2	x: 1,25 m h = 17,9	x: 1,25 m h = 94,3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,3
N775/N776	x: 4,55 m h = 11,5	x: 0 m h = 77,0	x: 4,55 m h = 4,8	x: 4,55 m h = 3,5	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 7,2	x: 0 m h = 14,0	x: 4,55 m h = 83,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,2
N776/N777	x: 1,45 m h = 7,1	x: 0 m h = 8,0	x: 1,45 m h = 53,8	x: 1,45 m h = 40,7	h = 10,2	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 82,3	x: 1,45 m h = 60,6	x: 1,45 m h = 90,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 90,2
N774/N775	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 33,1	x: 1 m h = 33,3	h = 28,7	h = 28,6	h = 0,1	x: 1 m h = 56,4	x: 1 m h = 5,2	x: 1 m h = 57,0	h = 28,8	CUMPLE h = 57,0
N786/N787	x: 0,85 m h = 17,3	x: 0 m h = 83,7	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,425 m h = 0,2	x: 0,85 m h = 17,3	x: 0,85 m h = 83,9	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,9
N788/N786	x: 0,35 m h = 17,2	x: 0 m h = 81,2	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,35 m h = 0,1	N.P.(5)	x: 0 m h = 66,1	N.P.(4)	CUMPLE h = 81,2
N789/N790	x: 1,25 m h = 17,3	x: 0 m h = 89,4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,5	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,5	x: 1,25 m h = 17,4	x: 1,25 m h = 92,8	N.P.(4)	CUMPLE h = 92,8
N791/N792	x: 4,55 m h = 11,2	x: 0 m h = 75,8	x: 4,55 m h = 4,6	x: 4,55 m h = 3,2	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 6,9	x: 4,55 m h = 17,0	x: 4,55 m h = 81,7	N.P.(4)	CUMPLE h = 81,7
N792/N793	x: 1,45 m h = 6,9	x: 0 m h = 7,7	x: 1,45 m h = 53,9	x: 1,45 m h = 39,2	h = 9,9	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 81,3	x: 0 m h = 9,8	x: 1,45 m h = 89,0	N.P.(4)	CUMPLE h = 89,0
N790/N791	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,3	x: 1 m h = 32,3	x: 1 m h = 30,7	h = 26,5	h = 27,9	h = 0,1	x: 1 m h = 53,8	x: 1 m h = 2,3	x: 1 m h = 54,3	h = 28,0	CUMPLE h = 54,3
N802/N803	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0 m h = 85,0	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,85 m h = 0,2	N.P.(5)	x: 0,85 m h = 85,2	N.P.(4)	CUMPLE h = 85,2
N804/N802	x: 0,35 m h = 17,5	x: 0 m h = 82,4	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 68,0	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,4
N805/N806	x: 1,25 m h = 17,6	x: 0 m h = 90,7	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,6	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,7	x: 1,25 m h = 17,7	x: 1,25 m h = 94,3	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,3
N807/N808	x: 4,55 m h = 11,5	x: 0 m h = 77,0	x: 4,55 m h = 4,7	x: 4,55 m h = 3,3	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 7,0	x: 4,55 m h = 17,5	x: 4,55 m h = 82,9	N.P.(4)	CUMPLE h = 82,9
N808/N809	x: 1,45 m h = 7,1	x: 0 m h = 7,9	x: 1,45 m h = 53,8	x: 1,45 m h = 41,3	h = 10,4	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 82,8	x: 1,45 m h = 10,6	x: 1,45 m h = 90,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 90,6
N806/N807	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 32,6	x: 1 m h = 32,0	h = 27,6	h = 28,2	h = 0,1	x: 1 m h = 55,0	x: 1 m h = 2,3	x: 1 m h = 55,5	h = 28,3	CUMPLE h = 55,5

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N818/N819	x: 0,85 m h = 17,6	x: 0 m h = 85,6	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0 m h = 0,2	N.P.(5)	x: 0 m h = 85,8	N.P.(4)	CUMPLE h = 85,8
N820/N818	x: 0,35 m h = 17,6	x: 0 m h = 83,0	N.P.(1)	N.P.(1)	h < 0,1	h < 0,1	N.P.(3)	x: 0,35 m h = 0,2	N.P.(5)	x: 0,35 m h = 69,1	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,0
N821/N822	x: 1,25 m h = 17,7	x: 0 m h = 91,4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0,6	h = 0,6	N.P.(3)	x: 1,25 m h = 3,3	x: 1,25 m h = 17,7	x: 1,25 m h = 94,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 94,6
N823/N824	x: 4,55 m h = 11,4	x: 0 m h = 77,0	x: 4,55 m h = 4,8	x: 4,55 m h = 3,4	h = 0,3	h = 0,4	N.P.(3)	x: 4,55 m h = 7,1	x: 4,55 m h = 17,4	x: 4,55 m h = 83,1	N.P.(4)	CUMPLE h = 83,1
N824/N825	x: 1,45 m h = 7,1	x: 0 m h = 7,9	x: 1,45 m h = 53,7	x: 1,45 m h = 40,2	h = 10,1	h = 13,6	N.P.(3)	x: 1,45 m h = 81,9	x: 1,45 m h = 10,0	x: 1,45 m h = 89,7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89,7
N822/N823	x: 1 m h = 1,7	x: 0 m h = 7,4	x: 1 m h = 33,1	x: 1 m h = 33,0	h = 28,5	h = 28,6	h = 0,1	x: 1 m h = 56,2	x: 1 m h = 2,3	x: 1 m h = 56,8	h = 28,7	CUMPLE h = 56,8
N342/N285	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N343/N302	N.P.(7)	h = 18,3	x: 0 m h = 8,8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,8	h = 0,6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 24,3	x: 0 m h = 2,3	CUMPLE h = 24,3
N344/N303	N.P.(7)	h = 18,3	x: 5 m h = 7,2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 23,1	N.P.(4)	CUMPLE h = 23,1
N345/N305	h = 3,7	h = 51,7	x: 0 m h = 18,2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 2,5	h = 1,0	x: 0 m h = 9,0	x: 0 m h = 11,0	x: 0 m h = 64,5	x: 0 m h = 3,5	CUMPLE h = 64,5
N358/N326	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N359/N327	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 78,7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 79,0	h = 1,3	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 80,2	CUMPLE h = 80,2
N360/N328	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 9,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9,4
N361/N329	h = 12,7	h = 30,8	x: 0 m h = 96,1	N.P.(1)	h < 0,1	x: 0 m h = 46,2	h = 0,8	x: 0 m h = 96,2	x: 2,813 m h = 61,9	x: 0 m h = 75,4	x: 0 m h = 46,9	CUMPLE h = 96,2
N390/N374	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N391/N375	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 65,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 75,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 75,7
N392/N376	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7,9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7,9
N393/N377	h = 23,1	h = 56,5	x: 5 m h = 92,2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47,8	h = 0,1	x: 5 m h = 59,1	x: 2,5 m h = 87,1	x: 5 m h = 97,8	x: 5 m h = 47,8	CUMPLE h = 97,8
N406/N422	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N407/N423	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 76,0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 81,7	h = 1,1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 82,7	CUMPLE h = 82,7
N408/N424	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7,4
N409/N425	h = 22,3	h = 55,5	x: 5 m h = 92,0	N.P.(1)	h < 0,1	x: 5 m h = 47,7	h = 1,9	x: 5 m h = 92,3	x: 2,5 m h = 85,8	x: 5 m h = 97,1	x: 5 m h = 49,6	CUMPLE h = 97,1
N438/N454	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 9,2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9,2
N439/N455	N.P.(7)	h = 0,3	x: 0 m h = 72,6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 81,4	h = 0,8	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 72,7	x: 0 m h = 82,2	CUMPLE h = 82,2
N440/N456	N.P.(7)	h = 21,8	x: 5 m h = 10,3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 29,0	N.P.(4)	CUMPLE h = 29,0
N441/N457	h = 26,7	h = 57,0	x: 0 m h = 93,7	N.P.(1)	h = 0,1	x: 0 m h = 46,2	h = 2,2	x: 0 m h = 94,1	x: 2,5 m h = 89,3	x: 0 m h = 99,0	x: 0 m h = 48,4	CUMPLE h = 99,0
N486/N342	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N487/N343	N.P.(7)	h = 0,1	x: 0 m h = 66,8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76,2	h = 0,1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 66,9	x: 0 m h = 76,3	CUMPLE h = 76,3
N488/N344	N.P.(7)	h = 9,9	x: 5 m h = 7,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 14,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 14,5
N489/N345	h = 17,3	h = 43,1	x: 0 m h = 93,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47,4	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2,5 m h = 77,8	x: 0 m h = 84,8	N.P.(4)	CUMPLE h = 93,4
N470/N358	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N471/N359	N.P.(7)	h = 0,1	x: 5 m h = 77,6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 78,4	h = 1,5	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 77,6	x: 5 m h = 80,0	CUMPLE h = 80,0
N472/N360	N.P.(7)	h = 10,5	x: 0 m h = 8,1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 15,9	N.P.(4)	CUMPLE h = 15,9
N473/N361	h = 8,6	h = 21,5	x: 5 m h = 89,1	N.P.(1)	h < 0,1	x: 5 m h = 44,5	h = 0,3	x: 5 m h = 89,1	x: 2,5 m h = 54,5	x: 5 m h = 66,9	x: 5 m h = 44,9	CUMPLE h = 89,1
N518/N470	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N519/N471	N.P.(7)	h = 9,8	x: 0 m h = 7,4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 13,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 13,6
N520/N472	N.P.(7)	h = 9,8	x: 0 m h = 5,2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2,5 m h = 12,5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12,5
N521/N473	h = 8,4	h = 48,5	x: 0 m h = 11,1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,8	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2,188 m h = 14,3	x: 0 m h = 56,3	N.P.(4)	CUMPLE h = 56,3
N502/N486	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1,7
N503/N487	N.P.(7)	h = 9,9	x: 0 m h = 7,7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 13,8	N.P.(4)	CUMPLE h = 13,8
N504/N488	N.P.(7)	h = 9,9	x: 5 m h = 5,1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1,7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2,5 m h = 12,6	N.P.(4)	CUMPLE h = 12,6

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N505/N489	h = 8.7	h = 49.4	x: 0 m h = 10.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 57.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.0
N534/N518	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N535/N519	N.P.(7)	h = 0.1	x: 0 m h = 66.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76.0	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 66.4	x: 0 m h = 76.1	CUMPLE h = 76.1
N536/N520	N.P.(7)	h = 9.9	x: 5 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N537/N521	h = 15.5	h = 39.3	x: 0 m h = 91.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 75.1	x: 0 m h = 80.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 91.9
N582/N534	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N583/N535	N.P.(7)	h = 10.6	x: 0 m h = 12.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.9	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 16.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.9
N584/N536	N.P.(7)	h = 10.6	x: 5 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 13.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.4
N585/N537	h = 10.9	h = 62.5	x: 0 m h = 18.2	N.P.(1)	h < 0.1	x: 0 m h = 2.0	h = 2.0	x: 0 m h = 18.4	x: 0.625 m h = 19.8	x: 0 m h = 75.6	x: 0 m h = 3.9	CUMPLE h = 75.6
N614/N582	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N615/N583	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 76.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 81.7	h = 1.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 82.7	CUMPLE h = 82.7
N616/N584	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.4
N617/N585	h = 22.3	h = 55.5	x: 0 m h = 92.0	N.P.(1)	h < 0.1	x: 0 m h = 47.7	h = 1.9	x: 0 m h = 92.3	x: 2.5 m h = 85.8	x: 0 m h = 97.1	x: 0 m h = 49.6	CUMPLE h = 97.1
N598/N566	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 9.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.2
N599/N567	N.P.(7)	h = 0.3	x: 5 m h = 72.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 81.4	h = 0.8	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 72.7	x: 5 m h = 82.2	CUMPLE h = 82.2
N600/N568	N.P.(7)	h = 21.8	x: 0 m h = 10.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 29.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 29.0
N601/N569	h = 26.7	h = 57.0	x: 5 m h = 93.7	N.P.(1)	h = 0.1	x: 5 m h = 46.2	h = 2.2	x: 5 m h = 94.1	x: 2.5 m h = 89.3	x: 5 m h = 99.0	x: 5 m h = 48.4	CUMPLE h = 99.0
N566/N550	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N567/N551	N.P.(7)	h = 9.8	x: 0 m h = 8.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 13.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.8
N568/N552	N.P.(7)	h = 9.8	x: 0 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.5
N569/N553	h = 9.0	h = 51.3	x: 0 m h = 11.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	h = 0.2	x: 0 m h = 6.0	x: 2.188 m h = 15.3	x: 0 m h = 59.5	x: 0 m h = 1.7	CUMPLE h = 59.5
N550/N502	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N551/N503	N.P.(7)	h = 0.1	x: 0 m h = 67.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76.4	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 67.5	x: 0 m h = 76.4	CUMPLE h = 76.4
N552/N504	N.P.(7)	h = 9.9	x: 5 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N553/N505	h = 15.7	h = 39.7	x: 0 m h = 91.5	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 75.3	x: 0 m h = 80.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 91.5
N646/N630	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N647/N631	N.P.(7)	h = 18.3	x: 5 m h = 8.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	h = 0.6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 24.3	x: 5 m h = 2.3	CUMPLE h = 24.3
N648/N632	N.P.(7)	h = 18.3	x: 0 m h = 7.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 23.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 23.1
N649/N633	h = 3.7	h = 51.7	x: 5 m h = 18.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 2.5	h = 1.0	x: 5 m h = 9.0	x: 5 m h = 11.0	x: 5 m h = 64.5	x: 5 m h = 3.5	CUMPLE h = 64.5
N630/N774	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N631/N775	N.P.(7)	h = 0.1	x: 5 m h = 66.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.2	h = 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 66.9	x: 5 m h = 76.3	CUMPLE h = 76.3
N632/N776	N.P.(7)	h = 9.9	x: 0 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 14.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.5
N633/N777	h = 17.3	h = 43.1	x: 5 m h = 93.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.4	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 77.8	x: 5 m h = 84.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 93.4
N774/N758	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N775/N759	N.P.(7)	h = 9.9	x: 5 m h = 7.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 13.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.8
N776/N760	N.P.(7)	h = 9.9	x: 0 m h = 5.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.6
N777/N761	h = 8.7	h = 49.4	x: 5 m h = 10.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 14.6	x: 5 m h = 57.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 57.0
N742/N438	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N743/N439	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 8.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 13.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.8
N744/N440	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.5
N745/N441	h = 9.0	h = 51.3	x: 5 m h = 11.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	h = 0.2	x: 5 m h = 6.0	x: 2.813 m h = 15.3	x: 5 m h = 59.5	x: 5 m h = 1.7	CUMPLE h = 59.5

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N758/N742	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N759/N743	N.P.(7)	h = 0.1	x: 5 m h = 67.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.4	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 67.5	x: 5 m h = 76.4	CUMPLE h = 76.4
N760/N744	N.P.(7)	h = 9.9	x: 0 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N761/N745	h = 15.7	h = 39.7	x: 5 m h = 91.5	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 75.3	x: 5 m h = 80.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 91.5
N822/N406	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N823/N407	N.P.(7)	h = 10.6	x: 5 m h = 12.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.9	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 16.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.9
N824/N408	N.P.(7)	h = 10.6	x: 0 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 13.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.4
N825/N409	h = 10.9	h = 62.5	x: 5 m h = 18.2	N.P.(1)	h < 0.1	x: 5 m h = 2.0	h = 2.0	x: 5 m h = 18.4	x: 4.375 m h = 19.8	x: 5 m h = 75.6	x: 5 m h = 3.9	CUMPLE h = 75.6
N806/N822	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N807/N823	N.P.(7)	h = 0.1	x: 5 m h = 66.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.0	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 66.4	x: 5 m h = 76.1	CUMPLE h = 76.1
N808/N824	N.P.(7)	h = 9.9	x: 0 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N809/N825	h = 15.5	h = 39.3	x: 5 m h = 91.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 75.1	x: 5 m h = 80.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 91.9
N790/N806	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N791/N807	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 13.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.6
N792/N808	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.5
N793/N809	h = 8.4	h = 48.5	x: 5 m h = 11.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.813 m h = 14.3	x: 5 m h = 56.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 56.3
N662/N790	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N663/N791	N.P.(7)	h = 0.1	x: 0 m h = 77.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 78.4	h = 1.5	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 77.6	x: 0 m h = 80.0	CUMPLE h = 80.0
N664/N792	N.P.(7)	h = 10.5	x: 5 m h = 8.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 15.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 15.9
N665/N793	h = 8.6	h = 21.5	x: 0 m h = 89.1	N.P.(1)	h < 0.1	x: 0 m h = 44.5	h = 0.3	x: 0 m h = 89.1	x: 2.5 m h = 54.5	x: 0 m h = 66.9	x: 0 m h = 44.9	CUMPLE h = 89.1
N678/N662	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N679/N663	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 78.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 79.0	h = 1.3	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 80.2	CUMPLE h = 80.2
N680/N664	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 9.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.4
N681/N665	h = 12.7	h = 30.8	x: 5 m h = 96.1	N.P.(1)	h < 0.1	x: 5 m h = 46.2	h = 0.8	x: 5 m h = 96.2	x: 2.188 m h = 61.9	x: 5 m h = 75.4	x: 5 m h = 46.9	CUMPLE h = 96.2
N710/N726	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N711/N727	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 65.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 75.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 75.7
N712/N728	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.9
N713/N729	h = 23.1	h = 56.5	x: 0 m h = 92.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.8	h = 0.1	x: 0 m h = 59.1	x: 2.5 m h = 87.1	x: 0 m h = 97.8	x: 0 m h = 47.8	CUMPLE h = 97.8
N305/N329	h = 26.7	h = 57.0	x: 5 m h = 93.7	N.P.(1)	h = 0.1	x: 5 m h = 46.2	h = 2.2	x: 5 m h = 94.0	x: 2.5 m h = 89.3	x: 5 m h = 98.9	x: 5 m h = 48.4	CUMPLE h = 98.9
N303/N328	N.P.(7)	h = 21.8	x: 0 m h = 10.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 29.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 29.0
N302/N327	N.P.(7)	h = 0.3	x: 5 m h = 71.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 81.2	h = 0.8	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 71.9	x: 5 m h = 82.0	CUMPLE h = 82.0
N285/N326	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 9.5	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.5
N329/N377	h = 9.0	h = 50.9	x: 0 m h = 11.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	h = 0.3	x: 0 m h = 11.9	x: 2.188 m h = 15.2	x: 0 m h = 59.2	x: 0 m h = 1.7	CUMPLE h = 59.2
N328/N376	N.P.(7)	h = 9.8	x: 0 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.5
N327/N375	N.P.(7)	h = 9.8	x: 0 m h = 8.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N326/N374	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 6.7
N377/N425	h = 17.3	h = 43.1	x: 0 m h = 93.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.4	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 77.8	x: 0 m h = 84.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 93.4
N376/N424	N.P.(7)	h = 9.9	x: 5 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 14.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.6
N375/N423	N.P.(7)	h = 0.1	x: 0 m h = 67.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76.6	h = 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 67.9	x: 0 m h = 76.6	CUMPLE h = 76.6
N374/N422	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N425/N457	h = 3.7	h = 51.7	x: 0 m h = 18.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 2.5	h = 1.0	x: 0 m h = 9.0	x: 0 m h = 11.0	x: 0 m h = 64.5	x: 0 m h = 3.5	CUMPLE h = 64.5

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N424/N456	N.P.(7)	h = 18.2	x: 5 m h = 7.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 23.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 23.1
N423/N455	N.P.(7)	h = 18.2	x: 0 m h = 9.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	h = 0.6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 24.4	x: 0 m h = 2.3	CUMPLE h = 24.4
N422/N454	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N409/N441	h = 12.8	h = 31.0	x: 0 m h = 95.9	N.P.(1)	h < 0.1	x: 0 m h = 46.1	h = 0.8	x: 0 m h = 96.0	x: 2.813 m h = 62.0	x: 0 m h = 75.3	x: 0 m h = 46.9	CUMPLE h = 96.0
N408/N440	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 9.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.4
N407/N439	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 79.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 79.2	h = 1.3	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 80.5	CUMPLE h = 80.5
N406/N438	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.8
N393/N409	h = 9.8	h = 24.6	x: 5 m h = 90.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 44.9	h = 0.2	x: 5 m h = 90.7	x: 2.5 m h = 56.5	x: 5 m h = 69.3	x: 5 m h = 45.1	CUMPLE h = 90.7
N392/N408	N.P.(7)	h = 10.5	x: 0 m h = 8.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 16.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.2
N391/N407	N.P.(7)	h = 0.1	x: 5 m h = 77.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 78.2	h = 1.6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 77.1	x: 5 m h = 79.8	CUMPLE h = 79.8
N390/N406	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N361/N393	h = 11.4	h = 65.3	x: 0 m h = 17.1	N.P.(1)	h = 0.1	x: 0 m h = 1.9	h = 2.6	x: 0 m h = 17.5	x: 0.938 m h = 19.9	x: 0 m h = 77.8	x: 0 m h = 4.3	CUMPLE h = 77.8
N360/N392	N.P.(7)	h = 10.5	x: 5 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 13.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.3
N359/N391	N.P.(7)	h = 10.5	x: 0 m h = 13.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.9	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 16.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.9
N358/N390	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N345/N361	h = 22.2	h = 55.3	x: 0 m h = 91.9	N.P.(1)	h < 0.1	x: 0 m h = 47.7	h = 1.9	x: 0 m h = 92.2	x: 2.5 m h = 85.7	x: 0 m h = 96.9	x: 0 m h = 49.6	CUMPLE h = 96.9
N344/N360	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.4
N343/N359	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 76.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 81.9	h = 1.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 83.0	CUMPLE h = 83.0
N342/N358	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N825/N745	h = 20.4	h = 49.9	x: 0 m h = 88.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.8	x: 0 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N824/N744	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.0
N823/N743	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 66.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76.1	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 76.1	CUMPLE h = 76.1
N822/N742	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N809/N761	h = 20.4	h = 50.0	x: 5 m h = 88.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.9	x: 0 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N808/N760	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.0
N807/N759	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 65.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 75.7	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 75.7	CUMPLE h = 75.7
N806/N758	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N793/N777	h = 20.4	h = 50.0	x: 0 m h = 88.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.9	x: 5 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N792/N776	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.1
N791/N775	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 66.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.0	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 76.0
N790/N774	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N681/N649	h = 26.7	h = 57.0	x: 0 m h = 93.7	N.P.(1)	h = 0.1	x: 0 m h = 46.2	h = 2.2	x: 0 m h = 94.0	x: 2.5 m h = 89.3	x: 0 m h = 98.9	x: 0 m h = 48.4	CUMPLE h = 98.9
N680/N648	N.P.(7)	h = 21.8	x: 5 m h = 10.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 29.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 29.0
N679/N647	N.P.(7)	h = 0.3	x: 0 m h = 71.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 81.2	h = 0.8	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 71.9	x: 0 m h = 82.0	CUMPLE h = 82.0
N678/N646	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 9.5	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.5
N665/N633	h = 22.2	h = 55.3	x: 5 m h = 91.9	N.P.(1)	h < 0.1	x: 5 m h = 47.7	h = 1.9	x: 5 m h = 92.2	x: 2.5 m h = 85.7	x: 5 m h = 96.9	x: 5 m h = 49.6	CUMPLE h = 96.9
N664/N632	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.4
N663/N631	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 76.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 81.9	h = 1.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 83.0	CUMPLE h = 83.0
N662/N630	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N729/N665	h = 11.4	h = 65.3	x: 5 m h = 17.1	N.P.(1)	h = 0.1	x: 5 m h = 1.9	h = 2.6	x: 5 m h = 17.5	x: 4.063 m h = 19.9	x: 5 m h = 77.8	x: 5 m h = 4.3	CUMPLE h = 77.8
N728/N664	N.P.(7)	h = 10.5	x: 0 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 13.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 13.3

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N727/N663	N.P.(7)	h = 10.5	x: 5 m h = 13.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.9	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 16.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.9
N726/N662	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N713/N681	h = 9.0	h = 50.9	x: 5 m h = 11.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	h = 0.3	x: 5 m h = 11.9	x: 2.813 m h = 15.2	x: 5 m h = 59.2	x: 5 m h = 1.7	CUMPLE h = 59.2
N712/N680	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 5.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 2.5 m h = 12.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 12.5
N711/N679	N.P.(7)	h = 9.8	x: 5 m h = 8.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 14.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.0
N710/N678	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 6.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 6.7
N585/N729	h = 9.8	h = 24.6	x: 0 m h = 90.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 44.9	h = 0.2	x: 0 m h = 90.7	x: 2.5 m h = 56.5	x: 0 m h = 69.3	x: 0 m h = 45.1	CUMPLE h = 90.7
N584/N728	N.P.(7)	h = 10.5	x: 5 m h = 8.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 16.2	N.P.(4)	CUMPLE h = 16.2
N583/N727	N.P.(7)	h = 0.1	x: 0 m h = 77.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 78.2	h = 1.6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 77.1	x: 0 m h = 79.8	CUMPLE h = 79.8
N582/N726	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N553/N537	h = 20.4	h = 49.9	x: 5 m h = 88.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.8	x: 5 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N552/N536	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.0
N551/N535	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 66.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.1	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 76.1	CUMPLE h = 76.1
N550/N534	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N505/N521	h = 20.4	h = 50.0	x: 0 m h = 88.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.9	x: 5 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N504/N520	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 7.0	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.0
N503/N519	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 65.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 75.7	h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 0 m h = 75.7	CUMPLE h = 75.7
N502/N518	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N489/N473	h = 20.4	h = 50.0	x: 5 m h = 88.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.0	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 82.9	x: 0 m h = 89.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 89.7
N488/N472	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 7.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 7.1
N487/N471	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 66.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 76.0	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 76.0
N486/N470	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N617/N713	h = 17.3	h = 43.1	x: 5 m h = 93.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 47.4	N.P.(3)	N.P.(6)	x: 2.5 m h = 77.8	x: 5 m h = 84.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 93.4
N616/N712	N.P.(7)	h = 9.9	x: 0 m h = 7.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 14.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 14.6
N615/N711	N.P.(7)	h = 0.1	x: 5 m h = 67.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 76.6	h = 0.1	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 67.9	x: 5 m h = 76.6	CUMPLE h = 76.6
N614/N710	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N601/N617	h = 3.7	h = 51.7	x: 5 m h = 18.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 2.5	h = 1.0	x: 5 m h = 9.0	x: 5 m h = 11.0	x: 5 m h = 64.5	x: 5 m h = 3.5	CUMPLE h = 64.5
N600/N616	N.P.(7)	h = 18.2	x: 0 m h = 7.2	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 0 m h = 23.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 23.1
N599/N615	N.P.(7)	h = 18.2	x: 5 m h = 9.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	h = 0.6	N.P.(6)	N.P.(5)	x: 5 m h = 24.4	x: 5 m h = 2.3	CUMPLE h = 24.4
N598/N614	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.7	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.7
N569/N585	h = 12.8	h = 31.0	x: 5 m h = 95.9	N.P.(1)	h < 0.1	x: 5 m h = 46.1	h = 0.8	x: 5 m h = 96.0	x: 2.188 m h = 62.0	x: 5 m h = 75.3	x: 5 m h = 46.9	CUMPLE h = 96.0
N568/N584	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 0 m h = 9.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 9.4
N567/N583	N.P.(7)	N.P.(8)	x: 5 m h = 79.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 79.2	h = 1.3	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 5 m h = 80.5	CUMPLE h = 80.5
N566/N582	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5 m h = 1.8	N.P.(3)	N.P.(6)	N.P.(5)	N.P.(9)	N.P.(4)	CUMPLE h = 1.8
N595/N597	x: 1 m h = 11.8	x: 0 m h = 62.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 1 m h = 11.9	x: 1 m h = 63.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 63.8
N611/N613	x: 1 m h = 17.9	x: 0 m h = 89.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.3	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 18.0	x: 1 m h = 90.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.1
N707/N709	x: 1 m h = 17.7	x: 0 m h = 87.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.2	x: 1 m h = 17.7	x: 1 m h = 88.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.4
N675/N677	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.6	x: 1 m h = 17.4	x: 1 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N643/N645	x: 1 m h = 11.8	x: 0 m h = 62.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.6	x: 1 m h = 12.0	x: 1 m h = 63.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 63.9
N563/N565	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.6	x: 1 m h = 17.4	x: 1 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N547/N549	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 17.7	x: 1 m h = 88.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.0

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)

Barras	Nt,0,d	Nc,0,d	My,d	Mz,d	Vy,d	Vz,d	Mx,d	My,dMz,d	Nt,0,dMy,dMz,d	Nc,0,dMy,dMz,d	Mx,dVy,dVz,d	Estado
N499/N501	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 86.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.8	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 87.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.3
N483/N485	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.1	x: 1 m h = 17.7	x: 1 m h = 88.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.3
N112/N301	x: 1 m h = 11.8	x: 0 m h = 62.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.6	x: 0 m h = 11.8	x: 1 m h = 63.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 63.9
N339/N341	x: 1 m h = 17.9	x: 0 m h = 89.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.3	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.3	x: 1 m h = 18.0	x: 1 m h = 90.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.6
N323/N325	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.6	x: 1 m h = 17.4	x: 1 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N355/N357	x: 1 m h = 20.8	x: 0 m h = 93.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 1 m h = 20.9	x: 1 m h = 94.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.9
N467/N469	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.9	x: 1 m h = 17.3	x: 1 m h = 86.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 86.3
N515/N517	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 86.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.8	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 87.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.5
N531/N533	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.1	x: 1 m h = 17.7	x: 1 m h = 88.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.4
N579/N581	x: 1 m h = 20.9	x: 0 m h = 93.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 1 m h = 21.0	x: 1 m h = 95.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.1
N723/N725	x: 1 m h = 17.2	x: 0 m h = 85.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 17.2	x: 1 m h = 86.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 86.7
N659/N661	x: 1 m h = 20.8	x: 0 m h = 93.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	h = 0.5	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 0.25 m h = 20.8	x: 1 m h = 94.9	N.P.(4)	CUMPLE h = 94.9
N627/N629	x: 1 m h = 17.9	x: 0 m h = 89.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.3	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.3	x: 0.75 m h = 17.9	x: 1 m h = 90.6	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.6
N419/N421	x: 1 m h = 17.9	x: 0 m h = 89.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.3	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 17.9	x: 1 m h = 90.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 90.1
N403/N405	x: 1 m h = 20.9	x: 0 m h = 93.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 1 m h = 21.0	x: 1 m h = 95.1	N.P.(4)	CUMPLE h = 95.1
N371/N373	x: 1 m h = 17.7	x: 0 m h = 87.3	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.2	x: 1 m h = 17.8	x: 1 m h = 88.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.4
N387/N389	x: 1 m h = 17.2	x: 0 m h = 85.7	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 17.3	x: 1 m h = 86.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 86.7
N451/N453	x: 1 m h = 11.8	x: 0 m h = 62.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.5	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.7	x: 1 m h = 11.9	x: 1 m h = 63.8	N.P.(4)	CUMPLE h = 63.8
N435/N437	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.6	x: 0.75 m h = 17.4	x: 1 m h = 87.7	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.7
N819/N821	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.4	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.1	x: 1 m h = 17.7	x: 1 m h = 88.4	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.4
N803/N805	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 86.8	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.8	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 87.5	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.5
N787/N789	x: 1 m h = 17.3	x: 0 m h = 85.5	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.9	x: 1 m h = 17.3	x: 1 m h = 86.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 86.3
N739/N741	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.1	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.0	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 88.0	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.0
N755/N757	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 86.6	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 0.8	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 87.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 87.3
N771/N773	x: 1 m h = 17.6	x: 0 m h = 87.2	N.P.(1)	N.P.(1)	h = 0.2	h = 0.2	N.P.(3)	x: 1 m h = 1.1	x: 1 m h = 17.6	x: 1 m h = 88.3	N.P.(4)	CUMPLE h = 88.3

Notación:

- N_{\perp} : Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
- N_{\parallel} : Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra
- M_x : Resistencia a flexión en el eje x
- M_y : Resistencia a flexión en el eje y
- M_z : Resistencia a flexión en el eje z
- V_x : Resistencia a cortante en el eje x
- V_y : Resistencia a cortante en el eje y
- M_x, M_y : Resistencia a flexión esviada
- N_{\perp}, M_x, M_y : Resistencia a flexión y tracción axial combinadas
- N_{\parallel}, M_x, M_y : Resistencia a flexión y compresión axial combinadas
- M_x, V_x, V_y : Resistencia a cortante y torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.
- ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

5.55 Resumen de las comprobaciones CTE DB SE-M

COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)

Barras	l	Nt	Nc	MY	MZ	VZ	VY	MYVZ	MZVY	NMYMZ	NMYMZVYVZ	Mt	MtVZ	MtVY	Estado
N647/N632	l = 4.0 Cumple	h = 2.5	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.5

COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)

Barras	l	Nt	Nc	MY	MZ	VZ	VY	MYVZ	MZVY	NMYMZ	NMYMZVYZ	Mt	MtVZ	MtVY	Estado
N679/N648	1.40 Cumple	h = 8.9	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 8.9
N679/N712	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N615/N712	1.40 Cumple	h = 2.2	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.2
N615/N600	1.40 Cumple	h = 6.8	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 6.8
N567/N600	1.40 Cumple	h = 8.9	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 8.9
N567/N552	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N503/N552	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N503/N488	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N343/N488	1.40 Cumple	h = 2.1	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.1
N343/N303	1.40 Cumple	h = 6.9	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 6.9
N407/N824	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7
N807/N824	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N807/N792	1.40 Cumple	h = 1.9	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.9
N663/N792	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7
N663/N728	1.40 Cumple	h = 1.5	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.5
N583/N728	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7
N583/N536	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7
N519/N536	1.40 Cumple	h = 2.0	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 2.0
N519/N472	1.40 Cumple	h = 1.9	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.9
N359/N472	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7
N359/N392	1.40 Cumple	h = 1.5	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.5
N407/N392	1.40 Cumple	h = 1.7	NEd = 0.00 N.P.(1)	MEd = 0.00 N.P.(2)	MEd = 0.00 N.P.(2)	VEd = 0.00 N.P.(3)	VEd = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	MEd = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE h = 1.7

Notación:

- l*: Limitación de esbeltez
- N*: Resistencia a tracción
- Nc*: Resistencia a compresión
- My*: Resistencia a flexión eje Y
- Mz*: Resistencia a flexión eje Z
- Vz*: Resistencia a corte Z
- Vy*: Resistencia a corte Y
- M/Vz*: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- M/Vy*: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- NM/Mz*: Resistencia a flexión y axial combinados
- NM/M/Vz*: Resistencia a flexión, axial y cortante combinados
- M*: Resistencia a torsión
- M/Vz*: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- M/Vy*: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x*: Distancia al origen de la barra
- h*: Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.*: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axial de compresión.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁵⁾ No hay interacción entre axial y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axial y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.56 Resumen de las comprobaciones CTE DB SE-A

Observaciones y conclusión.

En conjunto, los resultados en barras validan el buen comportamiento estructural del pabellón:

- Los **axiles** son coherentes con el esquema resistente.
- Los **cortantes** son muy reducidos.
- Los **momentos** son absorbidos sin dificultad por las secciones equivalentes.
- Las **flechas** se mantienen en valores muy por debajo de los límites de servicio.

- **La madera C22 cumple en todos los modos de fallo** (flexión, compresión, tracción, cortante e interacción).
- **Los tirantes metálicos** presentan tensiones muy por debajo de sus resistencias últimas.
- **La estabilidad global y local** se satisface correctamente.
- No existe ningún problema de esbeltez ni exigencia que obligue a aumentar secciones.
- La estructura se comporta como un sistema robusto, redundante y seguro.

La estructura trabaja dentro de los rangos esperados, sin elementos próximos a su límite resistente ni indicios de inestabilidad local o global; y **cumple plenamente el Estado Límite Último**, validando su resistencia frente a las cargas más desfavorables de cálculo.

5.2.6. Resultados del cálculo del modelo de CYPE (pandeo)

El análisis de pandeo constituye una verificación fundamental en estructuras ligeras de madera, especialmente cuando incluyen elementos esbeltos sometidos a compresión —como los pilares y algunos montantes del pabellón—. En el proyecto, el pandeo se ha evaluado mediante dos enfoques complementarios:

1. **El pandeo global de la estructura**, a través de los modos propios.
2. **El pandeo local de cada barra comprimida**, considerando su esbeltez, coeficientes de reducción y resistencia efectiva.

Ambas aproximaciones han sido necesarias para garantizar la estabilidad del sistema.

Pandeo global: modos propios de inestabilidad.

CYPE 3D genera los **modos de pandeo global** del sistema, que representan las formas de deformación en las que la estructura perdería estabilidad bajo ciertas cargas de compresión o viento.

En este modelo:

- Los modos obtenidos presentan **formas suaves**, sin giros bruscos ni deformaciones localizadas.
- La deformada típica es compatible con una estructura adecuadamente arriostrada, dominada por **pequeños desplazamientos laterales** asociados a las acciones de viento.
- La presencia de tirantes metálicos en forma de cruz proporciona **rigidez horizontal efectiva**, evitando desplazamientos descontrolados.
- No se generan modos característicos de mecanismos (colapso por falta de rigidez), lo cual confirma que la triangulación y la disposición espacial de nudos y barras son suficientes.

La inspección de los modos propios confirma que la estructura mantiene una rigidez global muy superior a la necesaria para su uso previsto.

MODOS DE PANDEO

Combinación	Modo	α
[1] 1.35·PP+1.5·Uso	Modo 1	1.234
	Modo 2	1.237
	Modo 3	1.237
	Modo 4	4.469
	Modo 5	4.469

MODOS DE PANDEO

Combinación	Modo	α
	Modo 6	4.469
	Modo 7	9.169
	Modo 8	9.227
	Modo 9	9.228
	Modo 10	11.565
	Modo 11	11.565
	Modo 12	11.569
	Modo 13	11.569
	Modo 14	11.570
	Modo 15	11.570
	Modo 16	11.576
	Modo 17	11.576
	Modo 18	11.576
	Modo 19	11.576
	Modo 20	11.581
[2] 1.35·PP+1.5·Uso+0.9·Presión	Modo 1	1.151
	Modo 2	1.157
	Modo 3	1.157
	Modo 4	4.180
	Modo 5	4.180
	Modo 6	4.180
	Modo 7	8.515
	Modo 8	8.630
	Modo 9	8.631
	Modo 10	8.908
	Modo 11	8.908
	Modo 12	8.911
	Modo 13	8.911
	Modo 14	8.911
	Modo 15	8.911
	Modo 16	8.916
	Modo 17	8.916
	Modo 18	8.916
	Modo 19	8.916
	Modo 20	8.920
...

5.57 Modos de pandeo

Pandeo local: verificación barra a barra.

Para cada barra comprimida se han comprobado los estados de pandeo según los criterios del CTE DB-SE-M (madera) y DB-SE-A (acero en tirantes), aplicando:

- Esbeltez $\lambda = L \cdot \sqrt{(N_{cr} / EI)}$
- Coeficiente de reducción $\chi(\lambda)$

- Resistencia de cálculo reducida

$$N_d = \chi \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_M}$$

En todos los elementos comprimidos del pabellón —pilares equivalentes, montantes verticales y algunas vigas en combinación compuesta— se obtienen:

- **Esbelteces moderadas**, dentro de los límites donde el pandeo no penaliza significativamente la capacidad resistente.
- Coeficientes de reducción χ **muy próximos a 1**, lo que indica que el pandeo apenas afecta a la resistencia de cálculo.
- Aprovechamiento estructural **muy inferior al 100 %** incluso en las combinaciones más desfavorables (viento + uso).
- Ninguna barra presenta riesgo de pandeo lateral ni torsional.

Especialmente relevante es el comportamiento de los pilares compuestos: aunque están representados por una sección equivalente para facilitar el cálculo, dicha sección reproduce correctamente la inercia y rigidez reales del conjunto de montantes, verificando sin dificultad su estabilidad en los dos ejes principales.

PANDEO LOCALIZADO EN BARRAS

Barra	Combinación	Modo	α	N (t)	Participación ($\geq 20.00\%$)	Plano de pandeo
N43/N112	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 1	1.481	5.030	25.816	Plano XZ
N296/N43	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 6	5.452	5.031	23.286	Plano XZ
N301/N285	[2] 1.35·PP+1.5·Uso+0.9·Presión	Modo 9	8.631	6.593	28.413	Plano XY
	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 1	1.481	5.024	36.538	Plano XZ
N302/N303	--	--	--	--	--	No pandea
N303/N305	--	--	--	--	--	No pandea
N285/N302	--	--	--	--	--	No pandea
N322/N323	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 3	1.508	10.763	27.969	Plano XY
	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 1	1.481	10.763	40.896	Plano XZ
N324/N322	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 3	1.508	10.765	20.280	Plano XY
	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 1	1.481	10.765	30.159	Plano XZ
N325/N326	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 3	1.508	10.755	41.389	Plano XY
	[8] 0.8·PP+1.05·Uso+0.9·Presión+1.5·Nieve	Modo 1	1.481	10.755	59.636	Plano XZ
N327/N328	--	--	--	--	--	No pandea

5.58 Pandeo local de las primeras 10 barras del modelo

Conclusiones del análisis de pandeo.

El análisis del pandeo demuestra que:

- La estructura es **estable globalmente**, sin indicios de modos críticos ni formación de mecanismos.
- Las barras comprimidas tienen **esbeltez adecuada**, y su capacidad resistente no se ve limitada por el pandeo.
- El sistema de arriostramiento mediante **tirantes metálicos** mejora notablemente el comportamiento frente a acciones horizontales.
- No es necesario aumentar secciones ni reforzar barras para garantizar la estabilidad del conjunto.

- La estructura responde con **seguridad y robustez** frente a las solicitaciones más desfavorables previstas en el CTE.

En definitiva, el pandeo —tanto global como local— **no condiciona el diseño** de la estructura de madera de la Plaza de Isabel la Católica, confirmando su idoneidad desde el punto de vista resistente y su compatibilidad con la ligereza buscada en el concepto arquitectónico.

5.2.7. Análisis modal del modelo de CYPE

El análisis modal tiene como objetivo identificar el comportamiento dinámico de la estructura frente a excitaciones horizontales, como el viento o acciones accidentales. Mediante el cálculo de los modos propios de vibración, CYPE determina las frecuencias naturales del sistema, el reparto de masas movilizadas y la contribución de cada modo a la respuesta global.

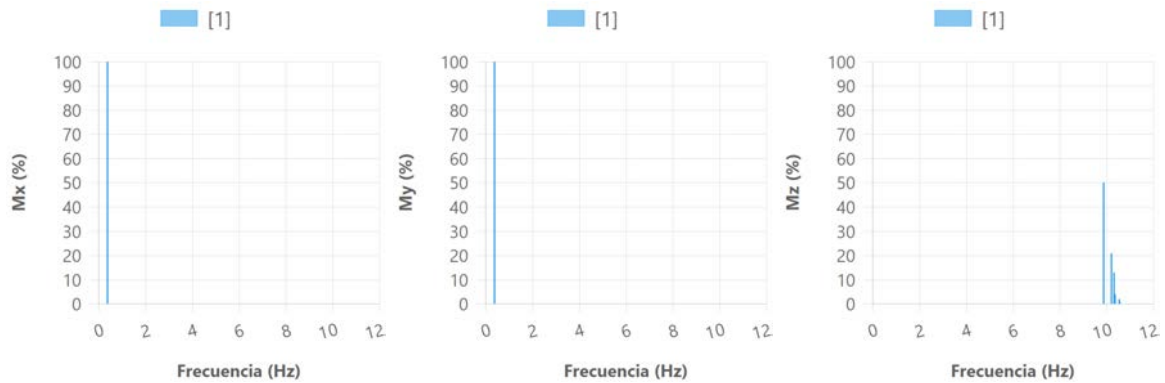
En este proyecto se han obtenido los primeros **21 modos propios**, suficientes para garantizar que la práctica totalidad de la masa estructural queda representada en la respuesta dinámica.

ANÁLISIS MODAL															
[1] PP + Uso + Succión + Presión + Nieve															
Modo	Frecuencia (Hz)	T (s)	L _x	L _y	L _z	L _{gx}	L _{gy}	L _{gz}	M _x (%)	M _y (%)	M _z (%)	M _{gx} (%)	M _{gy} (%)	M _{gz} (%)	
Modo 1	0.374	2.674	0.00	1.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	99.88	0.00	0.00	0.00	0.00	
Modo 2	0.375	2.670	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	99.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Modo 3	0.375	2.666	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.90	
Modo 4	1.780	0.562	0.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.24	0.00	0.00	
Modo 5	2.018	0.496	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.48	0.00	
Modo 6	2.072	0.483	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Modo 7	9.845	0.102	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.21	0.00	
Modo 8	9.856	0.101	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.63	0.00	0.00	0.00	
Modo 9	9.897	0.101	0.00	0.00	0.00	1.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	22.37	0.00	0.00	
Modo 10	9.941	0.101	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Modo 11	10.179	0.098	0.00	0.00	0.00	0.99	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	45.39	0.00	0.00	
Modo 12	10.190	0.098	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.20	0.00	0.00	0.00	
Modo 13	10.272	0.097	0.00	0.00	0.00	0.19	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	16.47	0.00	
Modo 14	10.301	0.097	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.66	0.00	0.00	0.00	
Modo 15	10.312	0.097	0.00	0.00	0.00	0.03	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.65	0.00	
Modo 16	10.346	0.097	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	3.66	0.00	0.00	0.00	
Modo 17	10.394	0.096	0.00	0.00	0.00	0.21	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50	0.00	
Modo 18	10.399	0.096	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Modo 19	10.534	0.095	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	0.00	
Modo 20	10.550	0.095	0.00	0.00	0.00	0.75	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	0.00	0.00	
Modo 21	10.559	0.095	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	
Total									99.93	99.93	90.36	81.23	83.39	99.93	

T: Período.

L_x,L_y,L_z,L_{gx},L_{gy},L_{gz}: Coeficientes de participación en las direcciones de análisis.

M_x,M_y,M_z,M_{gx},M_{gy},M_{gz}: Porcentaje de masa movilizada en las direcciones de análisis.



5.59 Análisis modal de la estructura en CYPE

Los resultados del modal permiten extraer las siguientes conclusiones:

1. **Rigidez adecuada:**
La baja frecuencia de los tres primeros modos ($\approx 0,37$ Hz) es coherente con una estructura ligera de madera, con luces reducidas y arriostrada con tirantes.
No aparecen modos excesivamente flexibles que indiquen riesgo de vibración perceptible para usuarios.
2. **Comportamiento simétrico:**
Los modos 1, 2 y 3 representan movimientos traslacionales puros en X, Y y Z, lo que denota una distribución estructural equilibrada.
3. **Ausencia de irregularidades dinámicas:**
No se observan modos dominados por torsiones globales ni participación anómala de masa en direcciones no esperadas.
4. **Eficacia del arriostramiento:**
La correcta activación de masas en los modos principales demuestra que los tirantes metálicos están funcionando como arriostramiento efectivo frente al viento, eliminando mecanismos y aumentando la rigidez transversal.

El análisis modal confirma que la estructura presenta un **comportamiento dinámico estable**, sin modos críticos ni deformaciones globales que comprometan su seguridad. Los tres primeros modos concentran prácticamente el 100 % de la masa en cada eje, lo que garantiza que la respuesta dinámica está adecuadamente capturada.

La estructura responde como un sistema rígido, equilibrado y correctamente arriostrado, plenamente compatible con las exigencias del CTE en materia de estabilidad y confort estructural.

5.2.8. Cimentación del modelo de CYPE

La cimentación del conjunto estructural se resuelve mediante **zapatas aisladas de hormigón armado**, dimensionadas específicamente para las cargas transmitidas por los soportes modelados. Su tipología, geometría y armado se ajustan al **Código Estructural** y han sido verificadas íntegramente mediante el módulo de zapatas rígidas de CYPE.

Descripción de los elementos de cimentación aislados.

Del análisis estructural se distinguen tres rangos de cargas verticales en los apoyos, lo que conduce a tres familias de zapatas:

- **Zapata grande (185×185×45 cm)** para los apoyos más cargados (p. ej., N356, N580, N660, N404).

- Zapata media (165×165×40 cm) para la mayoría de los apoyos del pórtico.
- Zapata pequeña (140×140×35 cm) para elementos auxiliares con carga reducida.

Referencias	Geometría	Armado
N356, N580, N660 y N404	Zapata cuadrada Anchura: 185 cm Canto: 45 cm	Sup X: 10Ø12c/18 Sup Y: 10Ø12c/18 Inf X: 10Ø12c/18 Inf Y: 10Ø12c/18
N340, N324, N468, N484, N500, N532, N516, N388, N372, N420, N436, N548, N564, N612, N724, N708, N676, N628, N788, N804, N820, N740, N756 y N772	Zapata cuadrada Anchura: 165 cm Canto: 40 cm	Sup X: 8Ø12c/20 Sup Y: 8Ø12c/20 Inf X: 8Ø12c/20 Inf Y: 8Ø12c/20
N296, N452, N596 y N644	Zapata cuadrada Anchura: 140 cm Canto: 35 cm	Sup X: 6Ø12c/24 Sup Y: 6Ø12c/24 Inf X: 6Ø12c/24 Inf Y: 6Ø12c/24

5.60 Descripción de las tipologías de zapata aislada

N356, N580, N660 y N404		B 500 S, Ys=1.15 Total	
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x1.70	17.00
	Peso (kg)	10x1.51	15.09
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.70	17.00
	Peso (kg)	10x1.51	15.09
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x1.70	17.00
	Peso (kg)	10x1.51	15.09
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.70	17.00
	Peso (kg)	10x1.51	15.09
Totales	Longitud (m)	68.00	
	Peso (kg)	60.36	60.36
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	74.80	
	Peso (kg)	66.40	66.40

5.61 Medición de las zapatas grandes

N340, N324, N468, N484, N500, N532, N516, N388, N372, N420, N436, N548, N564, N612, N724, N708, N676, N628, N788, N804, N820, N740, N756 y N772		B 500 S, Ys=1.15 Total	
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.50	12.00
	Peso (kg)	8x1.33	10.65
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.50	12.00
	Peso (kg)	8x1.33	10.65
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.50	12.00
	Peso (kg)	8x1.33	10.65
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.50	12.00
	Peso (kg)	8x1.33	10.65
Totales	Longitud (m)	48.00	
	Peso (kg)	42.60	42.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	52.80	
	Peso (kg)	46.86	46.86

5.62 Medición de las zapatas medianas

N296, N452, N596 y N644		B 500 S, Ys=1.15 Total	
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.25	7.50
	Peso (kg)	6x1.11	6.66
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.25	7.50
	Peso (kg)	6x1.11	6.66
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.25	7.50
	Peso (kg)	6x1.11	6.66
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.25	7.50
	Peso (kg)	6x1.11	6.66
Totales	Longitud (m)	30.00	
	Peso (kg)	26.64	26.64
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	33.00	
	Peso (kg)	29.30	29.30

5.63 Medición de las zapatas pequeñas

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Limpieza Yc=1.5	
Referencias: N356, N580, N660 y N404	4x66.40	4x1.54	4x0.34
Referencias: N340, N324, N468, N484, N500, N532, N516, N388, N372, N420, N436, N548, N564, N612, N724, N708, N676, N628, N788, N804, N820, N740, N756 y N772	24x46.86	24x1.09	24x0.27
Referencias: N296, N452, N596 y N644	4x29.30	4x0.69	4x0.20
Totales	1507.44	35.04	8.69

5.64 Resumen de medición de las zapatas aisladas (incluyen mermas de acero)

Comprobación de los elementos de cimentación aislados.

A continuación se comprueban las 3 tipologías de zapata (grande, mediana y pequeña), a través del primer ejemplo de cada grupo, analizando su comportamiento frente al terreno, verificándolas frente al vuelco y comprobando sus esfuerzos internos. Se analizan las zapatas N356, N340 y N296:

N356

Dimensiones: 185 x 185 x 45

Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.00 kp/cm² Calculado: 0.57 kp/cm²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.50 kp/cm² Calculado: 0.53 kp/cm²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.50 kp/cm² Calculado: 0.57 kp/cm²	Cumple

Vuelco de la zapata:

Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.

N356

Dimensiones: 185 x 185 x 45

Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18

	Valores	Estado
Comprobación		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 808079.8 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 626809.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 4.87 t·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 4.87 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 5.81 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 5.81 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 121.16 t/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-N356:	Mínimo: 0 cm	
	Calculado: 39 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple

N356

Dimensiones: 185 x 185 x 45

Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18

Comprobación	Valores	Estado
-Armado inf. dirección X hacia izq;	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq;	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 43 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 43 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.31
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.31
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 29.35 t
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 29.35 t

5.65 Comprobación de la primera zapata grande

N340

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.00 kp/cm ² Calculado: 0.50 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.50 kp/cm ² Calculado: 0.46 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.50 kp/cm ² Calculado: 0.50 kp/cm ²	Cumple

Vuelco de la zapata:

Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.

-En dirección X:	Reserva seguridad: 100000.0 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 100000.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 3.00 t·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 3.00 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 4.09 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 4.09 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 111.15 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		

N340

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -N340:	Mínimo: 0 cm Calculado: 34 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 38 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 38 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido

- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.28

N340

Dimensiones: 165 x 165 x 40

Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20

Comprobación

- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.28
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 23.88 t
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 23.88 t

Valores

Estado

5.66 Comprobación de la primera zapata mediana

N296

Dimensiones: 140 x 140 x 35

Armados: Xi:Ø12c/24 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/24 Ys:Ø12c/24

Comprobación

Tensiones sobre el terreno:

Criterio de CYPE

- Tensión media en situaciones persistentes:
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:

Valores

Estado

Máximo: 2.00 kp/cm ²	
Calculado: 0.35 kp/cm ²	Cumple
Máximo: 2.50 kp/cm ²	
Calculado: 0.32 kp/cm ²	Cumple
Máximo: 2.50 kp/cm ²	
Calculado: 0.35 kp/cm ²	Cumple

Vuelco de la zapata:

Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.

- En dirección X:
- En dirección Y:

Reserva seguridad: 100000.0 %	Cumple
Reserva seguridad: 656147.8 %	Cumple

Flexión en la zapata:

- En dirección X:
- En dirección Y:

Momento: 1.20 t·m	Cumple
Momento: 1.20 t·m	Cumple

Cortante en la zapata:

- En dirección X:
- En dirección Y:

Cortante: 1.91 t	Cumple
Cortante: 1.91 t	Cumple

Compresión oblicua en la zapata:

- Situaciones persistentes:

Criterio de CYPE

Máximo: 509.68 t/m ²	
Calculado: 73.11 t/m ²	Cumple

Canto mínimo:

Criterio de CYPE

Mínimo: 15 cm	
Calculado: 35 cm	Cumple

Espacio para anclar arranques en cimentación:

- N296:

Mínimo: 0 cm	
Calculado: 29 cm	Cumple

Cuantía geométrica mínima:

Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1

Mínimo: 0.0012

- Armado inferior dirección X:
- Armado superior dirección X:
- Armado inferior dirección Y:
- Armado superior dirección Y:

Calculado: 0.0014	Cumple
Calculado: 0.0014	Cumple
Calculado: 0.0014	Cumple
Calculado: 0.0014	Cumple

N296

Dimensiones: 140 x 140 x 35

Armados: Xi:Ø12c/24 Yi:Ø12c/24 Xs:Ø12c/24 Ys:Ø12c/24

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.18
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.18
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 18.27 t
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 18.27 t

5.67 Comprobación de la primera zapata pequeña

Conclusiones de los elementos de cimentación aislados.

La cimentación proyectada, basada en **zapatas cuadradas rígidas de hormigón armado**, presenta un comportamiento plenamente satisfactorio frente a todos los estados límite analizados. Las tensiones transmitidas al terreno se encuentran muy por debajo de los valores admisibles, las reservas frente al vuelco son excepcionalmente elevadas y las comprobaciones normativas de flexión, cortante, compresión oblicua y armados cumplen sobradamente.

El conjunto de resultados confirma que la solución adoptada es segura, eficiente y coherente con las cargas derivadas de la estructura superior de pórticos y vigas de madera, proporcionando un apoyo fiable y estable para todo el sistema estructural de la plaza.

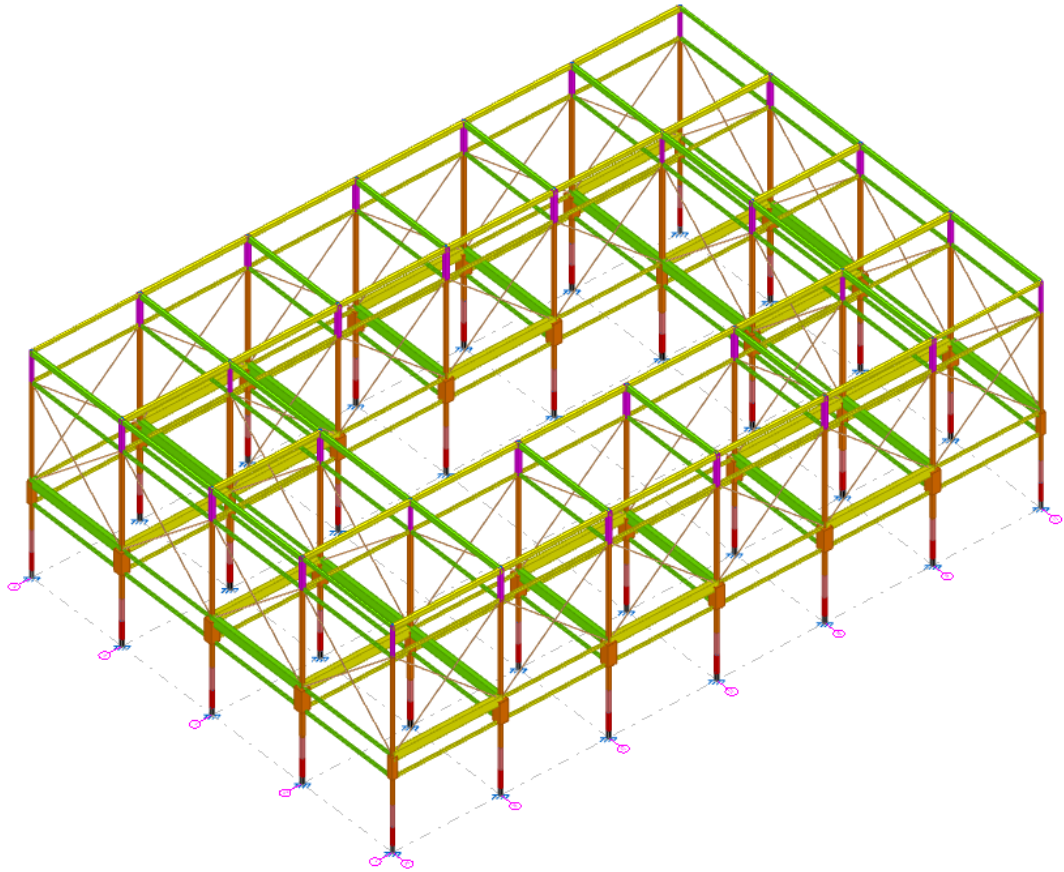
5.2.9. Interpretación de los resultados

El análisis estructural completo —que incluye desplazamientos en nudos, esfuerzos en barras, comprobaciones en estado límite último, verificación frente al pandeo y estudio modal— permite concluir que la estructura ligera de la Plaza de Isabel la Católica presenta un comportamiento **robusto, estable y coherente** con las exigencias del CTE y con el concepto arquitectónico del proyecto.

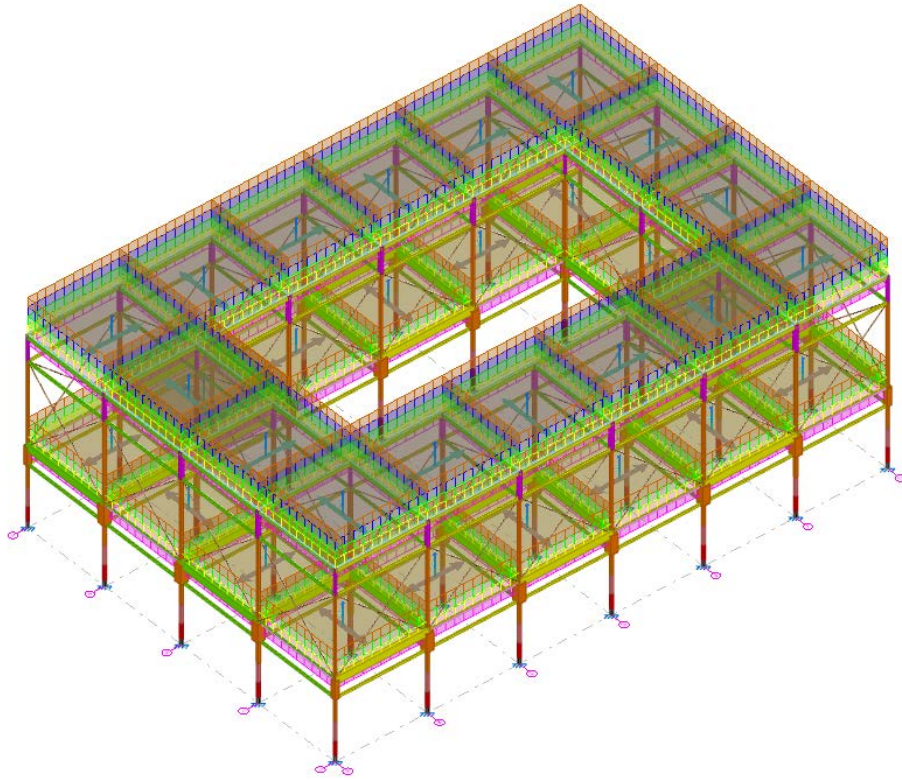
El conjunto de resultados obtenidos en CYPE muestra:

- **Desplazamientos extremadamente reducidos**, del orden de pocos milímetros, lo que confirma la rigidez global del sistema aun tratándose de una estructura ligera de madera.
- **Distribución homogénea de esfuerzos**, sin concentraciones anómalas ni inversiones inesperadas.
- **Aprovechamientos moderados**, siempre muy por debajo del límite de agotamiento, tanto en madera C22 como en acero S275.
- **Barras comprimidas sin riesgo de pandeo**, gracias a la modulación regular y al arriostamiento mediante tirantes metálicos.
- **Modos propios de vibración limpios**, dominados por traslaciones globales y con una masa movilizada superior al 90 %, lo que demuestra una respuesta dinámica estable y sin comportamientos torsionales indeseados.
- **Cimentaciones ampliamente sobredimensionadas**, con tensiones muy inferiores a los valores admisibles del terreno y seguridad frente al vuelco superior al 800 %, lo que garantiza una transferencia fiable de las cargas.

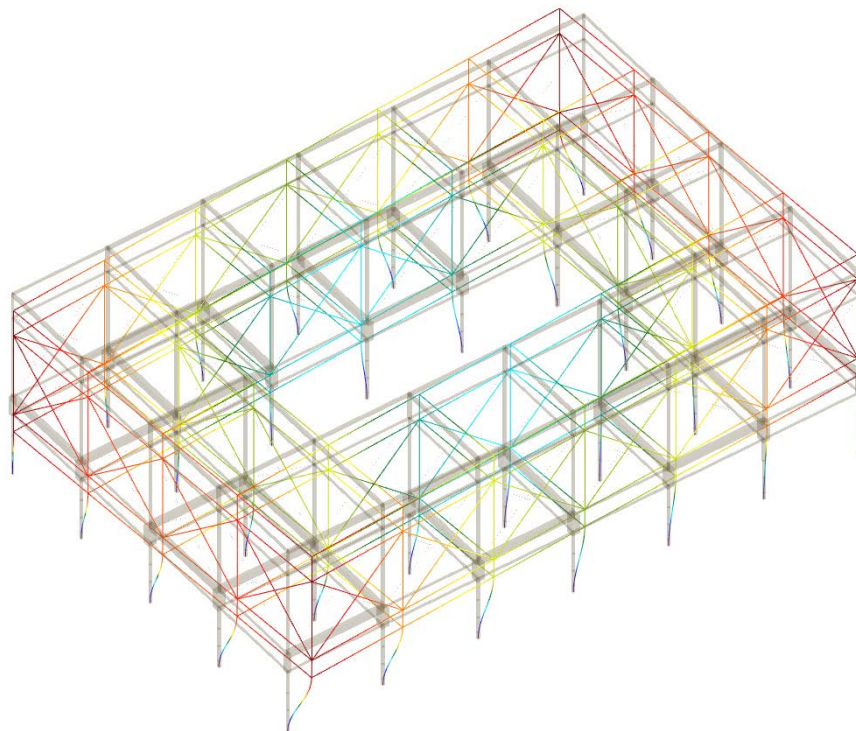
En conjunto, los resultados validan que la estructura reproduce fielmente la intención proyectual: **un volumen ligero, permeable y flexible en su uso, pero estable, seguro y suficientemente rígido** frente a acciones de viento, nieve y cargas de ocupación.



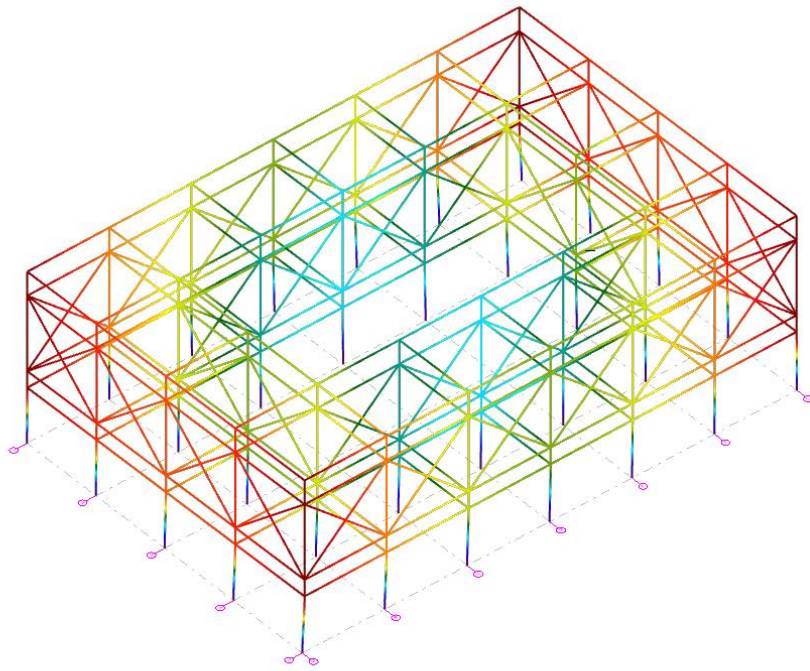
5.68 Modelado de la estructura simplificada en CYPE



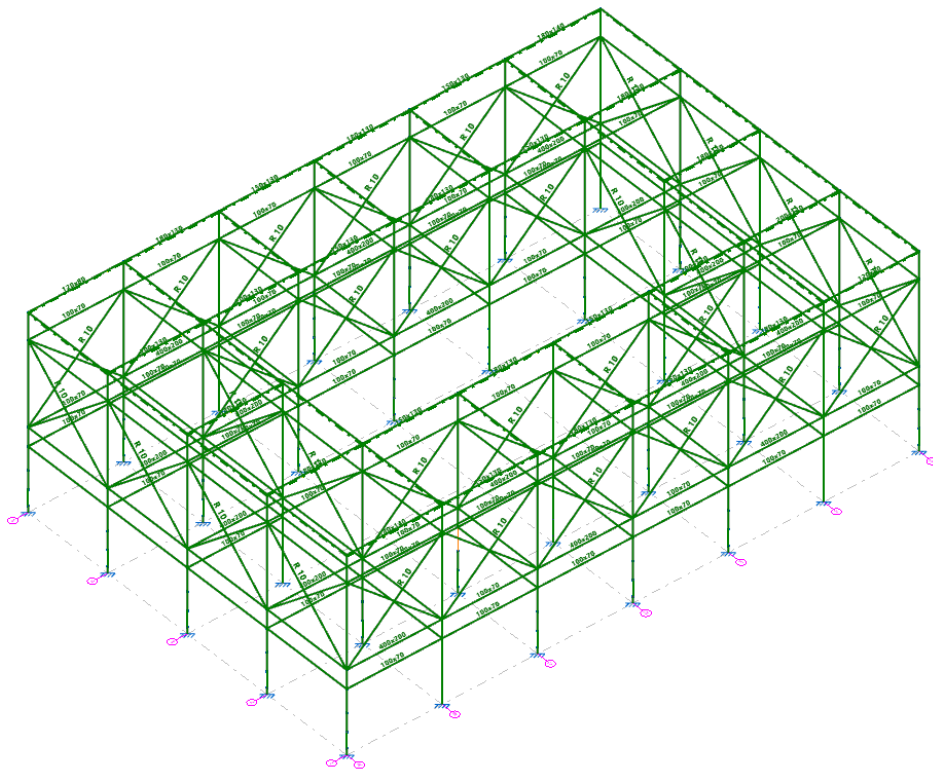
5.69 Hipótesis de carga del modelo simplificado



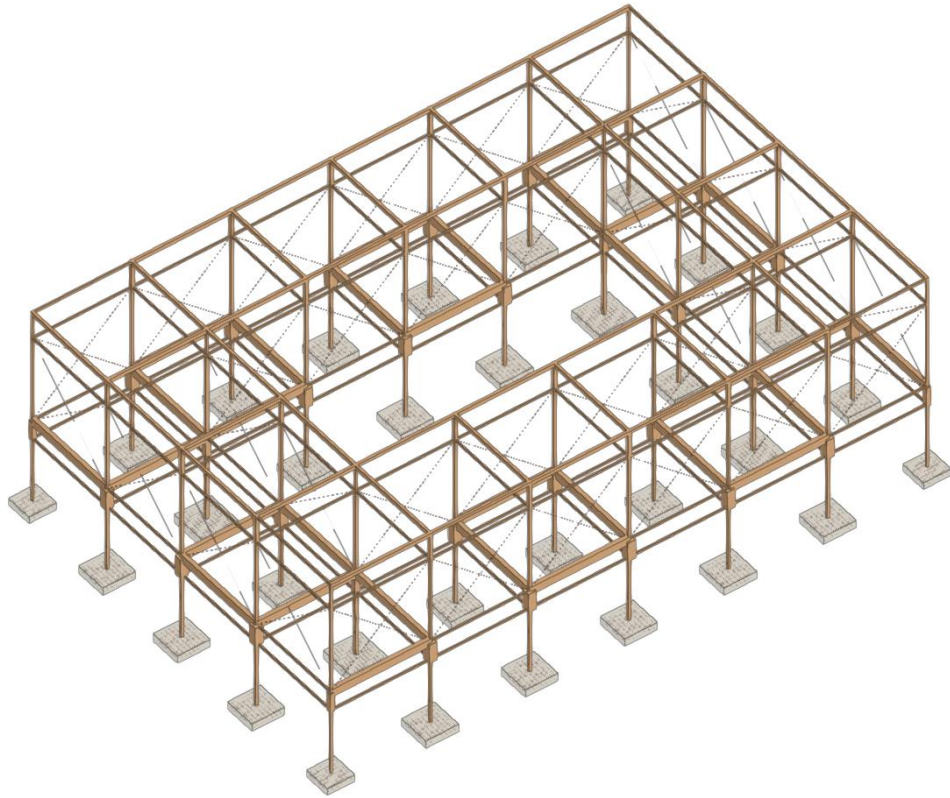
5.70 Desplazamientos para la hipótesis



5.71 Modos de pandeo



5.72 Definición de las secciones



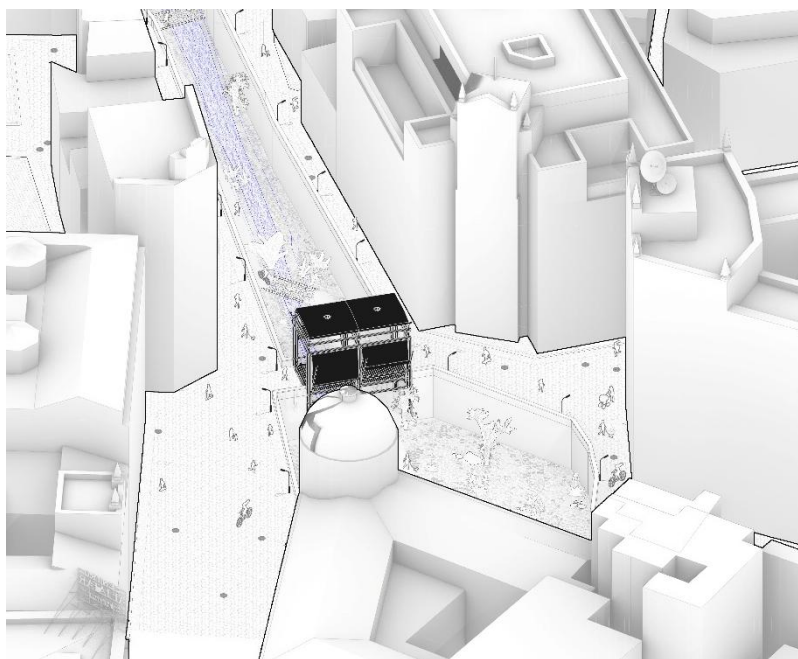
5.73 *La estructura final, simplificada*

El análisis estructural desarrollado confirma que la estructura ligera diseñada para la Plaza de Isabel la Católica cumple sobradamente los requisitos normativos y funcionales. La solución ejecutada —pórtico modular de madera C22 arriostrado con tirantes metálicos y cimentado sobre zapatas aisladas rígidas— ofrece un comportamiento estable, resistente y compatible con las solicitaciones previstas.

La coherencia entre los resultados numéricos y la respuesta visual del modelo demuestra la idoneidad del sistema, que combina **ligereza, eficiencia material y seguridad estructural**, integrándose de manera natural en el carácter abierto y acústico de la plaza.

5.3. PUENTE DEL ÁLAMO

La estructura del puente del Álamo se resuelve utilizando la **misma tipología resistente, el mismo sistema de barras y las mismas secciones equivalentes** ya verificadas en el módulo estructural de la Plaza de Isabel la Católica. Esta decisión no se toma por simplificación, sino porque responde a criterios técnicos, de coherencia estructural, de eficiencia constructiva y de seguridad.



5.74 Vista axonométrica del puente del Álamo

Homogeneidad tipológica y constructiva del proyecto.

El puente forma parte de un conjunto de elementos lineales y modulares que configuran la intervención en torno al río. A nivel arquitectónico y estructural, todos ellos comparten:

- la **misma luz estructural**,
- la **misma geometría de pórtico**,
- la **misma separación entre apoyos**,
- las **mismas cargas normativas** (uso público, viento, nieve),
- y la **misma filosofía material** (madera C22 y acero S275).

Por tanto, resulta **técnicamente coherente** emplear exactamente la misma tipología estructural, dado que las condiciones de trabajo y los modos de transmisión de cargas son equivalentes a los ya analizados en la plaza.

Justificación del uso de las mismas secciones.

Las secciones equivalentes de madera (pilares, vigas y correas) empleadas en la plaza fueron seleccionadas y verificadas para:

- una luz estructural igual a la del puente,
- cargas verticales idénticas (sobrecarga de uso de $5,0 \text{ kN/m}^2$),

- acciones de viento iguales (misma exposición, misma aparatología de arriostramiento),
- cargas de nieve correspondientes a la misma zona CTE,
- y combinaciones ELU y ELS equivalentes.

El cálculo previo demuestra que dichas secciones:

- cumplen sobradamente en **flexión**,
- cumplen en **cortante**,
- cumplen con amplio margen en **compresión y tracción**,
- no presentan **pandeo ni inestabilidad lateral**,
- presentan **flechas muy reducidas** respecto a las luces empleadas.

Por tanto, desde un punto de vista estructural, **no existe ninguna razón técnica que requiera modificar la sección cuando las condiciones de carga y geometría son equivalentes.**

Arriostramiento y comportamiento espacial.

El puente mantiene la misma disposición de **tirantes metálicos, arriostramientos diagonales, y pórticos tridimensionales.**

Este sistema ya ha sido verificado en el análisis modal y en el análisis de pandeo del módulo de plaza, donde se ha comprobado que la triangulación es eficaz, que la estructura es estable globalmente, que los modos propios son limpios y regulares, y que no aparecen mecanismos ni deformaciones laterales indeseadas.

Al reproducir la misma configuración, el puente hereda directamente esta **estabilidad demostrada.**

Condiciones de carga del puente: equivalencia con el módulo de plaza.

Aunque se trate de un puente, las cargas que recibe son:

Sobrecarga de uso

El puente es un **paso peatonal**:

→ Se mantiene la categoría C5 del CTE (5,0 kN/m²).

Viento

El puente es un elemento **abierto**, sin cerramientos, exactamente igual que el pabellón:

→ Se mantienen presión y succión de $\pm 1,058$ kN/m².

Peso propio

Madera C22 + acero S275 + paneles ligeros:

→ Los valores por unidad de superficie son los mismos.

Nieve

Cubierta filtrante o pasarela con exposición equivalente:

→ Nieve característica = 0,5 kN/m².

Combinaciones ELU / ELS

Son exactamente las mismas del módulo ya calculado.

Por tanto: **La carga de dimensionado es idéntica → las secciones válidas para el anfiteatro de la Plaza de Isabel la Católica lo son también para el puente.**

Conclusión.

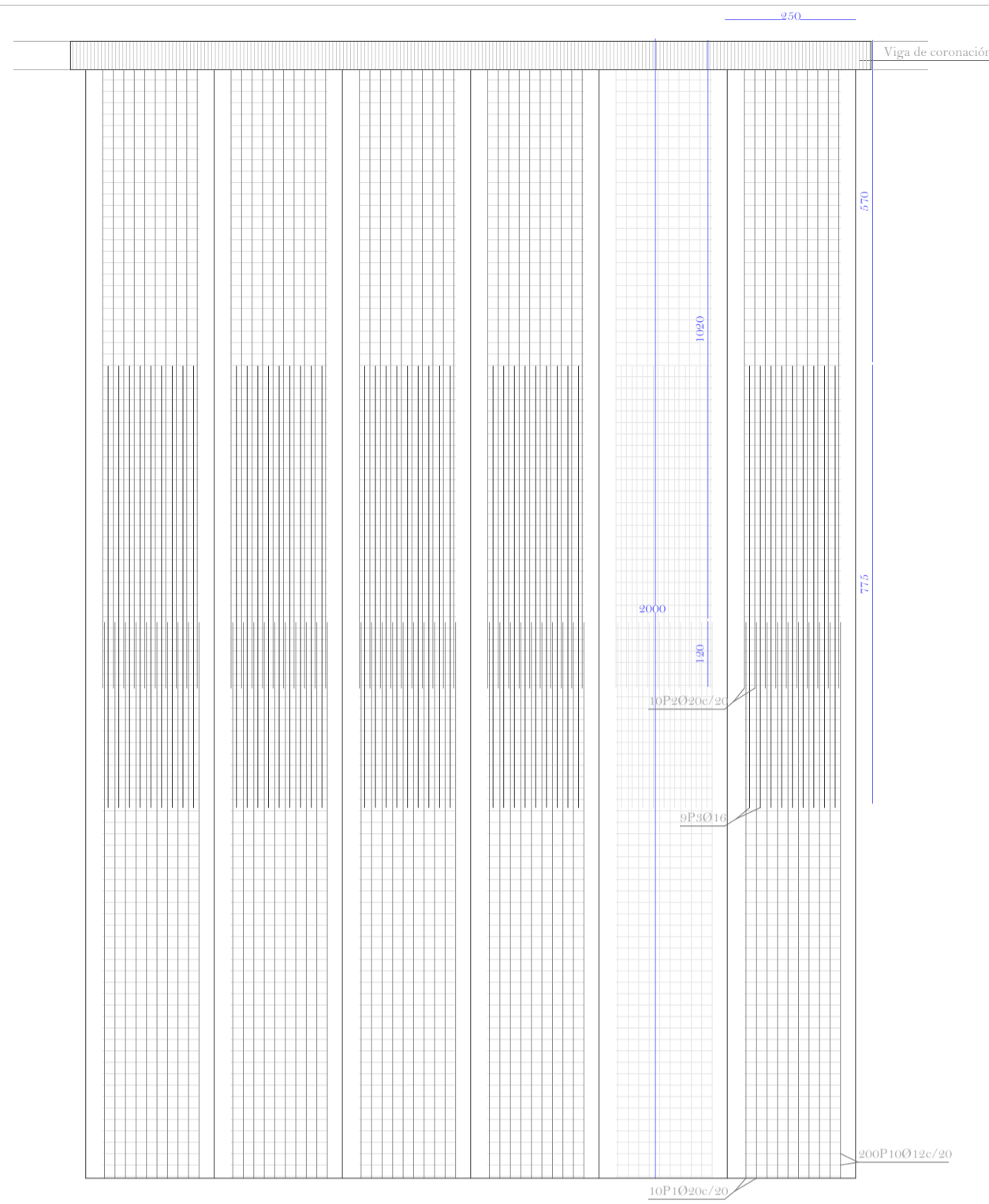
Dado que el puente del Álamo reproduce exactamente las condiciones de trabajo, geometría, cargas y materiales del módulo principal ya calculado, se adoptan **las mismas secciones, la misma tipología de barras y el mismo sistema de arriostramiento** que en la Plaza de Isabel la Católica.

La verificación estructural previa garantiza que este sistema **cumple con holgura** los estados límite de resistencia, estabilidad y servicio, por lo que es totalmente válido y seguro trasladarlo al diseño del puente sin necesidad de repetir un análisis completo.

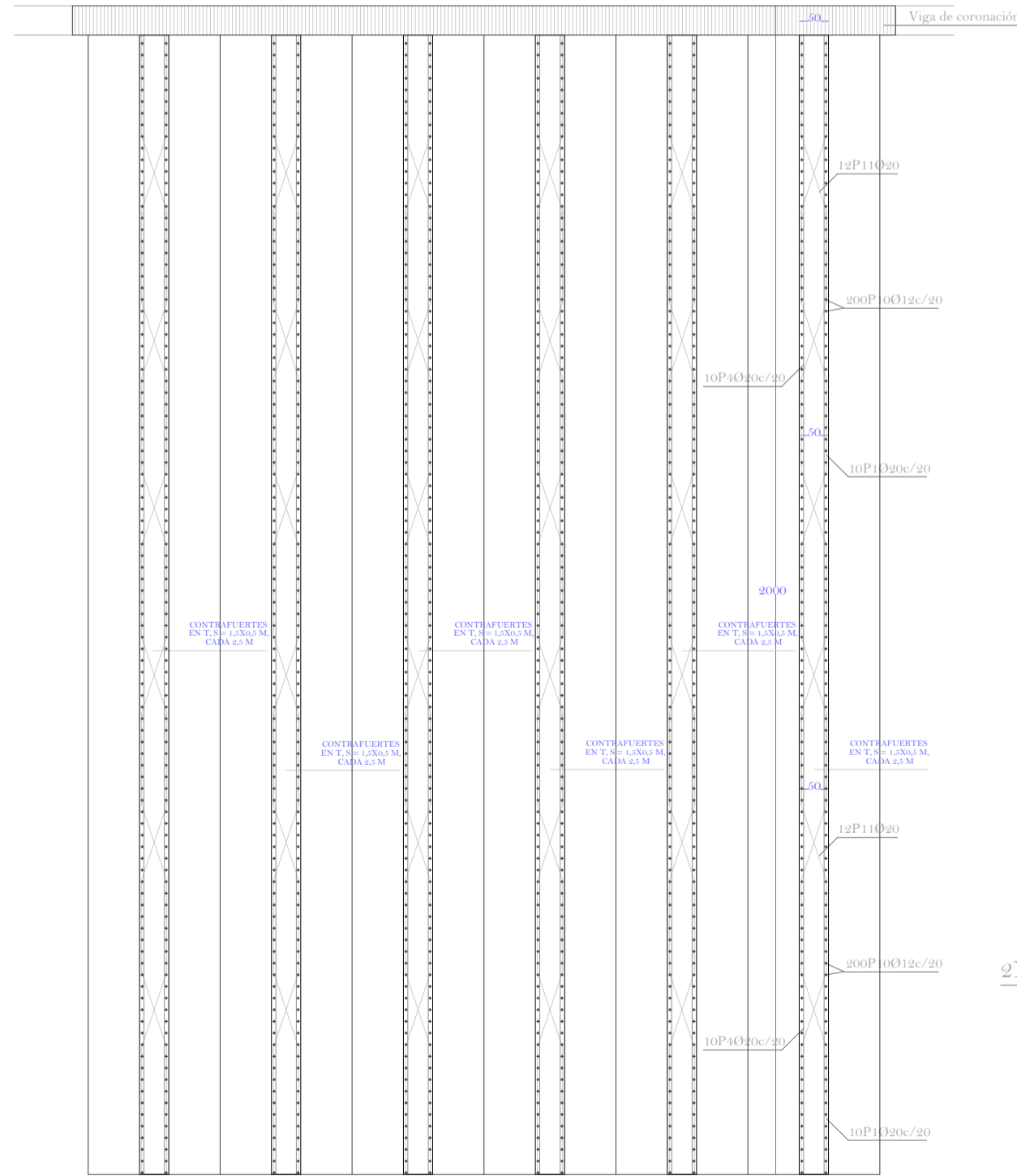
6. ANEJO DE PLANOS

PLANOS DE LA ESTRUCTURA DE LOS MUROS PANTALLA

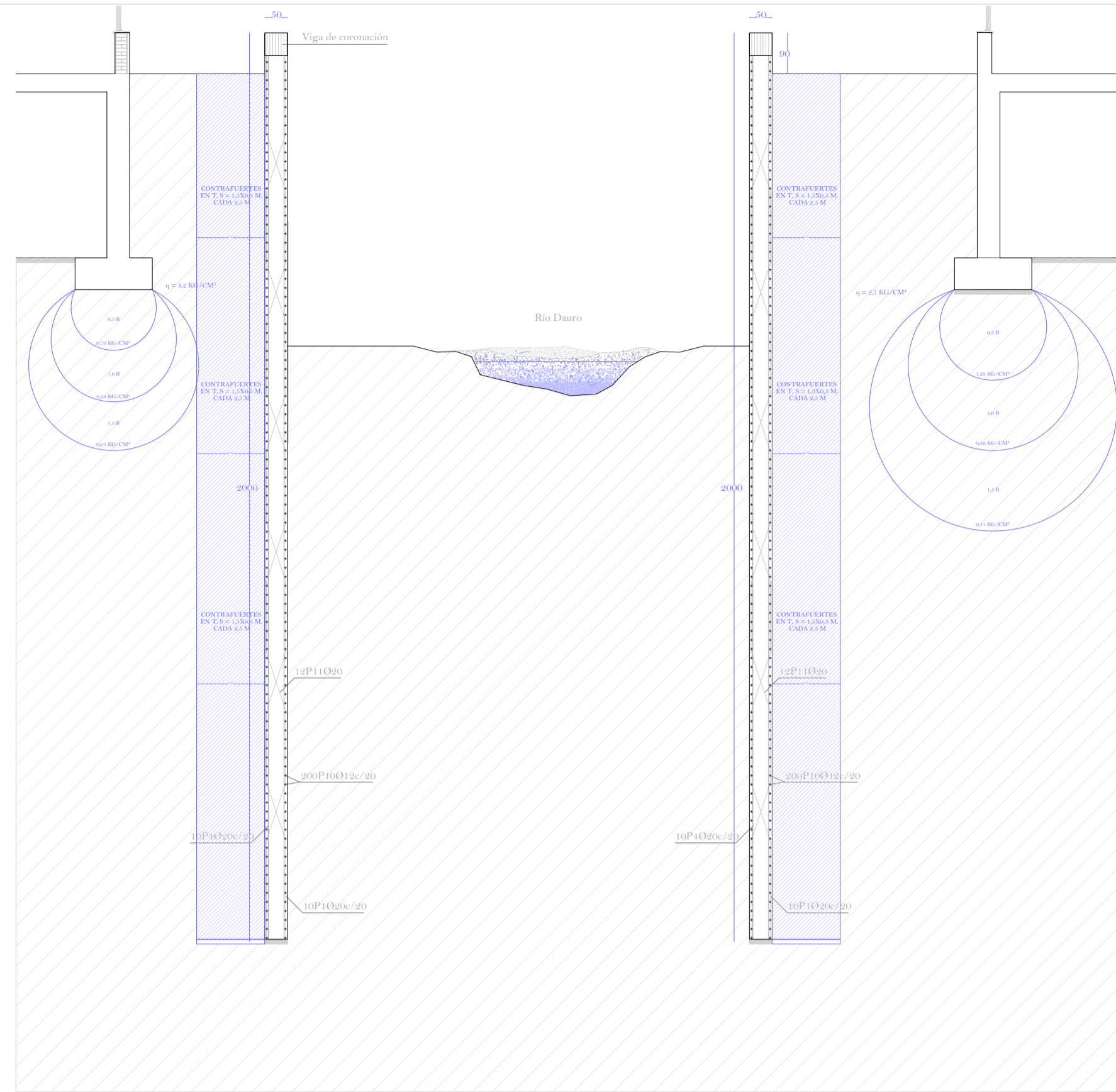
Documentación adicional a la memoria de cálculo



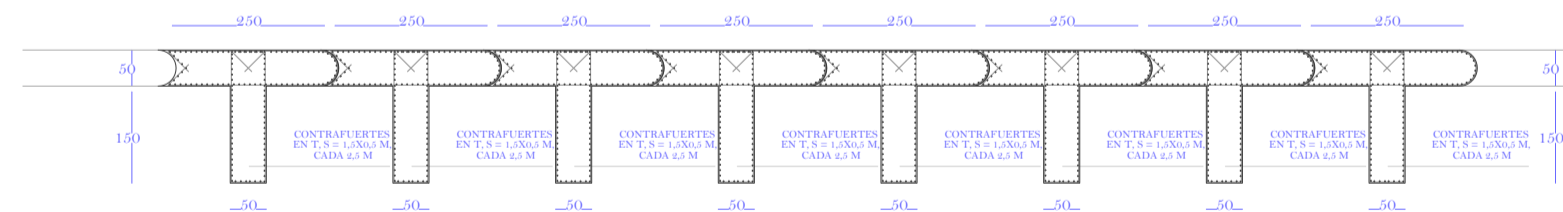
Muro pantalla de hormigón armado. Alzado del trasdós



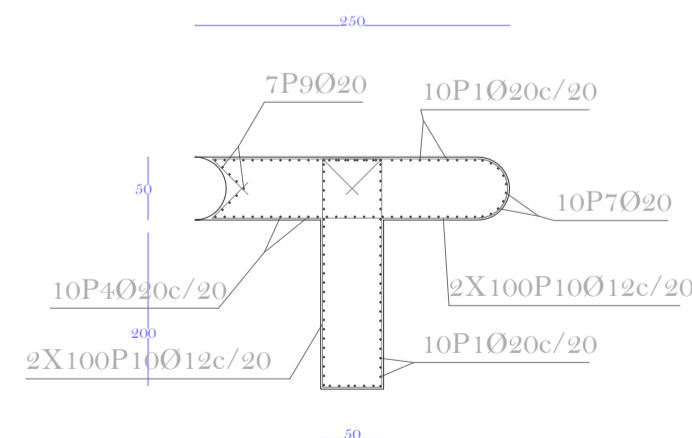
Muro pantalla de hormigón armado. Alzado del intradós



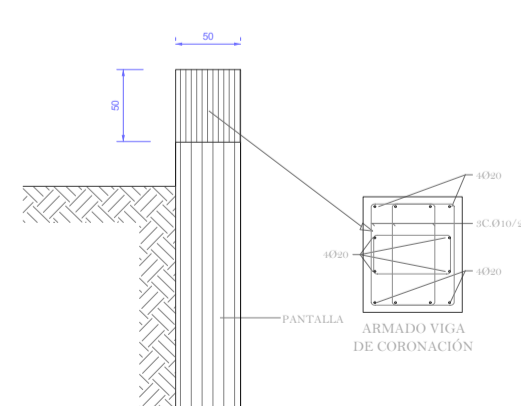
Muro pantalla de hormigón armado. Sección transversal



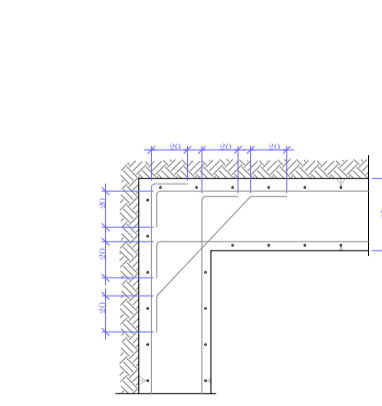
Muro pantalla de hormigón armado. Planta



Detalle de muro pantalla. Batache tipo e. 1:50



Detalle de viga de coronación. e. 1:50



Detalle de esquina en viga de coronación. e. 1:50

Características de los materiales - Muros Pantalla									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Muro pantalla 1	Estadístico	γ = 1.50	HA-25	Banda a Banda (0-12 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	γ = 1.15	B0606
Muro pantalla 2	Estadístico	γ = 1.50	HA-25	Banda a Banda (0-12 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	γ = 1.15	B0606
-	Estadístico	γ = 1.50	HA-25	Banda a Banda (0-12 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	γ = 1.15	B0606
Ejecución (Acciones)	Normal	γ = 1.35	Adaptado a la Instrucción EHE						
Exposición/ambiente	Terreno		Terreno protegido u hormigón de limpieza		I	IIa	IIb	IIIa	
Recubrimientos nominales (mm)	80		Ver Exposición/Ambiente		30	35	40	45	

Notas
 - Control Estadístico en EHE, equivale a control normal
 - Solapas según EHE
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

Recubrimientos nominales	
	1.- Recubrimiento pantalla, lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 2.- Recubrimiento pantalla, lateral libre 5 cm. 3.- Recubrimiento viga de coronación, lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento viga de coronación, lateral libre 3.5 cm. 5.- Recubrimiento viga de coronación, superior libre 3.5 cm.

Cuadro de materiales

Muro pantalla de hormigón armado								
POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp	
1	20	10	11.02		110.20	2.47	271.77	
2	20	10	11.33		113.30	2.47	279.42	
3	16	9	7.75		69.75	1.58	110.09	
4	20	10	11.02		110.20	2.47	271.77	
5	20	10	11.33		113.30	2.47	279.42	
6	20	10	11.00		110.00	2.47	271.28	
7	20	10	11.33		113.30	2.47	279.42	
8	20	7	11.00		77.00	2.47	189.89	
9	20	7	11.33		79.31	2.47	195.59	
10	12	200 (2x100)	5.10		1020.92	0.89	906.41	
11	20	8	8.72 - 9.70		73.70	2.47	181.76	
20	4	4	8.69		34.77	2.47	85.75	
					Ø12	1020.92	0.89	906.41
					Ø16	69.75	1.58	110.09
					Ø20	935.08	2.47	2306.08
B 500 S, Ys=1.15					Peso total			3322.58
					Peso total con mermas (10.00%)			3654.84

Cuadro de elementos de cimentación

Taller de Estructuras

Los puentes perdidos del Dauro

Profesor: Jesús Hierro Sureda
 Alumno: Jaime Sánchez Molina

ETSAM Curso 2025-2026 / C.Otoño

Plano: Plano de definición de muro pantalla

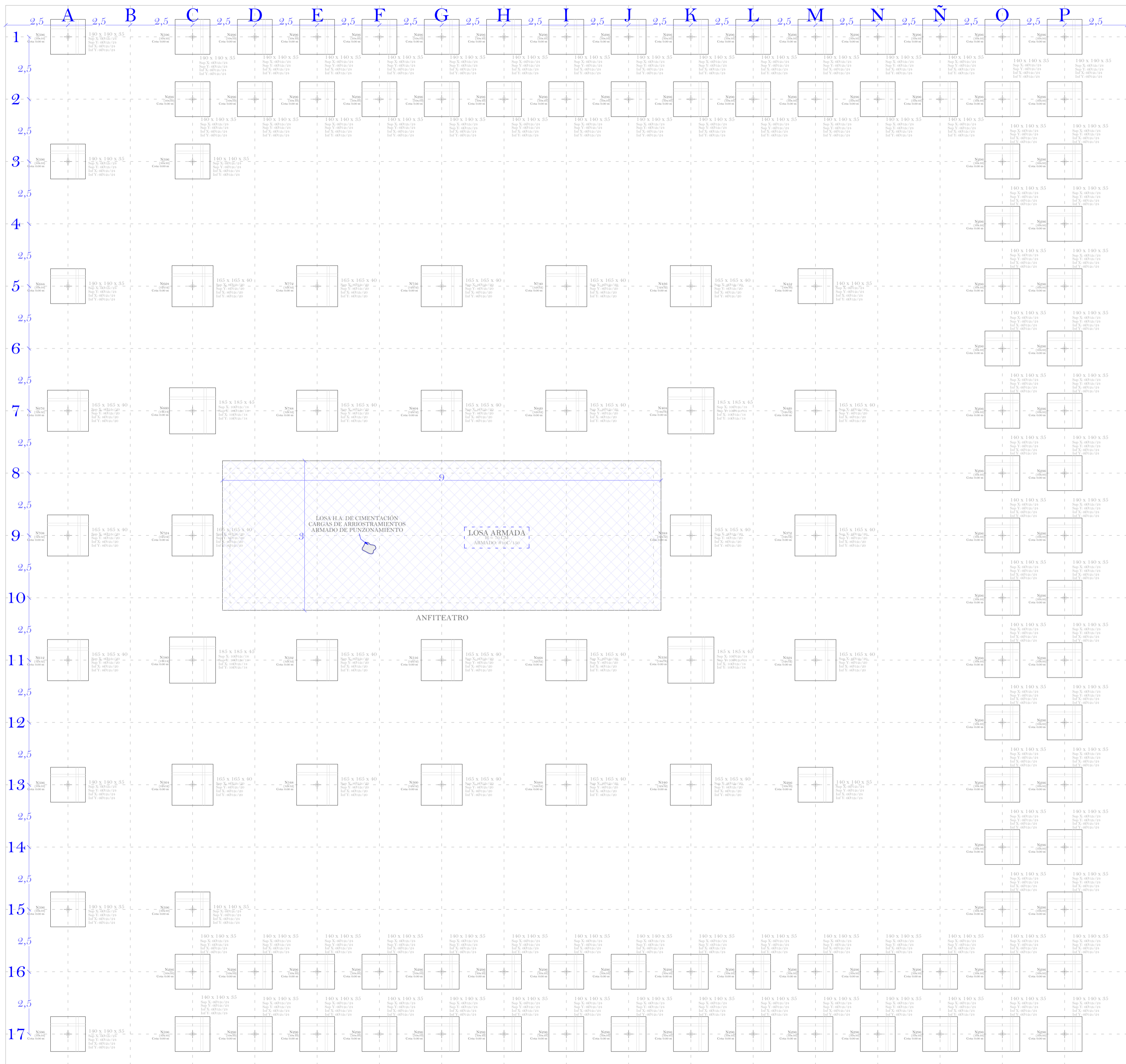
594x420
A2

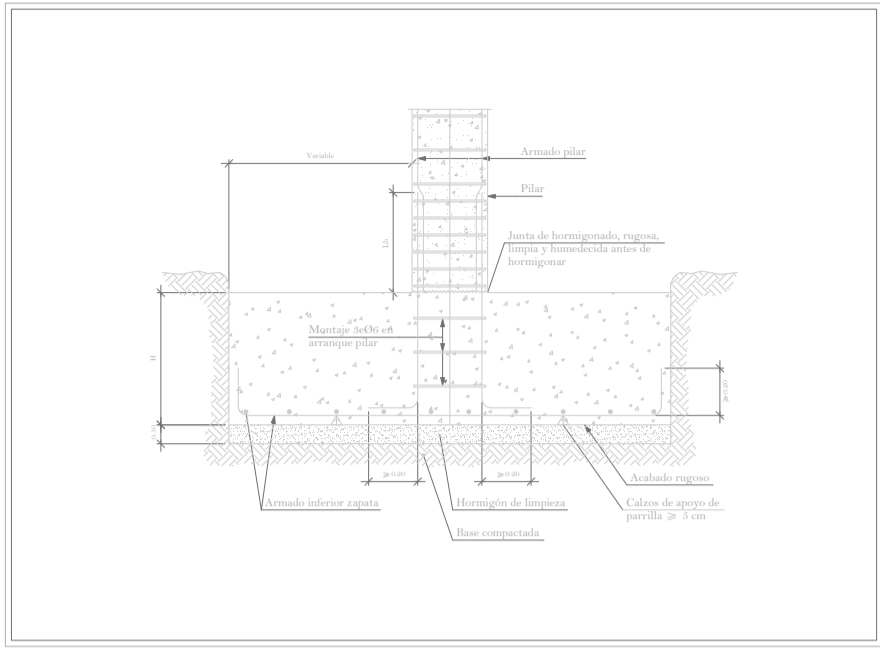
E 1:50

Nº Plano
E00

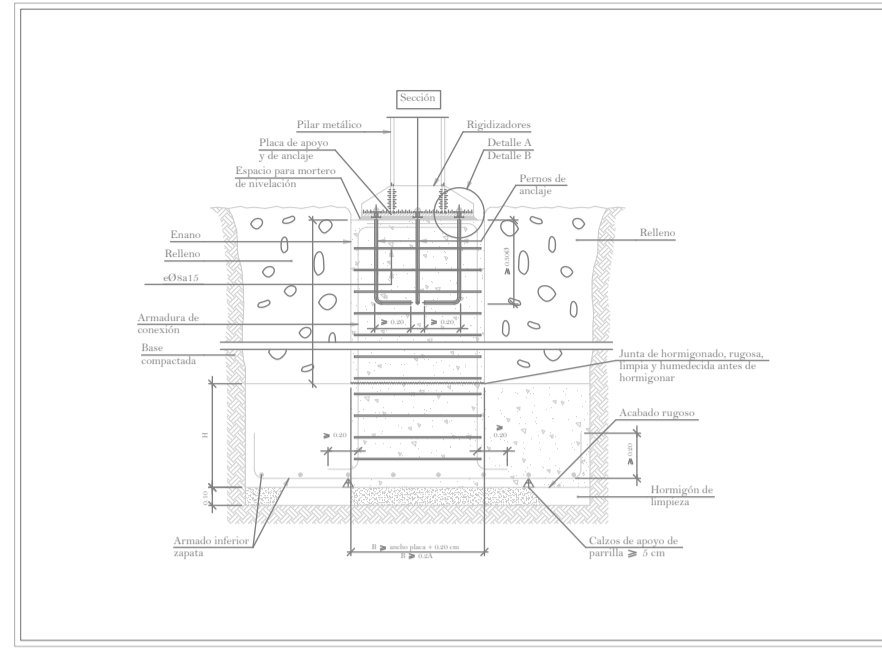
PLANOS DE LA ESTRUCTURA DE LA PLAZA DE ISABEL LA CATÓLICA

Documentación adicional a la memoria de cálculo

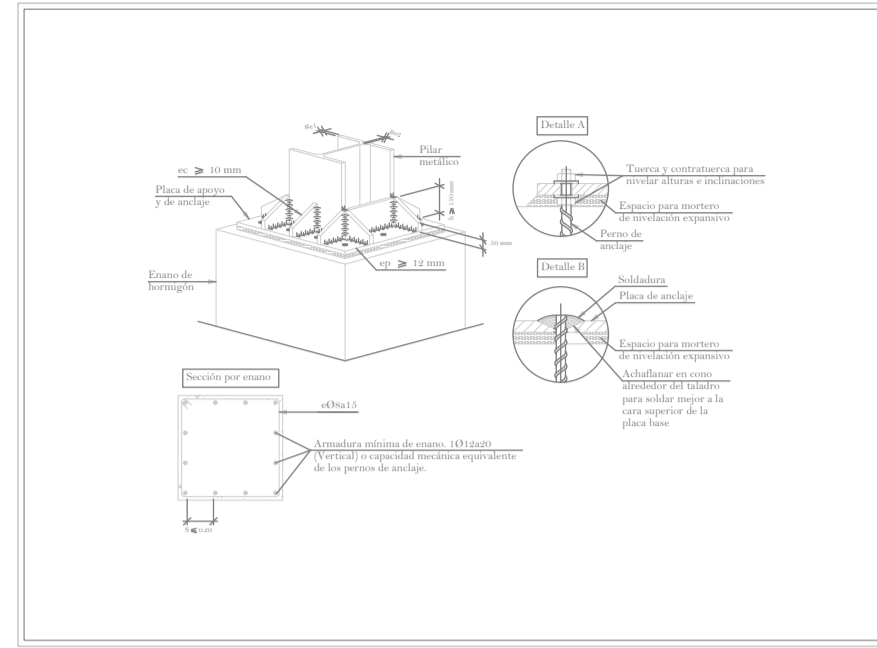




Detalle de zapata aislada, e. 1:50



Detalle de zapata aislada con enano, e. 1:50

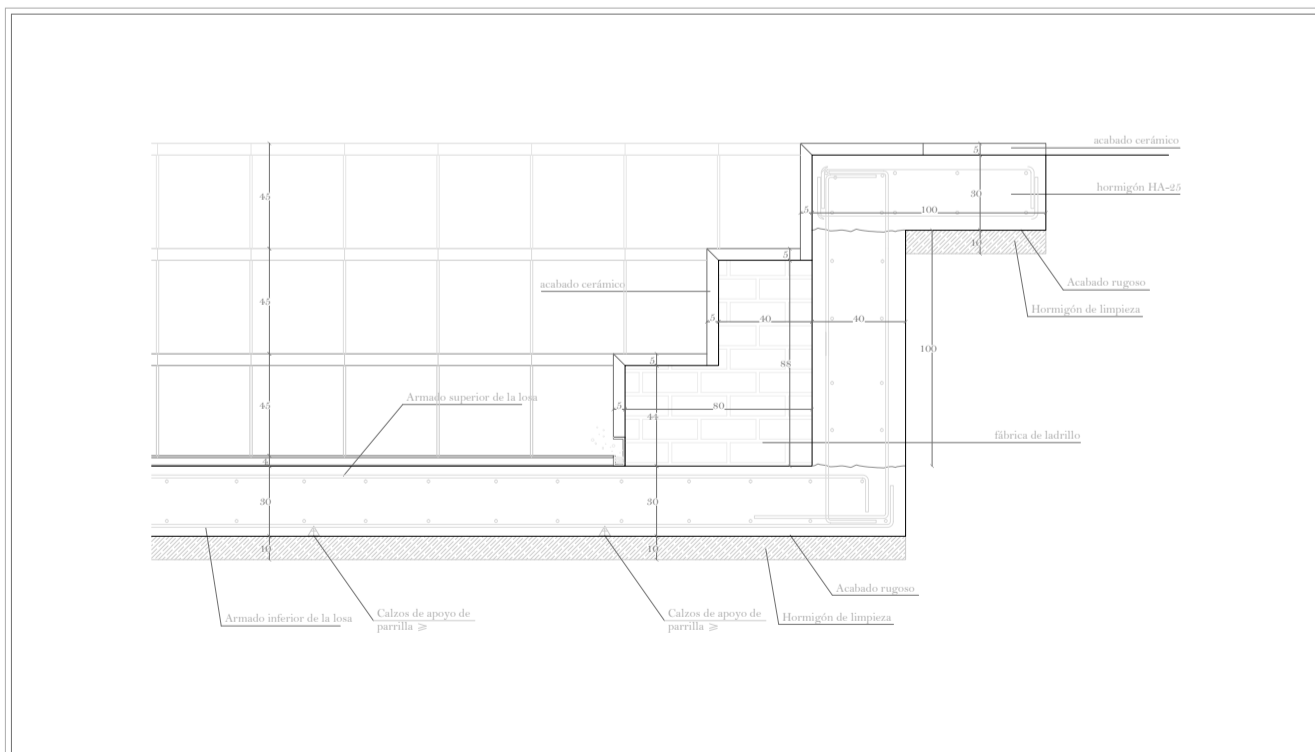


Arranque de pilar metálico sobre enano de hormigón.

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N356=N580=N690=N404	1	Ø12	10	170	15.1
	2	Ø12	10	170	15.1
	3	Ø12	10	170	15.1
	4	Ø12	10	170	15.1
Total+10% (x4):					66.4
N340=N324=N468=N484=N500	5	Ø12	8	150	10.7
	6	Ø12	8	150	10.7
	7	Ø12	8	150	10.7
	8	Ø12	8	150	10.7
Total+10% (x4):					47.1
N296=N452=N596=N644	1	Ø12	6	125	6.7
	2	Ø12	6	125	6.7
	3	Ø12	6	125	6.7
	4	Ø12	6	125	6.7
Total+10% (x4):					29.5
Ø12:					1396.0
Total:					1396.0

Resumen Acero Elemento	B 500 S, Ys=1.15 Ø12
Long. total (m)	1544.0
Peso+10% (kg)	1508

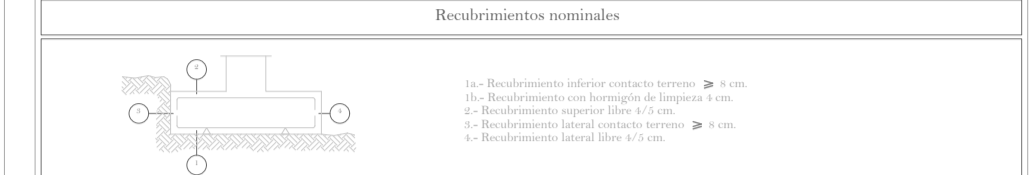
Mediciones (zapata grande, zapata mediana y zapata pequeña)



Detalle de la losa del anfiteatro , e. 1:50

Materiales	Características de los materiales - Zapatas de cimentación											
	Hormigón						Acero					
	Control			Características			Control			Características		
Elemento	Nivel	Cof. Ponde.	Cof. Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel	Cof. Ponde.	Cof. Tipo	
Zapata grande	Estadista	2.00	1	Placa a lazo (100 mm)	100 mm	MX	50 mm	50 mm	Normal	2.00	1	
Zapata mediana	Estadista	2.00	1	Placa a lazo (100 mm)	100 mm	MX	50 mm	50 mm	Normal	2.00	1	
Zapata pequeña	Estadista	2.00	1	Placa a lazo (100 mm)	100 mm	MX	50 mm	50 mm	Normal	2.00	1	
Ejecución (Acciones)	Normal	2.00	1	Placa a lazo (100 mm)	100 mm	MX	50 mm	50 mm	Normal	2.00	1	

Nota:
 - Control Estadístico en EHE, equivale a control normal.
 - Solapes según EHE.
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSD, CC-EHE...



Datos geotécnicos
 - Tensión admisible del terreno considerada = 0,100 MPa (100 Kg/cm²)

Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb		
Armaduras	Sin acciones dinámicas	
	B 400 S	B 500 S
Ø	Ø12	Ø14
	Ø16	Ø18
	Ø20	Ø22
	Ø24	Ø26
	Ø28	Ø30

Propiedades	Clase Resistente											
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²												
- Flexión	f _{td}	14	16	18	20	22	25	27	30	35	40	45
- Tracción paralela	f _{tdk}	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27
- Tracción perpendicular	f _{tdk}	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
- Compresión paralela	f _{tdk}	16	17	18	19	20	22	23	25	29	33	37
- Compresión perpendicular	f _{tdk}	2.0	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.2	3.6	4.1	4.6
- Cortante	f _{tdk}	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.5	5.0	5.5	6.0
Rigidez en kN/mm²												
- Módulo de elasticidad paralelo medio	E _{med}	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15
- Módulo de elasticidad paralelo (Superficie)	E _{tdk}	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	E _{med}	0.23	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50
- Módulo transversal medio	E _{med}	0.44	0.50	0.56	0.59	0.60	0.69	0.72	0.73	0.81	0.88	0.94
Densidad en kg/m³												
- Densidad característica	ρ _k	230	210	200	200	200	200	200	200	200	200	200
- Densidad media	ρ _{med}	230	210	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Cuadro de materiales

PERMANENTES	ESQUEMA DE ACCIONES LOCALIZADAS			
	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta	
Forjado	10 kN/m²	0,7 kN/m²	0,7 kN/m²	
Solado	2,5 kN/m²	2,5 kN/m²	3 kN/m²	
Tabiquería	- kN/m²	0,5 kN/m²	0,5 kN/m²	
Cerramiento	- kN/m²	1 kN/m²	1 kN/m²	
VARIABLES	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta	
	Uso	5 kN/m²	5 kN/m²	2 kN/m²
	Viento	- kN/m²	0,92/-1,058 kN/m²	0,92/-1,058 kN/m²
	Agua	- 10 kN/m²	- kN/m²	- kN/m²
TOTAL	7,5 kN/m²	10,62/8,642 kN/m²	8,12/6,142 kN/m²	

Cuadro de acciones

Referencias	CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN			
	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado sup. Y
N296, N452, N596 y N644	140x140	35	6Ø12c/24	6Ø12c/24
N324, N340, N372, N388, N420, N436, N468, N484, N500, N516, N532, N548, N564, N612, N628, N676, N708, N724, N740, N756, N772, N788, N804 y N820	165x165	40	8Ø12c/20	8Ø12c/20
N356, N404, N580 y N690	185x185	45	10Ø12c/18	10Ø12c/18

Cuadro de elementos de cimentación

Taller de Estructuras

Los puentes perdidos del Dauro

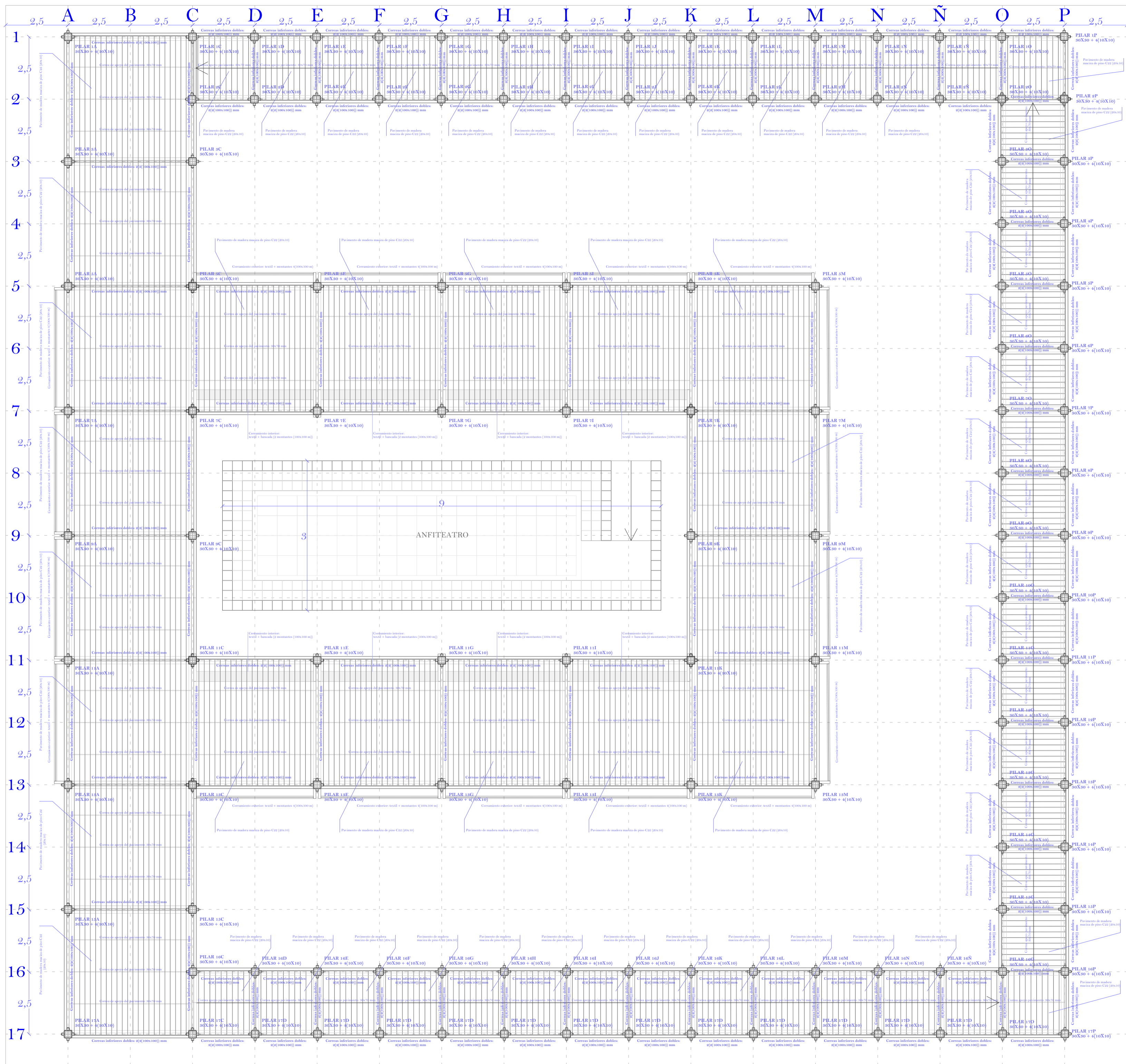
Profesor: Jesús Hierro Sureda
 Alumno: Jaime Sánchez Molina

ETSAM Curso 2025-2026 / C.Otoño

Plano: Detalles de cimentación

594x420
A2

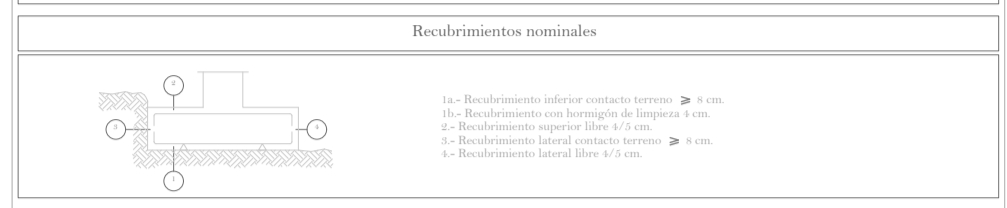
E 1:50 Nº Plano
E02



Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Elemento	Zona/Planta	Control		Características				Control		Acceso				
		Nivel	Cof. Ponde.	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel	Cof. Ponde.	Nivel	Cof. Ponde.		
Zapata grande	Forjado	7	100	Placa + base (20x20)	100 mm	NA	100 mm	100 mm	Normal	7	100	Normal	7	100
Zapata mediana	Forjado	7	100	Placa + base (20x20)	100 mm	NA	100 mm	100 mm	Normal	7	100	Normal	7	100
Zapata pequeña	Forjado	7	100	Placa + base (20x20)	100 mm	NA	100 mm	100 mm	Normal	7	100	Normal	7	100
Ejecución (Acciones)	Normal	7	100	Placa + base (20x20)	100 mm	NA	100 mm	100 mm	Normal	7	100	Normal	7	100

Control Estadístico en EHE, equivalente a control normal
 - Solapas según EHE
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CETSID, CC-EHE...



Datos geotécnicos

Tensión admisible del terreno considerada $\sigma = 0,100$ MPa (1000 Kg/cm²)

Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb

Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas	
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S
Ø12	45 cm	50 cm	60 cm	60 cm
Ø14	60 cm	65 cm	80 cm	80 cm
Ø16	75 cm	80 cm	100 cm	100 cm
Ø20	90 cm	95 cm	120 cm	120 cm
Ø25	105 cm	110 cm	140 cm	140 cm

Nota: Válido para hormigón F.A. ≥ 25 N/mm²
 Si F.A. ≥ 30 N/mm² podrá reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 60 de la EHE.

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades	Clase Resistente											
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²												
- Flexión	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	8,0k	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27
- Tracción perpendicular	0,20k	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	0,7k	16	17	16	19	20	22	22	23	25	29	31
- Compresión perpendicular	0,20k	2,0	2,2	2,2	2,5	2,6	2,5	2,6	2,7	2,9	2,9	3,2
- Cortante	0,3	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez en kN/mm²												
- Módulo de elasticidad paralelo medio	Et,medio	7	8	9	9,5	10	11	11,5	10	13	14	15
- Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	Et ₅	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	6,0	8,7	9,4	10,0
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	Et _{90,medio}	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50
- Módulo transversal medio	E _{tr,medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,60	0,69	0,72	0,73	0,81	0,88	0,94
Densidad en kg/m³												
- Densidad característica	ρ_k	200	210	220	230	240	250	270	280	300	320	340
- Densidad media	ρ_{med}	350	370	390	390	410	420	430	450	460	500	530

Cuadro de materiales

PERMANENTES	ESQUEMA DE ACCIONES LOCALIZADAS		
	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta
Forjado	10 kN/m ²	0,7 kN/m ²	0,7 kN/m ²
Solado	2,5 kN/m ²	2,5 kN/m ²	3 kN/m ²
Tabiquería	- kN/m ²	0,5 kN/m ²	0,5 kN/m ²
Cerramiento	- kN/m ²	1 kN/m ²	1 kN/m ²
VARIABLES	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta
Uso	5 kN/m ²	5 kN/m ²	2 kN/m ²
Viento	- kN/m ²	0,92/-1,058 kN/m ²	0,92/-1,058 kN/m ²
Agua	- 10 kN/m ²	- kN/m ²	- kN/m ²
TOTAL	7,5 kN/m ²	10,62/8,642 kN/m ²	8,12/6,142 kN/m ²

Cuadro de acciones

Taller de Estructuras

Los puentes perdidos del Dauro

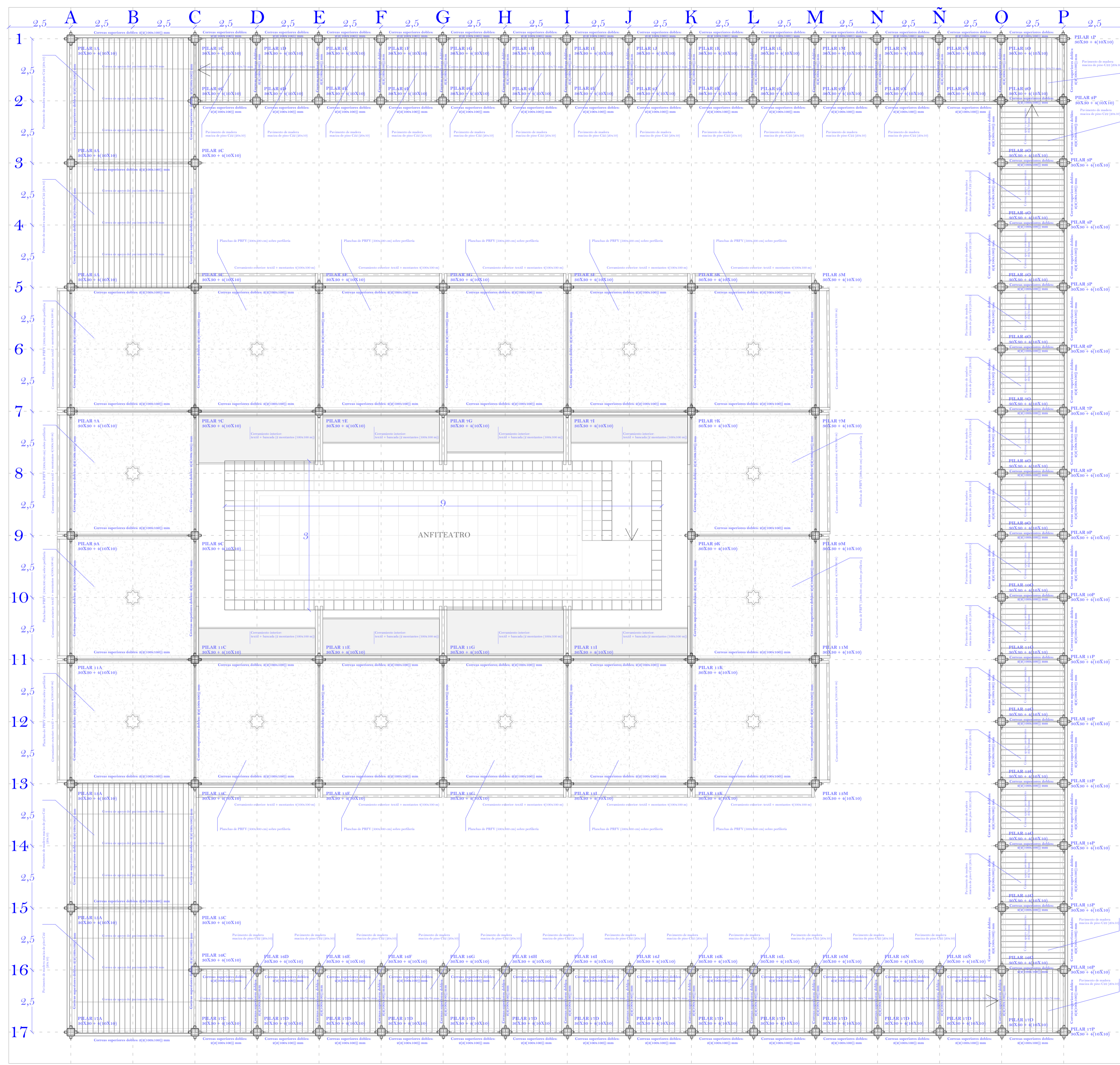
Profesor: Jesús Hierro Sureda
 Alumno: Jaime Sánchez Molina

ETSAM Curso 2025-2026 / C.Otoño

Plano: Plano forjado intermedio, COTA + 6.00 M

E 1:50
5914320

E03
Nº Plano



Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Materiales	Horizonte										
	Control		Características		Requerimientos		Control		Acces		
Elemento	Nivel	Cof. Ponde.	Tip	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Cof. Ponde.	Tip
Zapata grande	Exterior	7	100	Placa + base	100 mm	NA	80 mm	100 mm	Normal	7	100
Zapata mediana	Exterior	7	100	Placa + base	100 mm	NA	80 mm	100 mm	Normal	7	100
Zapata pequeña	Exterior	7	100	Placa + base	100 mm	NA	80 mm	100 mm	Normal	7	100
Ejecución (Acciones)	Normal	7	100	Placa + base	100 mm	NA	80 mm	100 mm	Normal	7	100

Adaptado a la Instrucción EHE

Nota

- Control Estadístico en EHE, equivalente a control normal
 - Solapas según EHE
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETES, CC-EHE...

Recubrimientos nominales

- 1.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm.
- 2.- Recubrimiento superior libre ≥ 4 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre ≥ 4 cm.

Datos geotécnicos

- Tensión admisible del terreno considerada $\sigma = 0,100$ MPa (2,00 Kg/cm²)

Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb

Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas	
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S
Ø12	25 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Ø14	30 cm	35 cm	40 cm	40 cm
Ø16	35 cm	40 cm	45 cm	45 cm
Ø20	45 cm	50 cm	55 cm	55 cm
Ø25	60 cm	70 cm	75 cm	75 cm

Nota: Válido para horizonte EA. ≥ 21 N/mm². Si Fck ≥ 30 N/mm² podrá reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 60 de la EHE.

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades	Clase Resistente										
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C50
Resistencia (característica) en N/mm²											
- Flexión	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	50
- Tracción paralela	8,0k	8	10	11	12	13	14	16	18	21	27
- Tracción perpendicular	0,20k	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	0,1k	16	17	18	19	20	22	23	25	29	37
- Compresión perpendicular	0,20k	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	0,3	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez en kN/mm²											
- Módulo de elasticidad paralelo medio	Et,medio	7	8	9	9,5	10	11	11,5	10	10	10
- Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	Et ₅ ,medio	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	6,9	6,7	6,4
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	Et ₉₀ ,medio	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,50
- Módulo transversal medio	E _{tr} ,medio	0,44	0,50	0,56	0,59	0,60	0,69	0,72	0,73	0,81	0,94
Densidad en kg/m³											
- Densidad característica	ρ_k	200	210	220	230	240	250	260	300	320	360
- Densidad media	ρ_{med}	350	370	390	390	410	420	430	450	500	550

Cuadro de materiales

PERMANENTES	ESQUEMA DE ACCIONES LOCALIZADAS		
	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta
Forjado	10 kN/m ²	0,7 kN/m ²	0,7 kN/m ²
Solado	2,5 kN/m ²	2,5 kN/m ²	3 kN/m ²
Tubiquería	- kN/m ²	0,5 kN/m ²	0,5 kN/m ²
Cerramiento	- kN/m ²	1 kN/m ²	1 kN/m ²
VARIABLES	Losa Anfiteatro	Planta primera	Planta de cubierta
Uso	5 kN/m ²	5 kN/m ²	2 kN/m ²
Viento	- kN/m ²	0,92/-1,058 kN/m ²	0,92/-1,058 kN/m ²
Agua	- 10 kN/m ²	- kN/m ²	- kN/m ²
TOTAL	7,5 kN/m ²	10,62/8,642 kN/m ²	8,12/6,142 kN/m ²

Cuadro de acciones

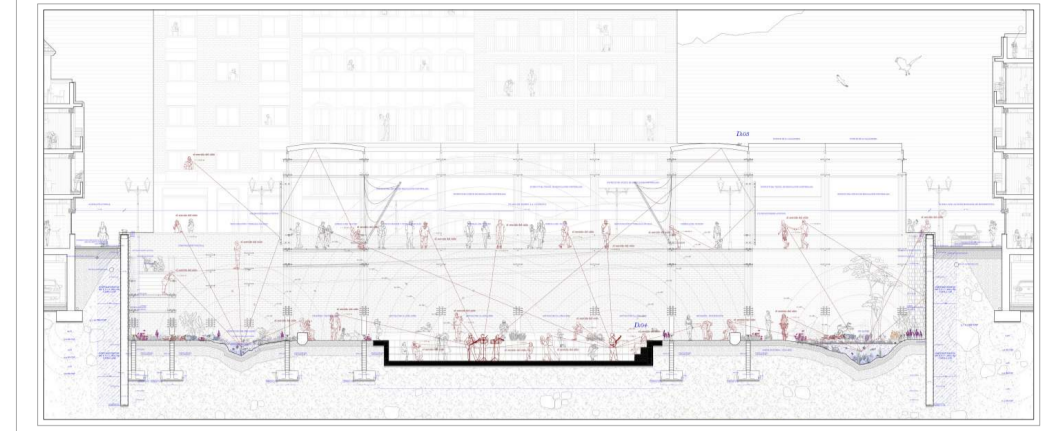
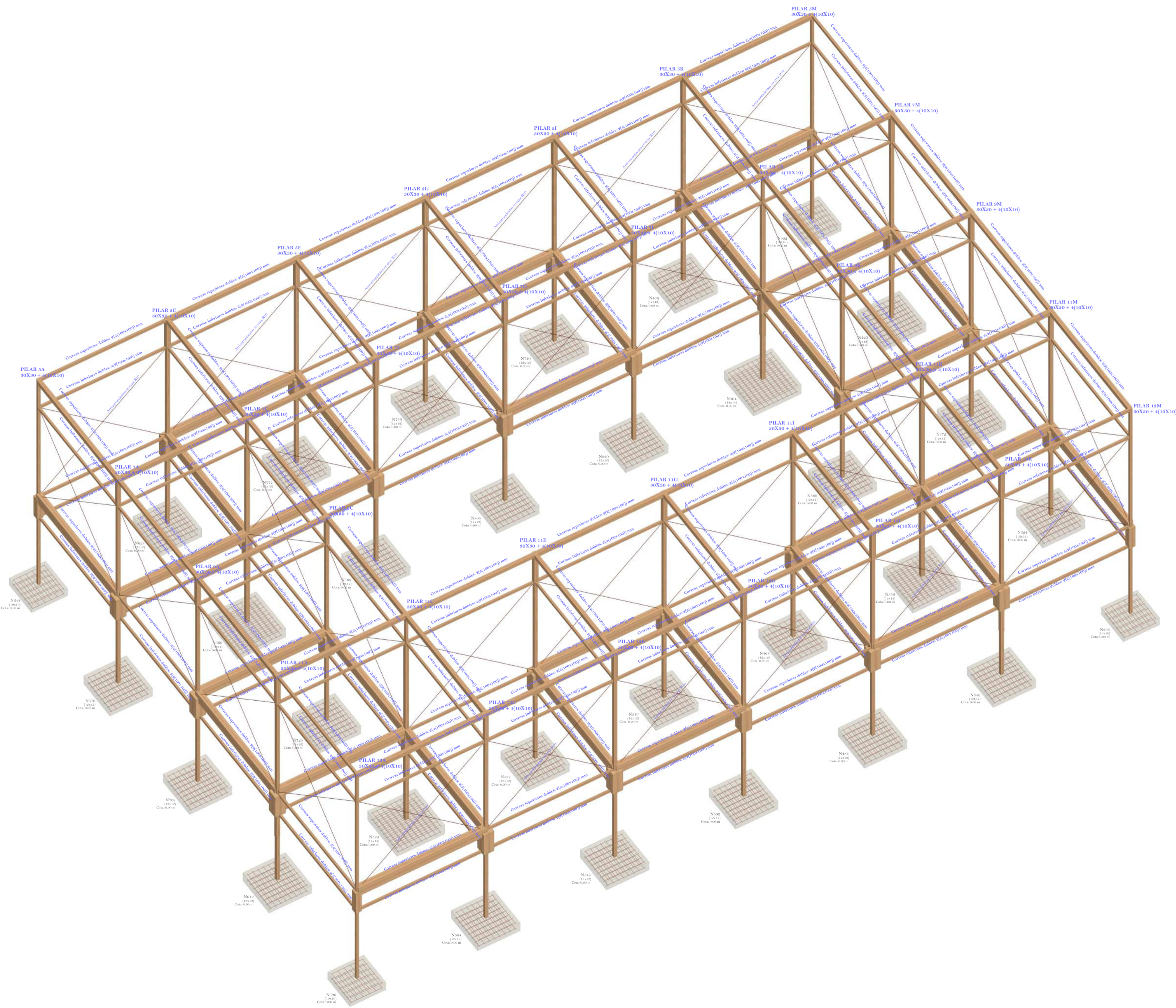
Taller de Estructuras

Los puentes perdidos del Dauro

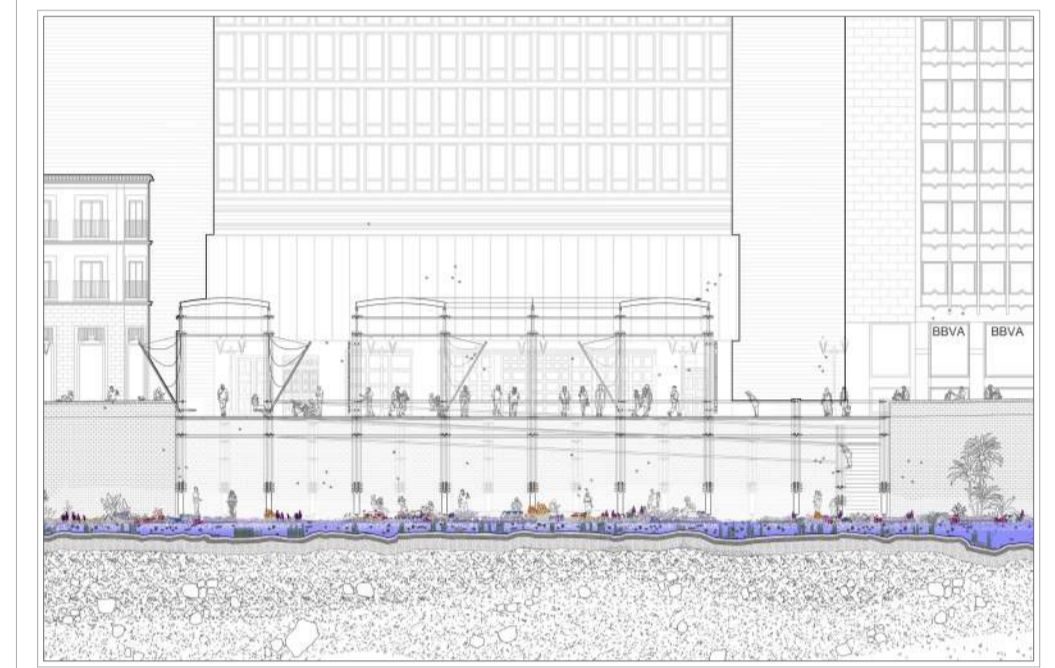
Profesor: **Jesús Hierro Sureda**
 Alumno: **Jaime Sánchez Molina**
ETSAM Curso 2025-2026 / C.Otoño

Plano: **Plano forjado cubierta, COTA + 9.00 M**
594x420
A2

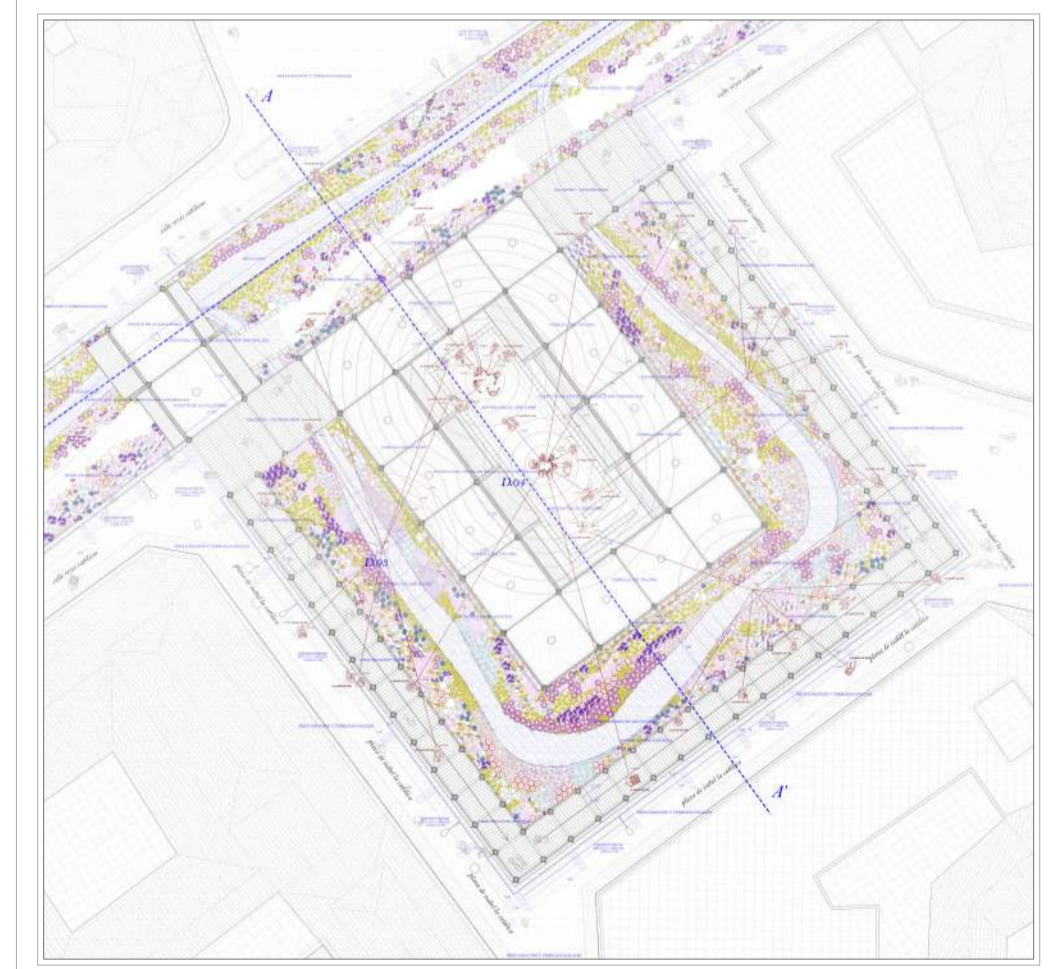
E 1:50 Nº Plano
E04



Sección AA'



Sección BB'



Planta de cubierta

Taller de Estructuras

Los puentes perdidos del Dauro

Profesor: Jesús Hierro Sureda
 Alumno: Jaime Sánchez Molina ETSAM Curso 2025-2026 / C.Otoño

Plano: Vista axonométrica del modelo de CYPE 591x420
A2

los puentes perdidos del dauro

un nuevo eje verde en la ciudad de granada

00. GESTIÓN PREVIA, ESTUDIOS Y LEGALIZACIÓN

0.1 REDACCIÓN DEL PROYECTO

- 0.1.1 Memoria arquitectónica e hidráulica
- 0.1.2 Estudio de impacto ambiental EIA
- 0.1.3 Estudio arqueológico y plan de intervención patrimonial (puentes)
- 0.1.4 Cumplimiento Normativa (CTE, dominio público hidráulico, local)

0.2 TRAMITACIONES Y PERMISOS

- 0.2.1 Licencia urbanística municipal
- 0.2.2 Autorización de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
- 0.2.3 Permisos de intervención patrimonial y arqueológica
- 0.2.4 Notificaciones a servicios (agua, saneamiento, electricidad, gas)

0.3 SEGURIDAD, SALUD Y CALIDAD

- 0.3.1 Plan de Seguridad y Salud y coordinador en fase de proyecto y obra
- 0.3.2 Procedimientos de control de calidad y ensayos
- 0.3.3 Plan de gestión de residuos (separación y valorización)

01. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y DEMOLICIONES

1.1 LEVANTAMIENTOS Y ESTUDIOS PREVIOS

- 1.1.1 Topografía detallada (nube de puntos, perfiles)
- 1.1.2 Estudio geotécnico (sondeos, nivel freático, resistencias)
- 1.1.3 Cartografía hidráulica y modelado preliminar
- 1.1.4 Inventario patrimonial y georeferenciación de los 8 puentes perdidos

1.2 OBRAS PROFESIONALES Y PROTECCIÓN

- 1.2.1 Cerramiento de obra y señalética (fases)
- 1.2.2 Desvíos peatonales y control de accesos
- 1.2.3 Protección temporal de elementos patrimoniales

1.3 DEMOLICIONES Y APERTURA DE EMBOVEDADO

- 1.3.1 Demoliciones selectivas (con protocolos arqueológicos)
- 1.3.2 Refuerzo estructural temporal del embovedado
- 1.3.3 Gestión de escombros y recuperación de materiales reutilizables

02. INFRAESTRUCTURA FLUVIAL Y RENATURALIZACIÓN

2.1 RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA

- 0.1.1 Memoria arquitectónica e hidráulica
- 0.1.2 Estudio de impacto ambiental EIA
- 0.1.3 Estudio arqueológico y plan de intervención patrimonial (puentes)
- 0.1.4 Cumplimiento Normativa (CTE, dominio público hidráulico, local)

2.2 BIOINGENIERÍA Y SUELOS

- 0.2.1 Licencia urbanística municipal
- 0.2.2 Autorización de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
- 0.2.3 Permisos de intervención patrimonial y arqueológica
- 0.2.4 Notificaciones a servicios (agua, saneamiento, electricidad, gas)

2.3 GESTIÓN DE AGUAS Y DRENAJES

- 0.3.1 Plan de Seguridad y Salud y coordinador en fase de proyecto y obra
- 0.3.2 Procedimientos de control de calidad y ensayos
- 0.3.3 Plan de gestión de residuos (separación y valorización)

03. PUESTA EN VALOR DE LOS PUENTES HISTÓRICOS

3.1 EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA Y DOCUMENTACIÓN

- 0.1.1 Memoria arquitectónica e hidráulica
- 0.1.2 Estudio de impacto ambiental EIA
- 0.1.3 Estudio arqueológico y plan de intervención patrimonial (puentes)
- 0.1.4 Cumplimiento Normativa (CTE, dominio público hidráulico, local)

3.2 INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL Y CONSERVACIÓN

- 0.2.1 Licencia urbanística municipal
- 0.2.2 Autorización de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
- 0.2.3 Permisos de intervención patrimonial y arqueológica
- 0.2.4 Notificaciones a servicios (agua, saneamiento, electricidad, gas)

3.3 ACCESIBILIDAD, MUSEALIZACIÓN E INTERPRETACIÓN

- 0.3.1 Plan de Seguridad y Salud y coordinador en fase de proyecto y obra
- 0.3.2 Procedimientos de control de calidad y ensayos
- 0.3.3 Plan de gestión de residuos (separación y valorización)

04. SISTEMA DE PLAZAS DE LOS SENTIDOS

4.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL

- 4.1.1 Cimentaciones superficiales adaptadas a entornos arqueológicos
- 4.1.2 Estructuras ligeras de madera maciza de pino C22
- 4.1.3 Estructuras de pasarelas y plataformas
- 4.1.4 Gradieros y bancadas estructurales
- 4.1.5 Estructuras para pérgolas, sombras y cubiertas vegetales
- 4.1.6 Ensayos y control estructural en cada plaza

4.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS

- 4.2.1 Subestructuras metálicas
- 4.2.2 Anclajes desmontables y fijaciones no invasivas
- 4.2.3 Marcos visuales y estructuras para señalética y elementos interpretativos
- 4.2.4 Barandillas, protecciones y elementos de seguridad perimetral
- 4.2.5 Soportes de mobiliario, bancos y plataformas expositivas
- 4.2.6 Refuerzo de zonas de uso intensivo

4.3 ENVOLVENTE Y CUBIERTA

- 4.3.1 Pérgolas de sombra en madera o estructura mixta
- 4.3.2 Cubiertas textiles y de PRFV, elementos de control solar
- 4.3.3 Sombras vegetales estructuradas
- 4.3.4 Cerramientos ligeros para puestos
- 4.3.5 Tratamientos visuales: marcos, filtros lumínicos, celosías, etc.
- 4.3.6 Sistemas de recogida de agua de cubierta para riego o bebederos

4.4 PARTICIONES INTERIORES Y ACABADOS

- 4.4.1 Pavimentos táctiles, antideslizantes y drenantes
- 4.4.2 Acabados sensoriales: texturas y superficies resonantes
- 4.4.3 Mobiliario urbano integrado
- 4.4.4 Acabados visuales: cromatismos, tratamientos de madera, señalética
- 4.4.5 Acabados temáticos según los 5 sentidos
- 4.4.6 Acabados para zonas húmedas

4.5 INSTALACIONES

- 4.5.1 Instalaciones hidráulicas, fuentes, bebederos, canalizaciones, etc.
- 4.5.2 Electricidad e iluminación, balizamiento, señalética
- 4.5.3 Instalaciones especiales, sonorización, sensores ambientales, toma corriente
- 4.5.4 Saneamiento y drenaje, conexiones a red, drenaje sostenible

05. INFRAESTRUCTURAS PEATONALES Y ARQUITECTURAS PUNTALES

5.1 PASARELAS Y PASOS

- 5.1.1 Tipologías según tramo: pasarela ligera, pasarela mixta, puente restaurado
- 5.1.2 Anclajes no invasivos: micropilotes o anclajes superficiales
- 5.1.3 Ensayos: pruebas de carga y certificaciones

5.2 MIRADORES, MOBILIARIO Y SOMBRA

- 5.2.1 Mobiliario integrado (bancos, pérgolas, fuentes, etc.)
- 5.2.2 Puntos de sombra con vegetación o estructuras livianas

06. INSTALACIONES Y TECNOLOGÍA (SMART + BAJO CONSUMO)

6.1 REDES HIDRÁULICAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUA

- 6.1.1 Riego por goteo y sensores de humedad
- 6.1.2 Sistemas de reutilización de aguas
- 6.1.3 Bombas y telemetría
- 6.1.4 Sistema de fitodepuración

6.2 ILUMINACIÓN Y ENERGÍA

- 6.2.1 Balizamiento peatonal LED con control por tramos y horarios
- 6.2.2 Iluminación patrimonial con control de intensidad (para protección de fauna)
- 6.2.3 Paneles solares en elementos de mobiliario (autonomía local)

6.3 SENSORES Y MONITORIZACIÓN

- 6.3.1 Sensores de caudal y nivel (alarmas de avenida)
- 6.3.2 Monitorización calidad del agua (conductividad, turbidez, PH)
- 6.3.3 Dashboard urbano: acceso municipal + ciudadano (datos agregados)

07. URBANIZACIÓN ADYACENTE Y CONEXIONES URBANAS

7.1 PAVIMENTACIÓN Y DRENAJE URBANO

- 7.1.1 Pavimentos permeables y franjas verdes filtrantes
- 7.1.2 Replanteo de accesos y rampas según normativa accesibilidad

7.2 MOVILIDAD Y REPROGRAMACIÓN VIARIA

- 7.2.1 Reordenación del tráfico en tramos afectados (plan de desvíos)
- 7.2.2 Aparcamientos disuasorios y prioridad peatonal

7.3 CONEXIÓN SOCIAL Y CULTURAL

- 7.3.1 Integración con programas culturales (itinerarios, eventos)
- 7.3.2 Talleres participativos con vecindad (fase pre-construcción y apertura)

08. CONTROL, FINALIZACIÓN, ENTREGA Y MANTENIMIENTO

8.1 CONTROL Y RECEPCIÓN

- 8.1.1 Ensayos finales de instalaciones (hidráulica, iluminación)
- 8.1.2 Inspecciones patrimoniales post-obra

8.2 MANUALES Y FORMACIÓN

- 8.2.1 Manual de mantenimiento ecológico (especies, poda, frecuencias)
- 8.2.2 Formación al personal municipal y ciudadanía

8.3 MONITORIZACIÓN POST-OCUPACIONAL

- 8.3.1 KPIs: biodiversidad observada, cobertura vegetal, calidad del agua, incidencias, ...
- 8.3.2 Evaluación social: uso ciudadano y satisfacción

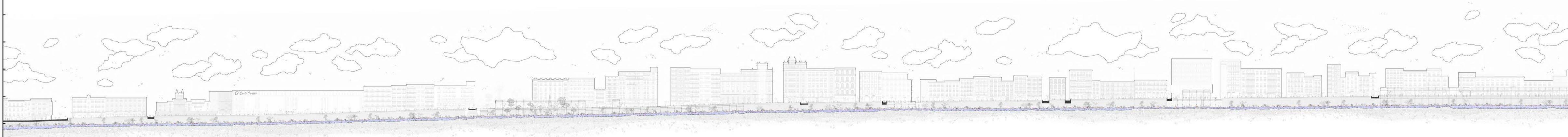
LA PLAZA DE SANTA ANA _ unas piscinas naturales



EL RÍO DAURO _ vista hacia el puente de la gallinería



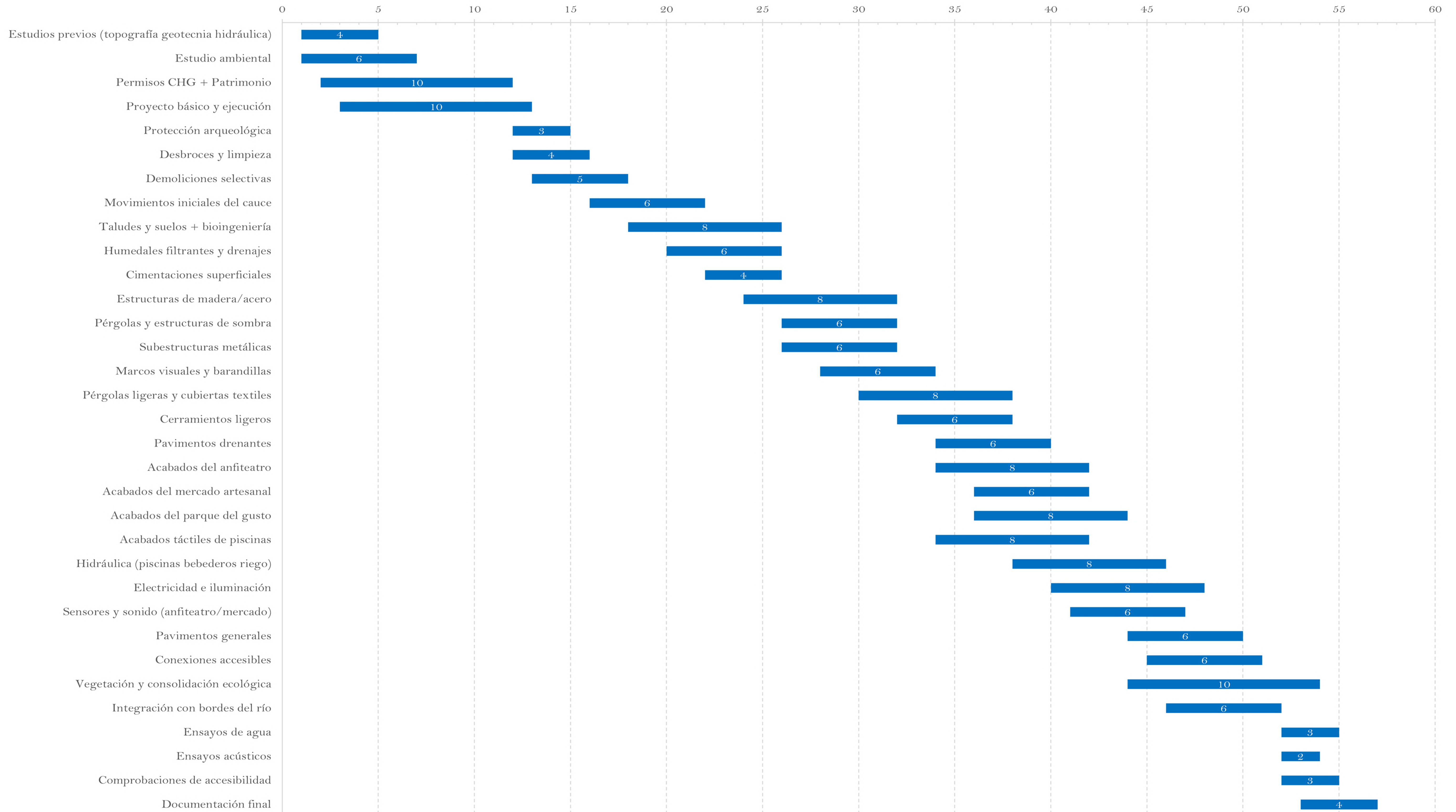
EL RÍO DAURO _ sección longitudinal por su eje, desde la iglesia de santa ana hasta el genil, escala 1:2000



los puentes perdidos del dauro

un nuevo eje verde en la ciudad de granada

Diagrama de Gantt



los puentes perdidos del dauro

un nuevo eje verde en la ciudad de granada

00. ¿RESPONDEN LAS DECISIONES DEL PROYECTO A CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y CREACIÓN DE VALOR?

0.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO SELECCIONADO

Apertura del cauce del Río Dauro en su tramo embovedado, desde la Plaza de Santa Ana a su conexión con el río Genil (1 km), renaturalización del río con vegetación autóctona, muros de contención con contrafuertes y estructuras ligeras de madera en las cuatro plazas sensoriales.

01. INTRODUCCIÓN Y RELEVANCIA DEL SISTEMA

1.1 ANTECEDENTES

El sistema escogido constituye la columna vertebral del proyecto: la apertura del río embovedado, la construcción de nuevos muros de contención, los contrafuertes exteriores, y la integración de estructuras ligeras de madera que conforman los espacios táctiles, visuales, acústicos y ecológicos de las cuatro plazas sensoriales del Río Dauro.

A diferencia de un edificio convencional, el TFM interviene sobre una infraestructura urbana e hidráulica histórica, cuyo funcionamiento determina la seguridad, la calidad ambiental y la habitabilidad del centro histórico de Granada.

El sistema analizado activa:

- La renaturalización del río,
- La revelación del patrimonio (puentes enterrados),
- La creación de espacio público ligado al agua,
- La infraestructura verde que mejora el microclima,
- Y la conectividad ecológica urbana.

Por su impacto urbano, ambiental, social y económico, es el sistema constructivo más adecuado para aplicar el LCCA en el proyecto y evaluar su sostenibilidad económica, tal y como se plantea en el presente ejercicio.

02. ANÁLISIS DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA, LCAA

2.1 PLANTEAMIENTO

La intervención se analiza sobre 1 km de cauce:

- 2 muros 2.000 m lineales de contención
- Altura media: 6,0 m superficie muro = 12.000 m²
- Contrafuertes cada 6 m = 333 contrafuertes
- 4 plazas sensoriales - estructuras ligeras en madera + dispositivos acústicos + filtros solares + talleres + mercado + parque ecofarmacéutico.

2.2 FASE INICIAL _ COSTES DE PRODUCCIÓN Y EJECUCIÓN (APEX)

2.2.1 Apertura del cauce y estructura de contención

Valores aproximados a precios de referencia de obra civil en España:

Partida	Cantidad	Medida	Coste total
Demolición bóveda	336 Km ³	1.000 m ³	336.000 €
Excavación controlada	1.200 Km ³	1.000 m ³	1.200.000 €
Muros de contención (O+)	1.200 Km ³	2.000 m ²	2.400.000 €
Contrafuertes (O+)	1.500 Km ³	333 m ²	499.500 €
Impermeabilización + drenaje	250 Km ³	2.000 m ²	500.000 €
Acabados + accesos	400 Km ³	2.000 m ²	800.000 €
Vegetación riparia	—	—	300.000 €
Arquitectura preventiva	—	—	200.000 €
Honorarios técnicos (25%)	—	—	763.340 €
Contingencias (25%)	—	—	652.845 €

CAPEX total sistema estructural = 7.685.485 €

2.2.2 Estructuras ligeras de madera en plazas

(Pasarelas, gradas, filtros solares, paneles acústicos, talleres artesanos, bebederos)

Elemento	Coste estimado	Total
Pasarelas + gradas	800 Km ³	500.000 €
Gradas de madera	—	100.000 €
Paneles acústicos + filtro solar	—	100.000 €
Elementos de mercado / talleres	—	100.000 €
Parque bebido + bebederos	—	50.000 €
Honorarios + contingencia	—	100.000 €

CAPEX madera total = 1.010.000 €

CAPEX TOTAL DEL SISTEMA = 8.695.485 €

2.3 FASE DE USO _ COSTES DE OPERACIÓN (OPEX) Y MANTENIMIENTO

2.3.1 Estructura pesada (cauce, muros, contrafuertes)

- Mantenimiento anual: = 28.000 €/año (limpieza cauce, revisión drenaje, control erosión, inspección estructural)
- Reparación mayor cada 25 años (inyecciones, refuerzos locales): = 450.000 €

2.3.2 Estructura ligera de madera

- Mantenimiento anual: = 35.000 €/año
- Reparación parcial cada 12 años: = 250.000 €

OPEX total anual = 63.000 €/año

2.4 FASE DE FINAL _ DESMANTELAMIENTO / FIN DE VIDA

- Maderas reciclables - valor residual positivo modesto (~40.000 €)
- Hormigón: reciclable como árido - valor residual (~200.000 €)
- Renaturalización: no se desmantela, constituye valor permanente.

Valor residual total = 240.000 €

03. TASA DE DESCUENTO

Para proyectos públicos de infraestructura verde en España, se consideran:

Inflación esperada: 2,30 %

Tasa libre de riesgo (bono soberano): 3,20 %

Prima de riesgo del proyecto: 1,20 % (proyecto estable, vida útil larga, pero con incertidumbre arqueológica)

Tasa nominal = 4,40 %

Ajustando por inflación y siguiendo la simplificación indicada en la asignatura:

Tasa real adoptada = 4 %

Esta tasa se emplea para el cálculo del LCC y del VAN.

04. VAN DEL PROYECTO _ 50 AÑOS

4.1 VAN DE COSTES

VANcostes = CAPX + OPEX + REPOSICIONES - VALOR RESIDUAL
- PV(OPEX) = 63.000 € x 23,11 = 1.455.930 €

- PV(reposiciones estructura pesada) = 450.000 € (cada 25 años) = 280.000 € en PV

- PV(reposiciones madera) = 250.000 € (cada 12 años) = 140.000 € en PV

- PV(valor residual) = 240.000 / 7,11 = 33.746 €

VANcostes = 8.695.485 + 1.455.930 + 220.000 - 33.746

VANcostes = 10.837.669 €

4.2 VAN DE BENEFICIOS INDIRECTOS

4.2.1 Beneficios ambientales

- CO evitado por arbolado y lámina de agua: 1.200 kg/año 72 €/año
- Reducción isla de calor: 10.000 €/año (coste energético evitado)
- Mejora del aire y humedad: 6.000 €/año

Total anual ambiental = 16.072 €/año

4.2.2 Beneficios urbanos y sociales

- Incremento actividad económica local (talleres / mercado / turismo): 50.000 €/año
- Valor patrimonial recuperado (puentes + traza histórica): 80.000 €/año
- Salud y bienestar - reducción estancias hospitalarias por calor: 6.000 €/año

Total urbano-social = 136.000 €/año

4.2.3 Beneficios ecológicos

- Retorno de fauna, renaturalización, filtración: 20.000 €/año

Total ecológico = 20.000 €/año

4.2.4 Beneficios totales estimados

= 16.072 + 136.000 + 20.000 = 172.072 €/año

PV(Beneficios) = 172.072 x 23,11 = 3.973.000 €

Total ecológico = 3.973.000 €/año

4.3 VAN GLOBAL DEL SISTEMA

VANtotal = VANbeneficios - VANcostes

VANtotal = 3.973.000 - 10.837.669

VANtotal = -6.864.669 €

05. INDICADORES DE CREACIÓN DE VALOR

5.1 INDICADORES AMBIENTALES

5.1.1 Reducción de emisiones y captura de CO₂

La superficie de vegetación riparia propuesta (≈ 6.000-8.000 m² entre orillas, taludes y plaza) genera entre 0,15 y 0,20 kg CO₂/m²/año (valores estándar en ciudades mediterráneas).

6.000 -8.000/2 = 1.000 -1.600 CO₂/ño 6.000 -8.000 m² = 1.000-1.600 kg CO₂/año

5.1.2 Reducción de temperatura urbana

Los estudios de renaturalización fluvial muestran reducciones medias:

2 °C en sombra permanente,

hasta 3 °C en zonas húmedas de baja exposición solar.

Esto se traduce en:

ahorro energético equivalente: ≈ 10.000-15.000 €/año (menor uso de climatización en el comercio y vivienda próxima al cauce).

5.1.3 Mejora de humedad y calidad del aire

La lámina de agua + vegetación riparia:

incrementa humedad relativa entre 5 % y 8 %,

reduce partículas PM10 entre 3 % y 6 % en calles adyacentes.

Impacto económico estimado:

menos hospitalizaciones por estrés térmico ≈ 4.000 -6.000 €/año

5.1.4 Biodiversidad recuperada

Tras proyectos equivalentes (Beaós, Manzanares, Cheonggyecheon):

20-30 nuevas especies aparecen en 2-5 años.

Incluye aves, insectos polinizadores, pequeños mamíferos y flora riparia.

Valor ecosistémico aproximado según tablas europeas:

≈ 20.000 €/año

5.2 INDICADORES SOCIALES

5.2.1 Creación de 4 plazas sensoriales de uso cotidiano

Basado en los flujos peatonales actuales de Plaza Nueva, Carrera del Darro, Paseo de los Tristes.

Tras abrir el río, se estima:
3.000.000/1 1,1 -1,4/ño

Esto aporta: mayor actividad social, mayor percepción de seguridad, reactivación del espacio público

5.2.2 Nuevos usos: baños naturales, teatro, mercado, parque ecofarmacéutico

Impacto social:

≈ 250-300 usuarios/día en temporada alta (piscinas naturales)

≈ 100-150 asistentes/evento (teatro del agua)

≈ 25-40 artesanos con actividad permanente en la plaza-taller

Espacio de recreo ecológico - familias, colegios, fauna urbana

Valoración social anual estimada (estudios de uso equivalente):

≈ 35.000-45.000 €/año

5.2.3 Salud y bienestar urbano

Zonas de sombra - reducción de estrés térmico

Caminos peatonales frescos

Estimulación sensorial (tacto, oído, vista, gusto ecológico)

Valor económico indirecto: ≈ 6.000 €/año

5.3 INDICADORES ECONÓMICOS

5.3.1 Incremento del turismo

El tramo del Dauro abierto se convierte en uno de los paseos más atractivos de Granada, en una conexión directa con Alhambra / Albaicín.

Comparables (Madrid Río, Cheonggyecheon) indican:

5 -12 % turismo en el área inmediata.

Incremento estimado: 90.000-120.000 turistas/año

5.3.2 Revitalización del comercio local

Los comercios y talleres artesanos alrededor del cauce renaturalizado suelen aumentar:

10-20 % de facturación,

con mayor afluencia peatonal y estancia en plazas.

Impacto económico imputable: ≈ 40.000-60.000 €/año

5.3.3 Empleo directo e indirecto

30-40 empleos directos en obra.

5-8 en mantenimiento anual.

15-20 en actividad artesanal y cultural.

Valor económico del empleo generado: ≈ 200.000-300.000 €/año

5.3.4 Incremento del valor inmobiliario

Según estudios de renaturalización urbana:

viviendas próximas a corredores verdes +3 a +8 %

locales comerciales +5 a +10 %

Impacto económico indirecto en el área: ≈ 10-15 M€ en revalorización patrimonial

5.4 INDICADORES PATRIMONIALES

5.4.1 Recuperación de 1km del cauce histórico

Valoración patrimonial estimada: ≈ 80.000-150.000 €/año (criterios utilizados en proyectos patrimoniales UNESCO)

5.4.2 Liberación y puesta en valor de 8 puentes enterrados

Cada puente histórico recuperado aporta: valor turístico, valor patrimonial, valor de memoria colectiva.

Valor estimado por unidad: 5.000-10.000 €/año 40.000 -80.000 €/año en total.

5.4.3 Conexión simbólica y espacial entre Alhambra - Albaicín

Un corredor patrimonial continuo aumenta el atractivo monumental del eje.

Impacto cualitativo y cuantitativo:

35.000-45.000 visitas adicionales/año

Valor anual indirecto: 30.000-40.000 €

5.4.4 Restauración del paisaje urbano original

Servicio ecosistémico + valor patrimonial: ≈ 20.000-30.000 €/año (por aportación cultural y ambiental al entorno histórico).

06. CONCLUSIONES

La intervención estructural propuesta—apertura del cauce del Río Dauro, construcción de muros de contención con contrafuertes y estructuras ligeras de madera en las plazas sensoriales— constituye una decisión económicamente sostenible cuando se evalúa según los criterios del LCCA y la creación de valor definidos en la asignatura.

Aunque la inversión inicial es elevada, los beneficios ambientales, sociales, patrimoniales y urbanos generados a largo plazo justifican plenamente la actuación.

El sistema:

- Reduce vulnerabilidad climática,

- Mejora el microclima,

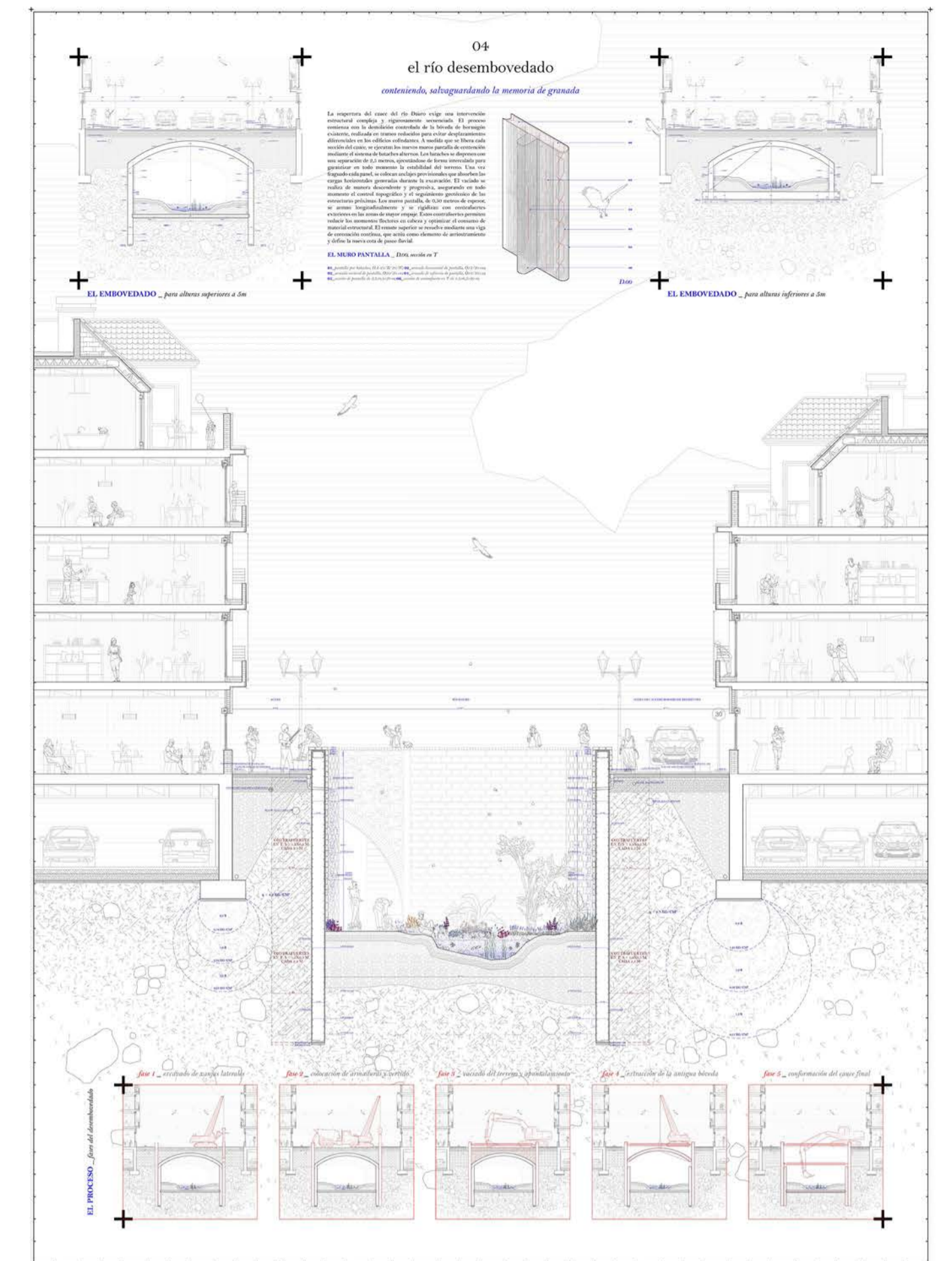
- Renaturaliza el centro histórico,

- Aumenta la actividad económica,

- Recupera patrimonio oculto,

- Mejora el bienestar de la población.

En coherencia con los ODS, la Agenda Urbana Española, Level(s) y la metodología expuesta en el temario, el sistema constructivo seleccionado responde de forma óptima a criterios de sostenibilidad económica y creación de valor público, haciendo viable—y necesaria—la apertura del Río Dauro como infraestructura verde esencial para Granada.



EL DESEMBOVEDADO _ apertura del río



LA PLAZA DE SANTA ANA _ unas piscinas naturales



EL RÍO DAURO _ vista hacia el puente de la gallinera

