

**ANÁLISIS Y PROPUESTA
DE INTERVENCIÓN A COTA DE CUBIERTAS DE
ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ,
ÉCIJA**



Agradecimientos

A mis tutores, por depositar su confianza en mi y permitirme iniciar este apasionante nuevo camino.

A José María Rincón, por su generosidad, su entrega, su continua atención, y por todas las facilidades dadas.

A la Archidiócesis de Sevilla por posibilitar el acceso y la documentación necesaria para la realización de este trabajo.

A Francisco Rivera y todo el personal de la constructora Sanor, por permitirme acercarme al desempeño de su trabajo con todas las facilidades.

A Jorge por, su incansable apoyo; a Marta, Emilio y Marta.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA: LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA



TRABAJO FIN DE MÁSTER Septiembre 2021
Máster en Peritación y Reparación de Edificos

AUTOR:
Javier de Sola Caraballo

TUTORES:
Carmen Galán Marín
Carlos Rivera Gómez
José María Rincón Calderón

Nota aclaratoria:

Todo el contenido de este trabajo, las figura y fotos, han sido realizadas por el autor, siempre que no se indique lo contrario en el texto o en la propia figura. En cuyo caso se aclarará la fuente.

ÍNDICE

0 INTRODUCCIÓN	9
Motivaciones	
Antecedentes	
1 INVESTIGACIONES PREVIAS	12
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	13
Objetivos	
Metodología	
Alcance de la investigación	
ESTUDIOS PREVIOS Y ESTADO DE LA CUESTIÓN	17
La Parroquia de Santa Cruz	
Estado de la cuestión	
TRABAJO DE CAMPO	31
Descripción de las cubiertas	
Inspección visual de la estructura	
Ensayos no destructivos	
Seguimiento de las obras	
Conclusiones al trabajo de campo	
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	58
Consideraciones y datos de partida	
Clasificación de la madera: Asignación de clases resistentes	
Hipótesis de cálculo	
Simulación estructural: Construcción del modelo	
Resultados y discusión	
Conclusiones al análisis estructural	
CONCLUSIONES A LAS INVESTIGACIONES PREVIAS	76
2 MEMORIA	79
MEMORIA DESCRIPTIVA	80
Agentes	
Información previa: Objeto y alcance del proyecto	
Resumen de datos generales	
Descripción del proyecto	
Justificación urbanística	
MEMORIA CONSTRUCTIVA	85
Sustentación	
Sistema estructural	
Sistema de acabados	
Programación y faseado de los trabajos	

CUMPLIMIENTO DE CTE Y OTRAS NORMATIVAS	90
Normativa y pautas de intervención patrimonial	
Cumplimiento del CTE	
Otras normativas	
ANEJOS	94
Cálculo de la estructura	
Estudio básico de Seguridad y Salud	
Estudio de gestión de residuos	
3 PLANOS	142
PLANIMETRÍA BASE. LA IGLESIA DE SANTA CRUZ	143
PLANIMETRÍA DE ANÁLISIS Y ENSAYOS REALIZADOS	150
PLANIMETRÍA DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	166
4 PLIEGO DE CONDICIONES	174
PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS	178
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	199
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS	244
VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO	269
5 MEDICIONES Y PRESUPUESTO	271
6 CONCLUSIONES	291
7 DIFUSIÓN DE RESULTADOS	293
8 BIBLIOGRAFÍA	295
9 ANEXOS	300
CONVENIO DE COLABORACIÓN CON LA ARCHIDIÓCESIS DE SEVILLA	301

RESUMEN

La Parroquia Mayor de Santa Cruz es un templo neoclásico situado en la localidad Sevillana de Écija. Se comenzó a construir a finales del siglo XVIII en el lugar que ocupaba una iglesia anterior, derruida tras sufrir graves daños en el Terremoto de Lisboa. Desde los inicios de la construcción surgieron multitud de problemas y desavenencias entre los constructores, finalmente la iglesia quedó inacabada, existiendo un vacío en forma de atrio descubierto, en sus dos primeras crujías. Actualmente el templo presenta un importante estado de deterioro y falta de mantenimiento por el que ya han debido ser intervenidas sus cubiertas en un proyecto de reparación. Paralelamente se está desarrollando la redacción de un Plan Director que estudie analice, proponga y programe todas las actuaciones que se hacen necesarias dado el alcance y magnitud de los problemas del conjunto patrimonial. Gracias a la ejecución de esas obras de reparación en las cubiertas, ha sido posible acceder durante la redacción de este trabajo, a las estructuras de armadura de madera, inaccesibles normalmente. Todo ello ha sido desarrollado en el marco de un convenio de cooperación educativa firmado entre la Archidiócesis y la Universidad de Sevilla.

El trabajo fin de máster propone una intervención a cota de cubiertas que responda a las carencias o problemas que presenta el templo. Para ello, previamente se desarrolla una investigación en la que, mediante el estudio de la documentación histórica, y la consulta de la bibliografía científica especializada, se analiza el estado y comportamiento de las estructuras de madera. Se realizan levantamientos de alteraciones y singularidades, se toman medidas y ensayos para contrastar los valores obtenidos con los datos de referencia de la bibliografía; todo ellos para conocer de forma fehaciente el estado de conservación, el avance del deterioro y las causas del mismo.

Dentro de esta investigación, se realiza también el análisis estructural de una de las cubiertas estudiadas, la que se encontraba de forma inalterada en el momento de la inspección. Gracias a las medidas y los datos obtenidos en el trabajo de campo previo, y de nuevo apoyado por la bibliografía, se genera un modelo de cálculo informático en el que volcar toda la información. Mediante la implementación de una herramienta de cálculo matricial lineal, se reproduce el comportamiento observado de la estructura mediante simulaciones aproximativas a la realidad. Todo ello para analizar los esfuerzos y resistencia de los elementos en dos hipótesis de cálculo: el momento "cero" de la estructura (sin ninguna alteración), y el momento de la inspección (con todas las alteraciones observadas). Mediante esta comparación, y con una metodología de modelización y simulación que este trabajo aporta como novedad dentro de bibliografía del ámbito de estudio, se es capaz de conocer hasta qué grado ha afectado el deterioro a la estructura, cuál es su nivel de seguridad con respecto a los estándares actuales, y a la vez confirmar o matizar las hipótesis sobre las causas desencadenantes.

Con las conclusiones obtenidas de esta investigación previa, se propone un proyecto de intervención que responda a uno de los principales desencadenantes de su deterioro, y que ha quedado sin resolver tras las obras de reparación ejecutadas: la imposibilidad de acceder para labores de mantenimiento. Se hace con un enfoque más amplio, respondiendo también a las posibilidades que ofrecería el futuro Plan Director, se propone la creación de unas pasarelas panorámicas con fines culturales y turísticos. Mediante un ascenso e itinerario que trascorra sobre las cornisas de los muros inacabados, servirá de medio de llegada para las labores de mantenimiento y a la vez se convertirá en un reclamo de interés capaz de generar ingresos. Se desarrolla entonces un proyecto de intervención con toda su documentación asociada, para la construcción de un sistema de escaleras y pasarelas panorámicas, construidas con materiales ligeros, prefabricados y modulares. De esta forma se acelera su construcción, se facilita su montaje, posibilita seguir usando el edificio y además tiene capacidad de llegar a cambiar, adaptarse o revertirse con mucha facilidad. Todo ello afectando de una forma mínima a la iglesia.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

0

INTRODUCCIÓN

Motivaciones
Antecedentes

El Máster en Peritación y Reparación de edificios tiene un carácter eminentemente profesional, y con este mismo enfoque se plantea la realización del Trabajo Fin de Máster con el edificio aportado a comienzo del curso para su análisis. Sin embargo también se plantea la posibilidad de realizar un trabajo con un enfoque de investigación. A lo largo de mi etapa de estudiante, he podido enfrentarme en varias ocasiones a la realización de un trabajo con carácter profesional, y dadas mis inquietudes por la investigación dentro de las construcciones arquitectónicas, he decidido realizar este TFM con un doble enfoque. A partir de un caso de estudio facilitado por los tutores del presente trabajo, se plantea la realización de un trabajo de investigación sobre la zona donde se están desarrollando unas obras y gracias a las que es posible acceder. Con el aprendizaje y las conclusiones extraídas de las investigaciones previas, se propone una intervención que venga a complementar o reparar carencias analizadas anteriormente.

Gracias a esta decisión ha sido posible acercarme y conocer de primera mano un edificio monumental, acceder a información histórica y técnica sobre el mismo, y poder realizar ensayos y seguimientos de las obras de reparación. Además ha permitido iniciarme en la experiencia investigadora, adquiriendo multitud de nuevos conocimientos en cuanto a metodología e información técnica y científica de los aspectos estudiados a través de autores especializados. Y tras esto se ha podido realizar una intervención fundamentada en una amplia base de estudios previos.

MOTIVACIONES

El trabajo nace de la misma motivación por la que se ha cursado este máster: de la inquietud por ampliar los conocimientos en el campo de la construcción, intervención y conservación. A lo largo de los estudios en arquitectura, se aprende la construcción como disciplina inherente a la acción de proyectar, pues sin una no se puede desarrollar la otra. Aunque Esta asignatura convive con otras muchas materias dentro de un amplio y variado programa. Considero la Construcción como la "herramienta" necesaria mediante la cual, poder hacer realidad material los proyectos que se idean. Y dentro de la construcción, además del conocimiento de las soluciones constructivas y el uso de los nuevos materiales y soluciones comerciales, encuentro altamente atractivo el conocimiento de la construcción en edificaciones históricas como medio para la correcta comprensión, inspección e intervención del patrimonio histórico construido. A la vez que se ve complementado por otras disciplinas igualmente necesarias: la historia, el conocimiento estructural, la composición...

El presente trabajo, se presenta pues como una oportunidad para acercarse de forma real a un edificio patrimonial, y así, poder estudiar, conocer y comprender cómo los constructores del pasado se enfrentaban y resolvían los problemas técnicos y compositivos. Además, mediante la inspección y la implementación de toma de datos y ensayos, será posible conocer cuantitativamente, importantes datos sobre el comportamiento de la construcción estudiada, lo que será importante de cara a la posterior intervención. Igualmente permitirá seguir de cerca las obras de reparación de un monumento, pudiendo presenciar y comprobar in-situ lo estudiado en la teoría.

La otra gran motivación de este trabajo viene de la intención de iniciarme en la carrera investigadora y docente, de forma que la manera de plantear el TFM sirva como trabajo de iniciación a la investigación, a la vez que abre un abanico de conocimientos, no solo sobre las materias de estudio, sino también de metodologías, que sirvan en el futuro a la elección y desarrollo de una tesis doctoral en el campo de la Construcción y el Patrimonio.

ANTECEDENTES

Tras ponerme en contacto con los tutores de este Trabajo Fin de Máster y exponerle mis inquietudes en cuanto al tipo de trabajo que quería desarrollar, y mi predilección por la intervención y el estudio de las tipologías constructivas en edificios patrimoniales; me propusieron que el trabajo versara sobre unas obras que se estaban llevando a cabo en 2021 en la Iglesia Parroquial Mayor de Santa Cruz. Estas me permitirían introducirme de lleno en un caso real de gran interés arquitectónico y patrimonial, a la vez que me servirían para desarrollar un trabajo previo de investigación científica y luego realizar en base a ello un proyecto de intervención de carácter profesional.

Las actuales obras de reparación en la Parroquia de Santa Cruz tienen su origen en la primavera de 2018, cuando en el transcurso de unas tareas de repaso sobre las cubiertas se aprecian daños estructurales que podrían suponer un riesgo sobre la integridad del edificio y sus usuarios. En este escenario, se encarga al estudio de arquitectura sevillano J2 Edificación y Desarrollo, liderado por el arquitecto José María Rincón Calderón (cotutor de este trabajo) y el aparejador Javier Perales Martínez, el estudio de dichos daños para conocer su alcance y la mejor manera de intervenir sobre ellos. De esta forma se redacta un proyecto de urgencia en el que se instalan medios auxiliares para la correcta inspección de las cubiertas así como la consolidación de una espadaña sobre el presbiterio.

Desde este momento se comienza a ser consciente del avanzado estado de deterioro del templo y de lo amplia que se presenta su intervención, tanto por su gran tamaño, como por lo variado de sus daños y deficiencias. Es por esto que la Archidiócesis de Sevilla decide emplear una figura poco común hasta el momento en la intervención de su patrimonio: un Plan Director; encargándose al citado equipo técnico. Encontrándose inmersos en la redacción de dicho documento, se hace de nuevo necesaria la actuación prioritaria sobre las cubiertas debido a su mal estado, en este caso con un proyecto de intervención y reparación sobre las mismas [1].

Estos trabajos están suponiendo la inspección, reparación y consolidación de las cubiertas a cota +18.55m, tanto en el aspecto estructural como en su ornato, limitándose a cuatro sectores de los nueve que posee la iglesia. En el momento de la redacción del presente trabajo, las obras sobre las cubiertas ya se han ejecutado en dos de los sectores, estando trabajando en el tercero.

Es en el trascurso de estas obras cuando se inicia este trabajo académico, valiéndose de la reparación en curso para el acceso a las cubiertas, el seguimiento y el estudio de las obras. Esto ha sido posible gracias al ofrecimiento y las facilidades por parte de la dirección facultativa y a la posibilidad dentro del marco de un Convenio de Colaboración entre la Universidad de Sevilla y la Archidiócesis de Sevilla en el que, como propiedad del templo, permiten el acceso a la obra y su documentación. De esta forma se ha podido acceder a toda la información previa del templo, al proyecto de reparación, así como físicamente al templo y sus cubiertas, lo que ha posibilitado la inspección, toma de medidas, realización de ensayos, y la generación de toda la demás documentación necesaria para la investigación y posterior intervención.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

1

INVESTIGACIONES PREVIAS

Objetivos y metodología
Estudios previos y estado de la cuestión
Trabajo de campo
Análisis estructural
Conclusiones a las investigaciones previas

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES

OBJETIVOS GENERALES

- Estudiar el funcionamiento constructivo de una cubierta de armadura en madera, mediante la inspección comparativa entre zonas y el apoyo de la literatura.
- Conocer su estado de conservación, avance de su deterioro y propiedades de los elementos de madera.
- Analizar estructuralmente el funcionamiento de la cubierta, concretando la influencia de su deterioro en su capacidad portante.
- Comprobar la utilidad de la implementación de herramientas sencillas de cálculo computacional.
- Formalizar un "itinerario de trabajo" que pueda servir de ejemplo para el estudio y diagnóstico de estructuras de madera similares, muy frecuentes en nuestra geografía.
- Conocer las causas desencadenantes de deterioro de la estructura.
- Proponer un proyecto de intervención que supla alguna de sus carencias.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Ampliar la base de conocimiento sobre en el campo mediante el estudio de información histórica y bibliografía especializada.
- Aplicar una campaña de ensayos para evaluar el estado de conservación.
- Realizar un levantamiento de singularidades, alteraciones y así obtener información necesaria para clasificar y caracterizar estructuralmente las piezas de madera.
- Generar modelos de cálculo volcando la información obtenida en los estudios previos.
- Aunar información necesaria para sustentar de forma justificada un proyecto de intervención que mejore las condiciones de un bien histórico patrimonial

METODOLOGÍA

El trabajo parte con la información y la documentación del proyecto de reparación de las cubiertas: Proyecto Básico y de Ejecución de Intervención de las Cubiertas de la Parroquia Mayor de Santa Cruz **[1]**, gracias al cual se ha podido contar con información histórica, análisis previos del estado de conservación del edificio, así como planimetría base. Esta planimetría, en CAD, consiste en las plantas, secciones y alzados del edificio, así como plantas y secciones base de los sectores de cubierta. Además cuenta con documentación histórica y la descripción del edificio. A partir de ese punto, el trabajo se diversifica en dos: consulta de la literatura, y trabajo de campo.

Previamente y de forma paralela a la inspección se ha consultado una extensa bibliografía científica especializada que ha permitido ampliar los conocimientos necesarios para enfrentarse a este tipo de trabajo. Estas referencias, junto a la información previa del proyecto, han hecho posible organizar y plantear el trabajo de campo con una metodología clara y ordenada.

La inspección in-situ mediante la toma de datos y los ensayos, han permitido recolectar una base de datos empíricos y objetivos, que interpretados en base a la bibliografía posibilitan extraer conclusiones sobre el estado y comportamiento de las cubiertas. El conjunto de datos obtenidos, junto a las conclusiones generadas, y con la ayuda de nuevo de la bibliografía, se ha implementado en la generación de un modelo de cálculo que aporte más información sobre el estado y el comportamiento estructural de la cubierta. Con el fin de poder evaluar de forma fehaciente las condiciones de seguridad, así como el avance y casusas de deterioro.

Gracias a toda la información recolectada se ha obtenido un amplio conocimiento sobre las armaduras de madera y las cubiertas, y se está en disposición de evaluar los factores determinantes para saber cómo evitar que vuelva a ocurrir, y por último, proponer un proyecto de intervención en base a estos criterios.

Se trata de un proceso continuo donde las diferentes fases se retroalimentan desde la bibliografía y entre ellas, generando un amplio cruce de datos e información **(Fig 1.1)**.

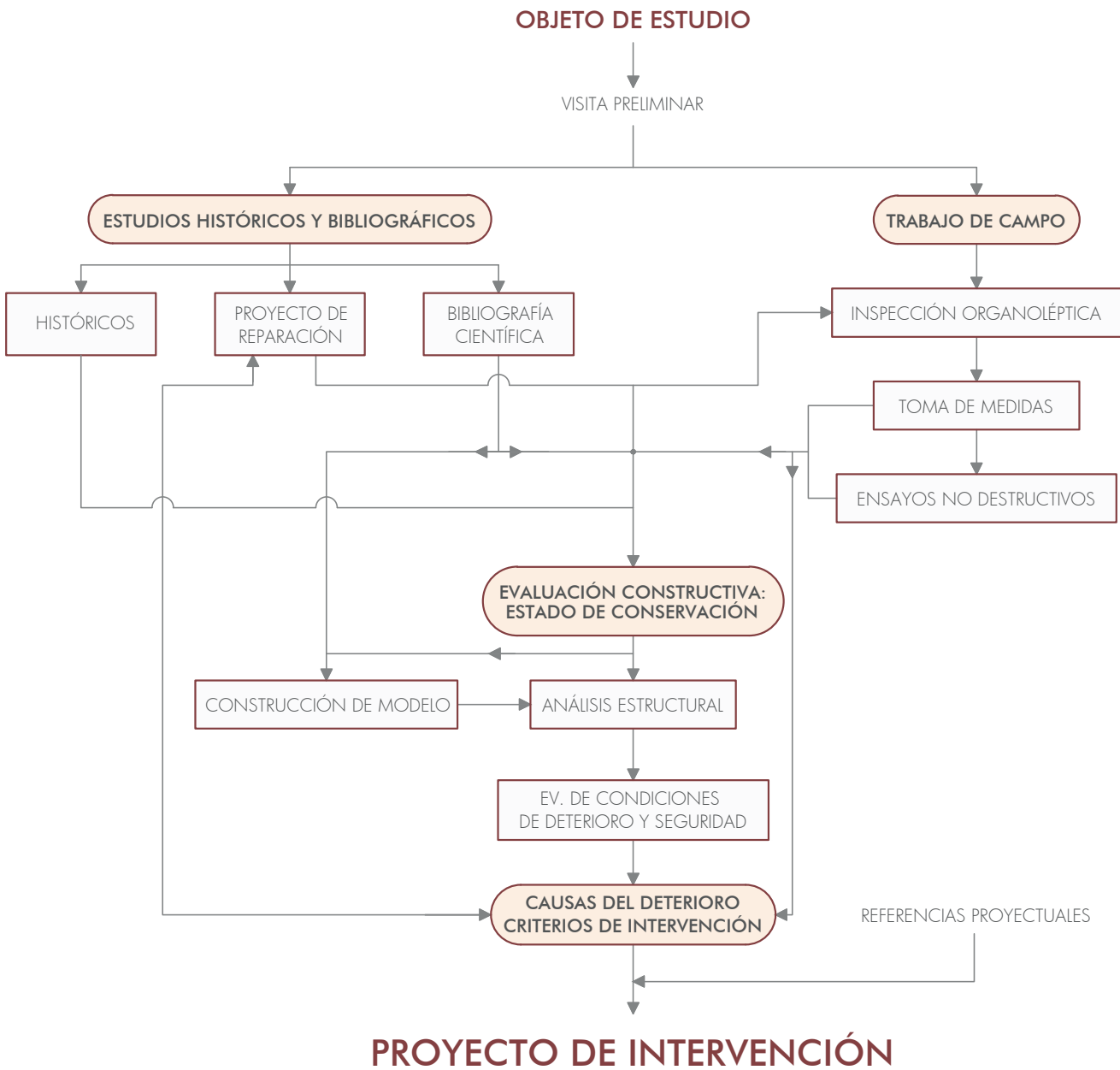


Fig. 1.1_Metodología seguida en el desarrollo del trabajo

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación previa analizará las cubiertas de madera de la Iglesia de Santa Cruz, concretamente de tres sectores. También se estudiará la iglesia como edificio, desde el punto de vista de su historia, su construcción, y como conjunto que alberga las cubiertas, mientras que el resto del edificio en sí no será objeto de estudio técnico. Se centrará en la inspección e investigación en torno al estado de conservación y comportamiento estructural de las citadas cubiertas. Por lo que el material sobre el que se desarrollará el desglose de la investigación será aquel que compone la estructura: la madera como elemento clave en la resolución de estructuras de armadura históricas. Gracias a las obras de reparación se podrá acceder a zonas que de otra forma no sería posible, donde se realizarán toma de medidas, y se aplicarán algunos ensayos. Estos se limitarán a las posibilidades materiales de este TFM, realizándose con equipos propiedad tanto del autor como facilitados por la universidad. En todo caso equipos relativamente sencillos.

El estudio por tanto, se centrará en los elementos de madera que componen el entramado de las armadura, aunque el resto de elementos o materiales (muros, paños de cubierta, tejas, revestimientos, cornisas...) serán tenidos en cuenta como parte del conjunto o solución constructiva, pero no como material a analizar o ensayar. Se analizarán los elementos desde la cota de los estribos hacia arriba.

Aunque inicialmente se estudian tres sectores de la cubierta, el análisis estructural se centrará solo en uno de ellos: la cubierta EV4. Ya que es la única zona que no ha sido intervenida en el momento de la toma de datos y redacción del trabajo, y por tanto será posible conocer los datos o parámetros originales antes de cualquier alteración. El cálculo se centrará en el comportamiento de las barras que componen la armadura: sus esfuerzos, resistencias y deformaciones. No será objeto de estudio el comportamiento estructural de los muros o las tensiones internas de las secciones de madera.

ESTUDIOS PREVIOS Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

LA PARROQUIA DE SANTA CRUZ

Contexto histórico y arquitectónico

La ciudad de Écija se sitúa en un relevante enclave geográfico de Andalucía occidental, encontrándose en el punto medio entre las ciudades de Sevilla y Córdoba, y a las orillas del Genil, principal afluente del Guadalquivir. Los primeros asentamientos datan de época pre-romana, pero fue con la conquista del Imperio cuando se estableció la primera urbanización de la localidad, quedando el asentamiento en el trazado de la Vía Augusta, que atravesaba la península desde Cádiz hasta Tarragona bordeando la costa levantina. Con la caída del Imperio Romano, la ciudad fue administrada por los visigodos, época en la que se estableció como sede episcopal de la Iglesia Católica adscrita a la de Sevilla. Más tarde comenzó la dominación musulmana, que duró desde el siglo VIII d.C. hasta la reconquista cristiana de Fernando III en el 1240. Tras lo que la ciudad experimentó un importante desarrollo urbano y social, convirtiéndose desde el siglo XV en adelante en sede de numerosas órdenes religiosas que establecieron sus conventos en la localidad. Desde entonces hasta nuestros días, la ciudad de Écija, siempre a caballo entre Sevilla y Córdoba, se ha consolidado como un importante conjunto histórico, artístico y patrimonial; poblada de numerosos templos con sus famosas torres (**Fig 1.2**), entre los que se encuentra Santa Cruz, así como de relevantes palacios y construcciones civiles.

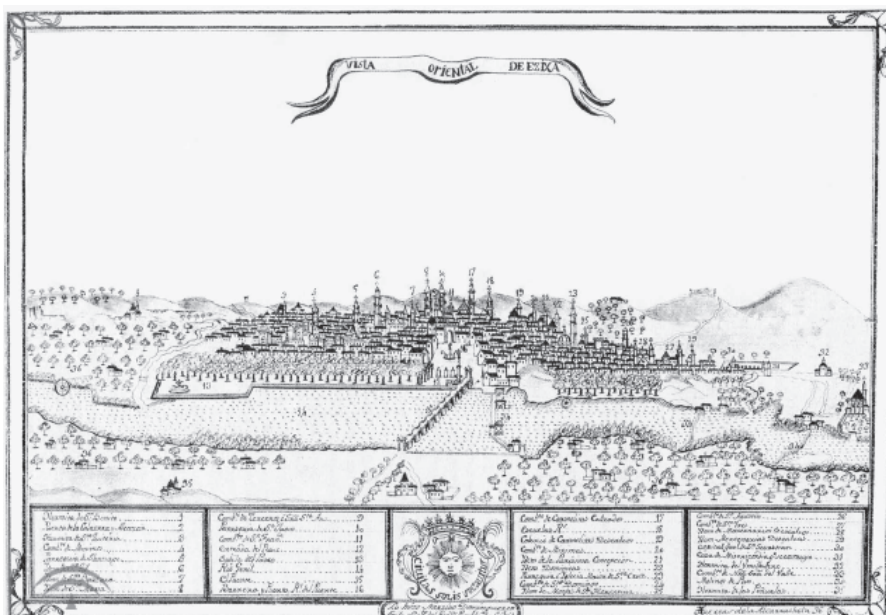


Fig. 1.2_ Grabado de Narciso Rodríguez 1787 como respuesta al cuestionario de Tomás López

La iglesia parroquial Mayor de Santa Cruz (**Fig 1.3**) se encuentra en la plaza Nuestra Señora del Valle, patrona de la localidad. De su título de "Mayor" se desprende la importancia del templo dentro de la organización de la Iglesia en una ciudad que otrora fue sede episcopal¹. El edificio actual se sitúa sobre los restos de la primitiva mezquita mayor de época musulmana, de la que todavía se conserva la estructura formal del Patio de los Naranjos anexo a la edificación.

1. Ciudad con Sede Episcopal: Que contaba con obispo propio, aunque dependiente de la Archidiócesis de Sevilla.

Más tarde, sobre el mismo lugar, se levantó un templo mudéjar del que apenas se conserva algún vestigio. También existen restos más tardíos, de época barroca como son una fuente ornamental y un conjunto de arquerías con columnas, todo en el ya mencionado Patio de los Naranjos (**Fig 1.4**). Del primitivo templo cristiano, del que se tiene alguna información gracias al Archivo Arzobispal de Sevilla [2], se sabe que tenía tres naves con unas dimensiones de 50 varas de largo, por unas 20-10 de ancho (41 por 16 u 8 metros). También se menciona la existencia de numerosos enterramientos que pueblan el subsuelo de la iglesia, contándose hasta 196, por lo que se dice, construyeron bóvedas de enterramientos para alojarlos. En 1755, con el Terremoto de Lisboa, el edificio mudéjar quedó severamente dañado, por lo que se decidió su demolición y la construcción de una nueva iglesia; la que ha llegado hasta nuestros días.

De nuevo, gracias a la documentación recogida en los legajos del Archivo arzobispal [2], es posible conocer información de las obras del templo actual, que se manifiesta en las diferentes visitas llevadas a cabo por los maestros de obra en el seguimiento de los trabajos. En el año 1775, comenzaron los trabajos de derribo de la vieja iglesia mudéjar, de la que se conservaron parte de los cimientos, estructuras que por otra parte, es probable ya tuvieran zonas de aprovechamiento de la antigua mezquita, práctica común en estos casos, tal y como ocurre por ejemplo en la Iglesia Colegial del Salvador o en la Catedral de Sevilla [3].



Fig. 1.4_Patio de los Naranjos



Fig. 1.3_Fachada principal y torre de la parroquia

Las trazas de la nueva iglesia fueron encargadas a Antonio Matías de Figueroa (**Fig 1.5**), aunque el proyecto definitivo es del maestro mayor de obras del Arzobispado de Sevilla; José Álvarez. En el proyecto original se planteaba la construcción de un nuevo templo de estilo neoclásico, con forma de rectángulo de grandes dimensiones, conformado por tres naves longitudinales y 5 transversales, culminadas en el crucero con una gran cúpula. La construcción comenzó dos años después del inicio de la demolición, en 1777, con el derrumbe ya culminado empezaría las obras que, como se verá a continuación, sufrieron numerosos percances y variaciones.

En 1788, cuando se estaban levantando los masivos muros de fábrica de ladrillo, según consta en la documentación de los maestros de obras, se advirtió que se estaban produciendo movimientos en los cimientos, y se declaró que no se podía continuar sin poner pronto remedio a su causa por la peligrosidad que esto suponía. Existen constantes referencias a problemas en la ejecución de las obras, además de los movimientos en los cimientos, muros que se “abrían”, agregados de la nueva construcción que se despegaban de los apoyos de la vieja... Debido a la sucesión de incidentes se crea una comisión que decide apartar al arquitecto responsable de la obra enviado por la Real Academia de San Fernando; Ignacio Tomás. Demoliéndose además las construcciones realizadas bajo su dirección, y paralizando las obras en 1792. Estas volverían a reanudarse en 1806, conforme al proyecto original, pero de nuevo constan entradas en los diarios de obra de los maestros de la catedral que narran nuevos problemas, en este caso en las cubiertas, objeto de este estudio.

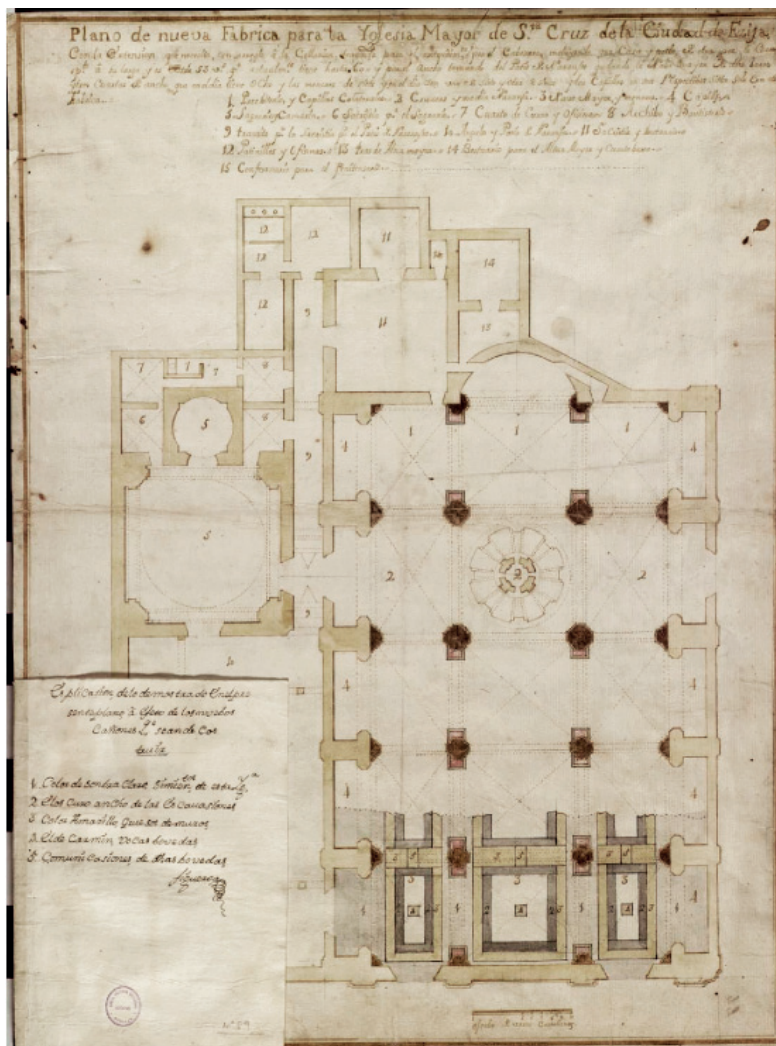


Fig. 1.5_Plano original de la Iglesia de Santa Cruz [2]



Fig. 1.6_Trazas constructivas en el atrio

2. Bóveda encamionada: también llamada "falsa bóveda", es una construcción no portante cuyo fin es culminar un espacio de forma estética a imitación de una bóveda de fábrica. El nombre proviene de "camión" que es el pórtico principal que forma una estructura de madera curva, y que generalmente sostiene un zarzo de cañas revestido de yeso. Aunque también es común encontrar las bóvedas de tabiquillos de rasilla cogidas y revestidas con yeso que, aunque no cuenten con camones, han conservado el nombre. [8]

El 7 de octubre de 1813, dos maestros de obra realizaron una visita para conocer el avance de los trabajos del templo, cuando anotaron severos problemas en las cubiertas por los que tenían que ser derruidas y vueltas a levantar. Juan José de Rosales, maestro mayor de obras de albañilería dijo:

Dice el que declara que reconoció la armadura del cubierto de la citada Iglesia (...), la que encontró destrozada su techumbre por lo exterior, por hallarse todas las maderas podridas y ruinosas, la que es indispensable (...) su nueva construcción. (...) asimismo, como dijo anteriormente que es indispensable la nueva construcción de la armadura de esta iglesia es la causa de estar toda la madera podrida como sus estribados, y también se halla apuntalada, la que para su desbarato es indispensable encargarle al operario que no se pueda habitar en la iglesia hasta ponerse en seguridad, dejándola ésta de canal y redoblón con buena mezcla de cal y arena a lomo cerrado...[2]

Los problemas presentes en las cubiertas, se manifiestan pues, desde su misma ejecución. Pudiendo observar a día de hoy, (como se verá en el análisis de las mismas) esos cambios en el trazado de las obras (Fig 1.6), reparaciones, uniones, combinaciones de diferentes tipos de madera o uso de soluciones distintas según qué zonas. Igualmente, en los diarios se menciona que las nuevas armaduras se harán en madera de castaño de "la Villa de Constantina", decisión que finalmente no se llevó a cabo, según se puede deducir por la inexistencia de dicho tipo de madera en las cubiertas.

Este tipo de desavenencias y cambios sobre los trazados originales no se dieron solo en la ejecución de las cubiertas, ya es sabido de la existencia de problemas desde los cimientos, problemas que fueron arrastrados hasta los muros, los arcos y bóvedas; que todavía a día de hoy, hacen a los usuarios testigos de esos cambios de trazados y toma de decisiones en el curso de las obras del templo. Francisco del Valle, maestro mayor de carpintería de la ciudad de Sevilla, tras la visita a las obras de Santa Cruz el 27 de junio de 1816, expone:

Había pasado a la ciudad de Écija a efecto de reconocer las obras que se necesitan ejecutar en la iglesia parroquial de Santa Cruz de la misma ciudad, y que con motivo de variar nuevamente su cubierta pues lo que estaba proyectado de ser una bóveda de piedra debe ser ahora de madera, según lo propone el maestro de albañilería...[2]

Se puede extraer entonces, que originalmente la iglesia y sus naves iban a ser coronadas por bóvedas portantes de mampostería, pero finalmente, probablemente por los citados problemas, se optó por culminarlas con unas bóvedas encamionadas² de tabiquillo y yeso, no portantes. Y se realizó la cubrición con armaduras de madera, más ligeras que la mampostería.

Finalmente, en 1836, se habilitó al culto la mitad del edificio originalmente planteado, quedando como se conoce hoy. Desde esa época, con todos los problemas arrastrados desde el inicio de las obras y por falta de fondos que la financiasen, se decide que la iglesia se cubriría solo parcialmente. El templo, que originalmente fue proyectado con planta rectangular de tres por cinco naves, se redujo a una planta cuadrada de tres por tres naves (Fig 1.7), siendo sobre estos espacios donde se construyeron las citadas armaduras y cubiertas. En las dos naves primeras paralelas al transepto, los muros y arcos ya habían sido construidos, por lo que finalmente se dejaron descubiertos, se cerró una fachada interior y se mantuvo la inacabada fachada exterior, generándose finalmente el filtro espacial que hoy se conoce, formado por el atrio de las naves inconclusas sin cubrición alguna (Fig 1.8).

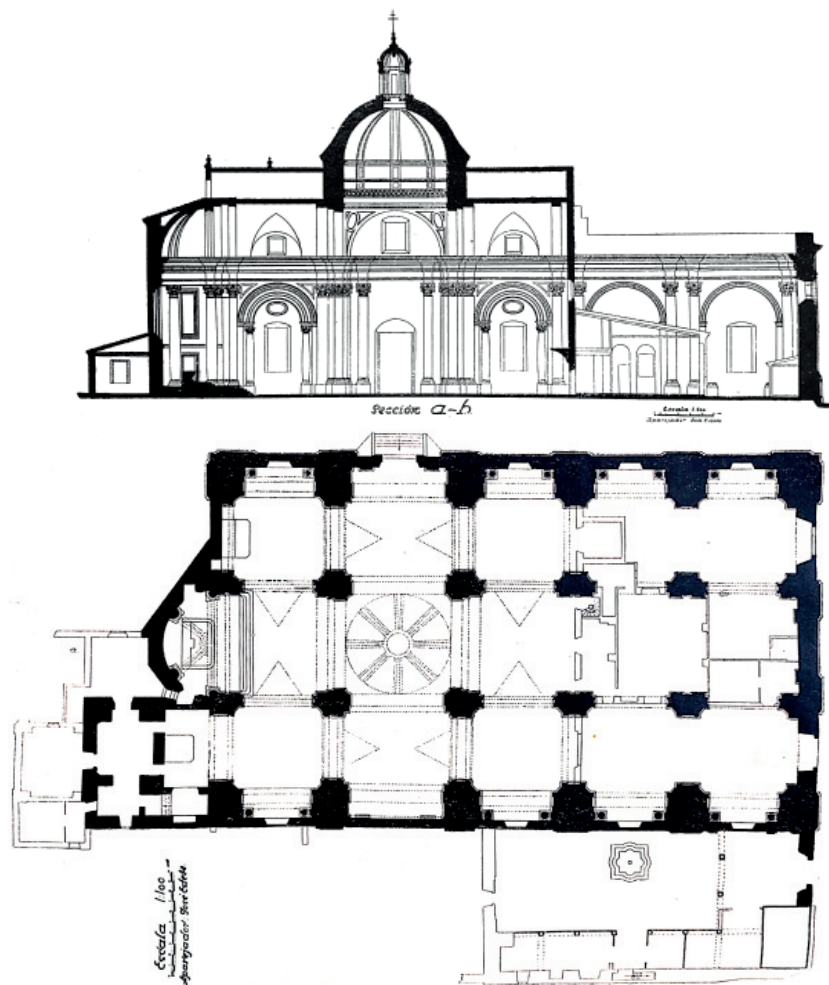


Fig. 1.7_Planos de Santa Cruz, siglo XX [4]

Al final del siglo XIX, en el transcurso de unas obras en el Patio de los Naranjos, se descubrió un arco mudéjar de la primitiva iglesia (**Fig 1.9**), así como una cripta subterránea que fue usada para enterramientos. Igualmente se construyeron nuevas edificaciones adosadas a la fachada norte de la iglesia: salones parroquiales, almacenes o la casa del sacristán. Estas construcciones que poblaron los espacios aledaños continuaron en el siglo XX en la zona Este, con la aparición de las "Casas Hermandad" de las cofradías de Santa Cruz. También en el siglo XX hubo intentos de culminar la construcción de la iglesia, en el archivo parroquial de Santa Cruz consta el Anteproyecto de Terminación del arquitecto Joaquín Barquín, que no se realizó finalmente. Las obras de las que si se tienen constancia fueron unos trabajos de urgencia sobre la torre, llevados a cabo por Juan Antonio Fernández Naranjo en 1985. La torre fue restaurada finalmente en 2008 por el arquitecto Oscar Gil Delgado. En el Patio de los Naranjos se desarrollaron unos trabajos arqueológicos desde 2007 a 2013 que descubrieron restos de los mencionados enterramientos, así como vestigios de época romana; todos ellos fueron dejados descubiertos, con los trabajos paralizados, quedando a la intemperie a la espera de una futura intervención.

De esta forma, la parroquia de Santa Cruz ha llegado hasta nuestro tiempo: inacabada, poblada de construcciones auxiliares de cuestionable calidad, con una falta grave de mantenimiento y sin un plan claro de intervención futura. En definitiva, el templo se erige como un edificio de grandes dimensiones, concebido con altas pretensiones arquitectónicas y monumentales, que por problemas en su construcción y falta de inversión, se vio reducido a casi la mitad, dejando sus naves inacabadas, evidenciando lo que pudiera haber sido, a la vez que muestran parte de su tumultuosa historia.



Fig. 1.8_Vista del atrio desde el exterior



Fig. 1.9_Arco del Patio de los Naranjos

Santa Cruz hoy en día. Descripción del Edificio

El conjunto de la iglesia de Santa Cruz y todas sus construcciones anexas, abarcan una superficie de 2788 m², de los que 1920m² son ocupados por el edificio principal, 713 m² corresponden a la zona inacabada y 1207 m² al templo cerrado y terminado. Como monumento está protegido dentro del Conjunto Histórico de Écija (**Fig 1.10, Fig 1.11**), con un grado de protección tipo A, y aunque se iniciaron los trámites para su declaración como Bien de Interés Cultural (BIC), finalmente no fue llevado a cabo.

CV	AM	
EV 5	C 5	EP 5
EV 4	C 4	EP 4
EV 3	C 3	EP 3
EV 2	C 2	EP 2
EV 1	C 1	EP 1

Fig.1.12_Denominación sectores



Fig. 1.10_Inserción urbana del templo en el casco histórico



Fig. 1.13_Cubiertas del templo en la segunda mitad s.XX [4]



Fig. 1.11_Inserción urbana del templo en Écija

El templo, de estilo neoclásico, tiene planta rectangular, aunque la zona habilitada al culto consta de tres naves longitudinales por tres naves transversales. Para un mejor entendimiento en la descripción del trabajo, se hace necesaria una codificación de las zonas de las que se habla, para ello se ha considerado adoptar la codificación que utiliza el Plan Director, que asigna un código a cada nave y crujía, de forma que cada zona o sector se identifica con unas letras y un número según su situación en las naves (EV, C y EP), y en las crujías (1, 2, 3, 4, 5) (**Fig 1.12**).

Las naves del crucero (C3, EP4, C5, EV4) son bóvedas de cañón, culminándose en el altar mayor con el ábside ochavado (AM); sobre ellas se levantan cubiertas a dos o tres aguas, siempre con dos paños principales, todos cubiertos por tejas árabes (**Fig 1.13**). Por su parte, el crucero (C4) está colmatado por una gran cúpula de fábrica revestida en el exterior con cerámica vidriada. Los sectores de las naves laterales que no pertenecen a la "cruz" central (EV3, EP3, EV5, EP5), están cerrados con bóvedas vaídas y sobre ellos, cubiertas planas, de un solo paño de teja árabe. (**Fig 1.14**)

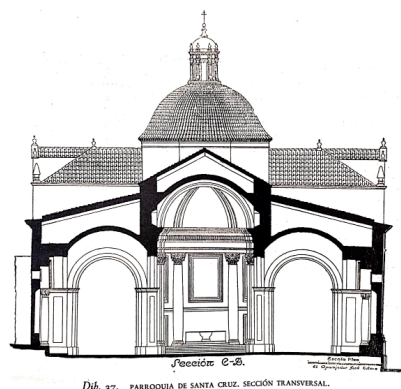


Fig. 1.14_Sección transversal [4]

Todas estas coronaciones de las naves, son bóvedas encamionadas, es decir falsas bóvedas de ladrillo y yeso que forman una fina lámina que se apoya en los muros y solo se sostiene a sí misma, no es portante ni arriostrante, solo decorativa. Los muros, pilares, pilastras y arcos, son de fábrica de ladrillo; estando revestidos en el interior y parcialmente el exterior de piedra calcarenita.

En el exterior predomina la fábrica sin revestir, quedando visto el aparejo de los ladrillos, así como los mechinales de la construcción de los muros. Gracias al estado inacabado del edificio es posible observar en estas fábricas desnudas los trazados de su construcción: arcos que fueron suplementados por otros arcos, cornisas a desnivel, tentativa de pechinas, o porciones revestidas junto a otras que no lo están. Este carácter, junto a su condición de apertura al exterior, y su deficiente estado de conservación, le infunde una atmosfera de ruina clásica (**Fig 1.15**). Los problemas que surgieron desde el inicio de las obras se hacen patentes aún hoy en día; los muros cuentan con numerosas grietas que los atraviesan de arriba abajo, las cornisas se encuentran parcialmente desprendidas y fracciones de muros inacabados han quedado a la intemperie (**Fig 1.16**). Sin embargo, desde el interior de la iglesia, estos daños no son apreciables, pues las paredes revestidas y pintadas camuflan cualquier desperfecto de la fábrica, quedando unas bóvedas y muros blancos y sin desperfectos.

En el plano superior, existen dos cotas de cubierta: la primera situada a 13.20 m, que corresponde con la cornisa que recorre la iglesia entera, de donde crecen las cubiertas planas y donde se paralizaron las obras de cubrición de las dos primeras crujías. Y la segunda cota, 18.55 m, donde de nuevo se repite la existencia de una cornisa que rodea perimetralmente la edificación y es donde se sitúan las cubiertas sobre las bóvedas de cañón, objeto de análisis. Por la documentación que existe en los archivos, no consta ningún tipo de intervención sobre las cubiertas, al menos de manera oficial. Si se sabe, por las fotos antiguas obtenidas que, al menos desde los años cuarenta, no ha habido modificaciones volumétricas sobre las mismas (**Fig 1.17**). Hasta la presente actuación, ambos conjuntos de cubiertas presentaban un deficiente estado de mantenimiento [4], todos los paños estaban cubiertos de vegetación, líquenes y hongos; al igual que la mencionada cornisa. Ya en las fotos antiguas de primera mitad del siglo XX se puede apreciar un principio de deformación en los paños de cubierta, hecho aseverado por el que se ha debido intervenir.

Previamente a la intervención, el conjunto de la parroquia de Santa Cruz presentaba un grave estado generalizado de deterioro. Si bien en su interior dedicado al culto, se ha mantenido un aceptable decoro y conservación de los elementos, todo el exterior: muros portantes, cubiertas, cornisas, y construcciones auxiliares; están deteriorados, dañados o en estado de abandono. De la misma forma ocurre con las instalaciones y servicios, obsoletas, sin poder suplir las necesidades de la comunidad parroquial (**Fig 1.18**). A los usuarios, cada vez más envejecidos, se une la falta de fondos que requeriría un monumento del tamaño de la Iglesia de Santa Cruz; que al encontrarse en una localidad pequeña no cuenta con la visibilidad o protagonismo que contaría un monumento en una ciudad mayor, o capital de provincia. Toda esta problemática es lo que pretende abordar el Plan Director que está siendo elaborado por *J2 Edificación y Desarrollo*.



Fig. 1.15_Aspecto del atrio de entrada



Fig. 1.16_Importante grieta en muro Sur



Fig. 1.17_Cubiertas. Primera mitad s.XX [4]



Fig. 1.18_ Malla de seguridad sobre la entrada

Plan Director e intervención de J2 Edificación y Desarrollo

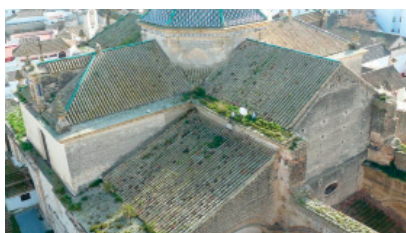


Fig. 1.19_Estado previo a reparación [1]



Fig. 1.20_Construcciones anexas al Norte

Tras las obras de emergencia acometidas en la cubierta en 2018 se hace patente la necesidad de una intervención de mayor escala sobre la iglesia de Santa Cruz, una intervención global e integradora (**Fig 1.19**). Precisamente debido a la amplitud del templo, lo avanzado y variado de su deterioro, se decide implementar la figura del Plan Director como herramienta capaz de investigar, jerarquizar y programar todas las actuaciones necesarias sobre el monumento. En este aspecto, no solo se requieren actuaciones de reparación o consolidación estructural que, si bien son las más urgentes, sino que además existen una gran variedad adicional de lesiones o defectos carencias funcionales. La parroquia por ejemplo, no cuenta con espacios apropiados de reunión para los diferentes grupos parroquiales, ni tan siquiera unos aseos accesibles a estos. Todas las edificaciones y construcciones anexas presentan una discontinuidad arquitectónica y espacial en la que se mezclan espacios precarios con edificaciones ruinosas. Las escasas instalaciones e infraestructuras con las que cuenta están obsoletas y no siguen ningún criterio de integración patrimonial (**Fig 1.20**). El aspecto más relevante quizás sea el carácter descubierto de las dos primeras crujías, hecho que también abordará el Plan Director.

Sin embargo, la irrupción de la pandemia de Covid-19, ha paralizado los planes y tiempos iniciales, existiendo en la actualidad una gran incógnita en cuanto al futuro de posibles inversiones. Así las cosas, en el momento de la redacción de este trabajo académico, el Plan Director sigue avanzando hacia su conclusión, paralelamente a la ejecución de las obras de reparación, de las que está obteniendo gran cantidad de información en cuanto a la historia y naturaleza constructiva del templo (**Fig 1.21**). Mientras, se esperan momentos de mayor estabilidad económica que permitan acometer las importantes obras que necesita la Parroquia de Santa Cruz.

No obstante, con el Plan Director aún en fase de redacción se hace necesaria una actuación debido a la urgencia que presenta el avanzado deterioro de las cubiertas. Por lo que, en consenso con la Archidiócesis de Sevilla y la Delegación de Cultura de la Junta de Andalucía, se adelanta la redacción de un proyecto de reparación de forma paralela y previa al Plan Director.

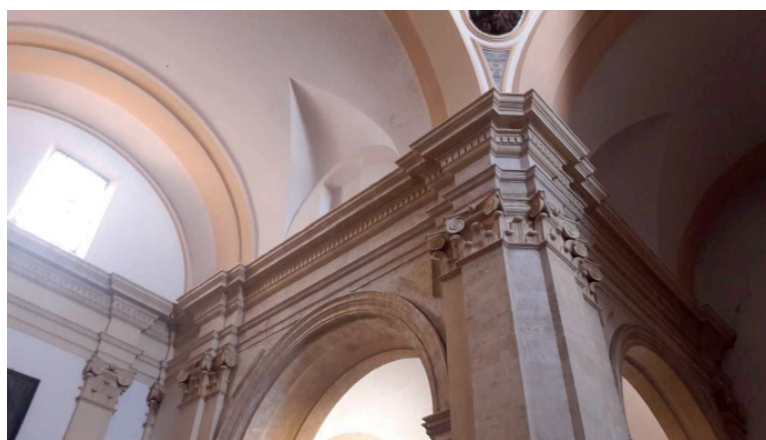


Fig. 1.21_Huecos cegados por cambio de altura de cubierta exterior [1]

ESTADO DE LA CUESTIÓN

En la investigación previa a la intervención, se realiza la peritación de una cubierta consistente en una armadura de madera dentro de un edificio de alto grado patrimonial. Para ello se usará la bibliografía científica existente al respecto, mediante la cual los autores e investigadores proporcionarán las herramientas, los datos y el conocimiento adecuado para enfrentar este problema con una información veraz y una metodología clara y acertada.

Intervención en edificios patrimoniales. La madera como material histórico

La madera es un material ampliamente usado a lo largo de la historia de la arquitectura, siendo tradicionalmente, junto a la mampostería, el principal material para realizar las estructuras horizontales y las cubriciones, así como en otros casos los soportes verticales. Su fácil acceso en la naturaleza y la versatilidad con la que se trabaja, ha posibilitado que esté presente en todo tipo de arquitecturas: popular-vernácula, religiosa, militar, o en edificios civiles. En la Península Ibérica, debido en gran medida a la mezcla cultural que se ha producido a lo largo de los siglos, se ha dado una manera característica de trabajar la carpintería estructural que han sobrepasado la función puramente portante, llegando a unos altos niveles de sofisticación y belleza. Ángel Luis Candelas [5] describe así este tipo de obras:

Se conoce como carpintería de lo blanco a las obras ejecutadas con madera en edificación. Se diferencia así de la carpintería de lo prieto-apeaderos de labranza, carros, etc.- y de la carpintería de ribera –embarcaciones-. El apelativo “de lo blanco” le viene precisamente del color que toma la madera (de conífera) descortezada, escuadrada y lista para su empleo.

Dentro de la carpintería de lo blanco, (...) son las armaduras, ejecutadas como cierre superior de los edificios, las que más interés presentan desde el punto de vista histórico y constructivo.

En nuestro país, desde fechas muy tempranas se implantó una tipología – las armaduras de par y nudillo- que gracias a sus innatas condiciones de estabilidad, permitió que los esfuerzos creativos se destinaran a recrear en ellas una trama de lazo que llega a alcanzar elevados grados de complejidad.

(...) Los techos ejecutados con esta tipología aparecen en el territorio español en una época no precisada, que se puede situar en torno a los siglos XII-XIII, alcanzando su mayor esplendor hacia los siglos XIV-XVI y perdiéndose gran parte de la tradición en el siglo XVII, aunque aún se ejecutan armaduras de este tipo a finales del siglo XVIII. [5]

Carpintería de lo Blanco

Aunque el análisis de estas obras, no sea objeto de estudio en el presente trabajo, el conocimiento de las técnicas, los elementos y las obras históricas englobada dentro de esta tipología, sirve de gran ayuda para conocer y poner en contexto las cubiertas de la Iglesia de Santa Cruz, que en definitiva son herederas de toda la tradición de la carpintería española.

En este aspecto, uno de los autores contemporáneos que más ha estudiado la carpintería histórica española es el arquitecto Enrique Nuere, quien analizó los manuscritos históricos de Diego López Arenas [6] y de Fray Andrés de San Miguel [7], enfocándolos al conocimiento actual de las estructuras de lazo y a las posibilidades que esto ofrece en su conservación y reparación; obra que ha continuado con otras publicaciones [8] [9] y con numerosas obras de restauración. Esta senda también fue seguida por A. Candelas, quien a partir de los estudios para su tesis doctoral [5], y en otras publicaciones previas [10], ha continuado investigando e interviniendo sobre estructuras de carpintería. En sus investigaciones relaciona la doble función de las cubiertas de lazo, la portante y la ornamental [11] [12], y cómo esta dualidad conllevó la implementación de novedosas técnicas de prefabricación y ensamblaje, cuyas consecuencias en su comportamiento estructural también ha investigado y publicado [13] [14] como parte del conocimiento necesario para la intervención o reconstrucción de estas construcciones.

La madera como material de construcción

Además de la componente histórico-patrimonial, se ha consultado la bibliografía básica que desglosa la madera como material de la construcción. A través de manuales se ha ampliado el conocimiento sobre su composición, propiedades, comportamiento y factores ambientales que le afectan, así como sobre las configuraciones constructivas tradicionales, su conservación, daños y deterioros típicos, y maneras de intervenir sobre ella. En este aspecto han sido las principales fuentes, los manuales publicado por Arriaga Martitegui et al. [15] y [69], así como el publicado por el autor italiano Gabriele Bonamini [16], y además de nuevo E. Nuere [17].

Inspección y peritación de estructuras de madera.

Se han consultado multitud de publicaciones donde se exponen casos prácticos de peritaciones a edificios históricos o estructuras de madera, de las que se puede obtener diferentes maneras de proceder, establecer metodologías y procedimientos a seguir.

Las investigaciones del grupo TEP-205 del Dpto. de Construcciones Arquitectónicas I de la Universidad de Sevilla, se centran en la peritación y análisis de diversos edificios históricos. En sus publicaciones se detalla la inspección de elementos de madera mediante el empleo (como se verá más adelante) de numerosos ensayos no destructivos, a través de los cuales se obtienen diferentes parámetros cualitativos y cuantitativos del estado de las estructuras. Es el caso de la inspección del Oratorio de San Felipe Neri en Cádiz [18], de un edificio histórico en el centro de Sevilla [19], o inspecciones y peritaciones de cubiertas de madera de edificios religiosos como es la Iglesia de Ntra. Sra. de la Granada de Moguer [20] o la Iglesia de Ntra. Sra. De los Dolores, en Isla Cristina [21]. Una línea similar se desarrolla en las publicaciones del grupo de investigación de Estructuras y Tecnología de la Madera, de la Universidad de Valladolid, con Alfonso Basterra y Luis Acuña entre otros. Este grupo de arquitectos e ingenieros de montes, se centran de nuevo en la inspección de edificios históricos mediante técnicas semi o no destructivas, con grandes aportes en cuanto a la obtención de datos mecánicos de la madera dentro de edificios civiles [22] [23], aportando mucha información sobre el ensayo de resistografía, detallado más adelante.

Han servido como referencias metodológicas las publicaciones sobre peritaciones y diagnosis de edificios llevadas a cabo por integrantes del grupo TEP-206. Publicaciones sobre peritación de monumentos como la Catedral de Sevilla [3], o el Corral del Conde también en Sevilla [24].

Otras referencias en este aspecto han sido de nuevo publicaciones sobre inspecciones de estructuras históricas de maderas en casos de aplicación al objeto de estudio. El manual sobre intervención en madera [25] de Arriaga et al., las investigaciones del autor junto a su grupo, han aportado mucha información sobre aspectos del deterioro, conservación y comportamiento estructural. También se ha consultado bibliografía más específica, como es el caso de [26], donde Ariza et al. aplican los resultados de la inspección a la posterior reparación de un edificio religioso del siglo XVII en Morón mediante técnicas de refuerzo de la madera. Otro autores consultados [27], además se establecen una metodología de trabajo para este tipo de peritaciones de madera que es de gran utilidad en el caso que acontece, donde además se utilizan los resultados para una posterior comprobación de cálculo estructural. En esta línea van también las publicaciones [28] [29] donde a través del muestreo de datos obtenidos en las inspecciones se realizan comprobaciones para conocer el nivel de seguridad y grado de deterioro de las estructuras de madera.

Ensayos no destructivos

Las estructuras de madera que se inspeccionan, forman parte comúnmente de conjuntos patrimoniales y artísticos, donde además, es usual que los componentes estructurales también formen conjuntos artísticos como en la carpintería de lazo. Es por esto que los ensayos no destructivos (NDT's) juegan un papel muy importante para ser capaces de conocer características de los elementos sin dañarlos ni alterarlos. En [30], Daniel F. Llanas et al. Hacen la más reciente revisión de la literatura sobre los NDT's en España, haciendo un repaso desde sus comienzos en los años noventa hasta la publicación de dicho artículo (2019). En él se desglosan las diferentes investigaciones agrupadas según técnicas y aparatos usados para llevar a cabo los ensayos.

A continuación se enumeran las principales fuentes bibliográficas consultadas para el presente trabajo, agrupadas por técnicas de ensayo no destructivo aplicadas sobre madera.

- **Resistografía:** Se introdujo como herramienta en el diagnóstico de elementos de madera a partir de las investigaciones de F. Rinn [31] en los años noventa. En España, las primeras publicaciones que constan son de Acuña, Basterra, Casado et al. [32], introduciendo primero la herramienta como un sistema útil a la hora de peritar las estructuras de madera, y llegando a obtener datos de densidad de la madera mediante este sistema con unos coeficientes de correlación del 80% [33]. Posteriormente, Carrasco et.al [34] amplía además las aplicaciones para la obtención de módulo de elasticidad. Otros autores, [35] [36] usan el método dentro de la dinámica de inspección para evaluar tanto su estado de deterioro, como capacidad o aptitud estructural de las piezas. En todos los casos, los autores [37] hacen hincapié en que la técnica de la resistografía toma muestras de forma puntual, y que en ningún caso sus conclusiones se pueden generalizar de forma positiva. Sin embargo, si se pueden usar para rechazar piezas en caso de detectar cualquier alteración interior producida por pudrición o ataque de agentes.

- **Higrometría:** Las condiciones atmosféricas y concretamente la humedad es el principal factor directo que desencadena la degradación de la madera. Arriaga et al. [69] han estudiado ampliamente cómo la humedad afecta a las propiedades mecánicas y físicas de la madera. Además, en el trabajo académico [38], supervisado por el mismo grupo, se hace un repaso monográfico por el comportamiento higrométrico de la madera, a la vez que se relaciona el contenido de humedad con otras propiedades mediante la combinación de diferentes ensayos mecánicos sobre piezas con contenidos de humedad variables. Más recientemente, otros autores [39] hacen un seguimiento en el que se analizan elementos de madera que son sometidos a altos contenidos de humedad a lo largo de un año, con un muestreo en el tiempo de la merma de las propiedades físicas de los elementos analizados. Estas publicaciones vienen a concretar y plasmar de forma numérica hasta qué punto es determinante el contenido de humedad en madera para el correcto funcionamiento de una estructura.

- **Termografía:** Es una herramienta de aparente fácil manejo, y que muestra resultados de una forma muy gráfica e intuitiva, pudiendo mostrar pequeñas alteraciones, cambios higrométricos o constructivos con gran nitidez. Sin embargo, para obtener unos resultados válidos y cuantitativos, se debe llevar a cabo una minuciosa calibración que tenga en cuenta dos principales parámetros, el color y la emisividad del material a fotografiar con la cámara termográfica [40]. Por otra parte, López et al. [41] llegan a obtener la densidad de la pieza analizada mediante termografía, a través del monitoreo del enfriamiento de las mismas, lo que supone en principio una nueva manera de obtener dicho parámetro. Sin embargo, tal y como exponen los citados autores, los resultados, con un coeficiente de relación mayor al 90%, dependen en gran medida del control de las condiciones de calentamiento y enfriamiento de las piezas, por lo que se trata de una termografía activa y realizada de forma controlada en laboratorio, por lo que no sería de aplicación directa en las inspecciones in situ de estructura de madera.

- **Ultrasonido:** El ensayo de velocidad de propagación de ondas de ultrasonido, constituye una potente herramienta en la peritación de elementos estructurales en madera. Además de permitir su uso mediante aparatos portátiles relativamente pequeños, su naturaleza aporta datos globales de las piezas o las secciones medidas. Incluso en piezas de madera colocadas dentro de estructuras complejas o forjados, con caras inaccesible, como se puede ver en la literatura [42], las medidas de velocidad de forma indirecta son igualmente válidas para conocer parámetros del material, pudiendo obtener relaciones casi lineales entre las velocidades obtenidas, y la densidad y módulo de elasticidad de la madera. Varios integrantes del grupo TEP 205 [43] y [44] implementan el ensayo de ultrasonido como herramienta una herramienta crucial para la peritación de casos reales en edificios patrimoniales con estructuras en madera, a la vez que otros integrantes del mismo equipo [45] establecen interesantes relaciones entre los valores obtenidos según qué tipo de toma de medidas de velocidad de propagación (longitudinal, perpendicular, cruzado...). Por otra parte, García et al. [46] usan esta herramienta combinada con la clasificación visual, como proceso para la mejor evaluación y clasificación de las piezas de madera estructural.

Análisis estructural y cálculo

En la presente investigación, el fin de la peritación de la estructura de cubierta es conocer el estado de la madera para poder evaluar las piezas, tanto en sus propiedades físicas, como en su capacidad portante, de forma que se pueda hacer un cálculo del conjunto para conocer el nivel de seguridad de la estructura.

En esta línea, el principal método normalizado para la evaluación y asignación de propiedades de las piezas de madera es la clasificación visual, no obstante, como se ha demostrado en la literatura analizada [47], este método no siempre resulta acertado, siendo insuficiente para conocer realmente el estado de piezas en edificios históricos. Aunque la bibliografía es muy variada y extensa, la principal fuente consultada es la literatura publicada por el grupo de Construcción con Madera de la Escuela de Ingeniería de Montes de la UPM. Es el caso de la tesis de M. Esteban [47], donde se hace patente la necesidad de una norma de clasificación para las maderas de gran escuadría (la actualización de la norma actual fue publicada poco después), se propone una nueva clase resistente en base a los criterios de clasificación visual, confirmando las propiedades de la madera mediante la aplicación de ensayos no destructivos como los vistos anteriormente. En esta línea trabaja también G. Íñiguez [48], o el Arriaga et al. [49] donde se propone la técnica de ultrasonido como elemento complementario a la clasificación visual; en la misma línea que lo hacían García et al. [46]. Actualmente, y desde el año 2003 se cuenta con la actualización de la norma UNE [66] que contempla la clasificación de piezas de gran escuadría como piezas de calidad MEG. Otras líneas investigadas han sido por ejemplo cómo afectan las alteraciones particulares a la resistencia de las piezas, como estudian Esteban et al. [50] en el caso concreto de las fendas, o las alteraciones que el contenido de humedad provoca sobre la resistencia de la madera, publicado por Argüeles et al. [69].

Una vez evaluadas las piezas, se está en disposición de hacer las comprobaciones de cálculo local o global en la estructura. En este aspecto se cuenta con bibliografía donde se realizan comprobaciones del estado de seguridad; como son [14] o [28], donde tras un análisis, peritación y evaluación completa de la estructura, se realizan comprobaciones numéricas para conocer la integridad de las mismas; estableciendo además diversas metodologías aplicables a este tipo de construcciones. Candelas y Borrillo [14] plantean la comparativa de tres hipótesis de cálculo, el estado inicial, el previo a la reparación y el posterior a la reparación de una cubierta de lazo, pudiéndose comparar de forma muy clara hasta qué punto ha llegado el deterioro en los elementos. Mientras que Cuartero et al. [28], tras realizar el análisis y la evaluación de las piezas realizan una fragmentación de las mismas estableciendo calidades según su estado de conservación y deterioro, es decir, se asignan resistencias de forma particularizada a cada fragmento de las piezas para así realizar un cálculo más aproximado a la realidad, haciendo las comprobaciones numéricas por el sistema de elementos finitos.

En cuanto al modo de cálculo, y las simulaciones y aproximaciones que se tienen que modelar en los programas de informáticos para imitar en mayor o menor medida a la realidad, no se ha localizado bibliografía que sirva de aplicación directa al presente trabajo. Algunos autores [51] desglosan las comprobaciones y el comportamiento estructural de las uniones en las estructuras de carpintería, pero sin entrar en el detalle de la programación informática.

Por otra parte, se ha estudiado la intervención en la Iglesia de Santiago en Jerez por parte de Mayorga et al. [52], en esta reparación de una iglesia gótica mediante inyecciones, no hay elementos de madera, pero hay constancia de un análisis estructural como parte del diagnóstico de la misma, en el que Mayorga y Yanes [53], además de un modelo de elementos finitos, realizan un modelo lineal de cálculo matricial, es decir, se hizo una simulación de muros continuos de mampostería, mediante barras finitas con unas secciones y propiedades semejantes a los muros de piedra. Por otra parte, se ha consultado la investigación de Pérez-Gálvez et al. [54], donde se analizan las características mecánicas de muros de fábrica, y aunque se estudian los muros de arquitectura doméstica, y el objeto de estudio trata sobre madera, se puede extraer información muy útil para las simulaciones estructural de todo el conjunto de cubiertas de Santa Cruz. Además, estos ejemplos citados, constatan la posibilidad de realizar modelos más sencillos como simulaciones de realidades complejas, siendo más lógico si cabe, en este caso que la estructura está compuesta por barras, la implementación de un programa de cálculo matricial por elementos de barras finitas [70].

Normativa de aplicación

Al ser el objeto del presente estudio un edificio ya construido, la normativa de aplicación puede aplicarse pero simplemente para comprobaciones estructurales que se deseen realizar, o en el caso de obras de reforma, cambios de uso o ampliación. Como código normativo de referencia, se cuenta con el CTE, en su documento básico Seguridad Estructural en Madera [55], además del DB Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación [56], y el DB Seguridad Estructural en Fábricas [57]. Remarcando de nuevo que al tratarse de una rehabilitación, no son normas de aplicación directa, sino marcos normativos con los que poder hacer comprobaciones de seguridad. Aparte también existen las instrucciones normalizadas, Normas UNE, que si bien no son en ningún caso de obligado cumplimiento, posibilitan realizar comprobaciones y comparaciones de una forma estandarizada dentro del ámbito científico-profesional. Las normas consultadas en el presente trabajo han sido:

Con carácter general:

UNE-EN 1995-1-2:2016: Eurocódigo 5. Estructuras en Madera. 2016. [58]

UNE 56-530-77: Características físico -mecánicas de la madera. 1977. [59]

UNE-EN 844: Madera aserrada y madera en rollo Terminología. 2020. [60]

Peritación de Edificios:

UNE 41805-8 IN: Diagnóstico de edificios. Parte 8: Estudio patológico de la estructura del edificio. Estructuras de madera. 2009. [61]

Ensayos no destructivos:

UNE-EN 13183-2: Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 2: Estimación por el método de la resistencia eléctrica. 2002. [62]

Evaluación y cálculo:

UNE-EN 384: Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad. 2010. [63]

UNE-EN 408: Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. 2011. [64]

Clases resistentes de madera en usos estructural:

UNE-EN 338: Madera estructural. Clases resistentes. 2003. [65]

UNE 56544: Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas. 2011. [66]

UNE-EN 912:2012/AC. Madera estructural. Clases Resistentes. Asignación de calidades visuales y especies. 2013. [67]

TRABAJO DE CAMPO

En cualquier trabajo de análisis constructivo o de estado de conservación de la arquitectura, es primordial contar con un solvente trabajo de estudio documental e histórico, como se ha visto en los puntos precedentes, pero para llegar a un buen nivel de conocimiento sobre las edificaciones, y más si cabe sobre el patrimonio, es necesario un buen trabajo de campo metódico y estructurado, y así, acercarse para poder palpar la arquitectura, sus soluciones constructivas y el estado en el que se encuentra.

Para este caso, al tratarse de un edificio patrimonial de gran tamaño, se han realizado diversas visitas prolongadas en el tiempo, para así dedicar cada jornada a la inspección de un aspecto concreto y poder realizar un correcto trabajo de campo y seguimiento de las obras. De esta forma, coincidiendo con las visitas de la dirección facultativa (**Fig 1.22**), se han realizado inspecciones que han permitido analizar las cubiertas en diferentes condiciones climatológicas, diferentes fases de los trabajos, y desde diversas perspectivas. Como resultado se ha generado un extenso archivo fotográfico, numerosas notas tomadas a pie de obra, levantamiento de alteraciones, diferentes ensayos y toma de medidas... Toda esta información ha sido utilizada, una vez procesada y contrastada, para el análisis constructivo-estructural de la armadura y así determinar su estado de conservación y grado de deterioro y los motivos causantes.

Programación de visitas:

- **1ª Visita (28 de enero):** Primera toma de contacto con las cubiertas. Presentación por parte de la dirección facultativa del edificio y de los trabajos que se estaban realizando.

- **2ª Visita (10 de febrero):** Inspección organoléptica. Toma de medidas de posibles deformaciones. Primera toma de medidas en la cubierta EV4 mediante ensayo de humedad relativa con higrómetro.

- **3ª Visita (17 de febrero):** Repetición de toma de medidas de humedad en EV4, toma de medidas de humedad y de posibles deformaciones en C5-AM.

- **4ª Visita (24 de febrero):** Toma de medidas de humedad y deformaciones en sector EP4. Inspección de catas abiertas en el estriado del sector EV4.

- **5ª Visita (17 de marzo):** Seguimiento de obras, inspección exterior de EV4 gracias a la instalación de nuevos andamios y plataformas exteriores.

- **6ª Visita (14 de abril):** Reportaje fotográfico de atrio y exteriores. Inspección de la estructura de EV4 para clasificación resistente de las maderas.

- **7ª Visita (12 de mayo):** Seguimiento de las obras. Inspección del sector EV3 por problemas de filtración.

- **8ª Visita (9 de junio):** Seguimiento de las obras, recogida de material para ensayos.

- **Laboratorio (14 de junio):** Realización de ensayos de propagación de ultrasonidos en laboratorio de construcción.



Fig. 1.22_Reunión de agentes de la obra

DESCRIPCIÓN DE LAS CUBIERTAS



Fig. 1.23_Aspecto exterior de cubiertas y cornisa perimetral



Fig. 1.24_Andamios de ascenso a cubiertas

3. Camaranchón: Espacio que queda bajo el tejado y sobre la armadura decorativa. También llamados a los desvanes o buhardillas en lo alto de las casa [8]. En este caso se trata del espacio bajo la techumbre y sobre las bóvedas encamionadas.



Fig. 1.25_Testimonios escritos en las paredes de los camaranchones

Fig. 1.26_Elementos de una armadura de par y nudillo. Elaboración propia a partir de [6]

Las zonas de la cubierta tratadas en este trabajo son tres de los cuatro sectores superiores situados a la cota 18.55m: EP4, C5-AM y EV4; siendo este último sector el que se estudiará y analizará a fondo.

Relación de superficies de la zona analizada:

Sector EP4: 96.20 m² / Sector C5-AM: 128.92 m² / Sector EV4: 96.62 m²

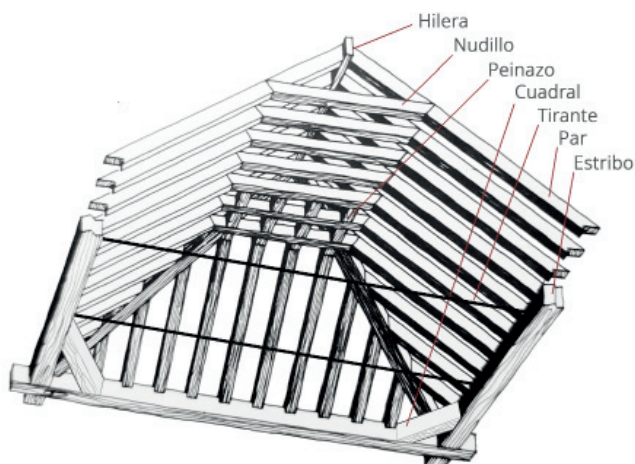
El conjunto de los cuatro sectores con los espacios de paso sobre las pechinas: 503.79 m².

Aunque el sector EV4 es la zona en la que se centra la investigación y la que será objeto de un mayor análisis estructural (por encontrarse inalterada en el momento de la inspección), se ha decidido también estudiar, aunque en menor profundidad, otros sectores; pues pueden ofrecer una información muy valiosa por el contraste comparativo de datos y situaciones que se producen en cada uno de los sectores. Si bien los sectores en general comparten muchas similitudes, y a simple vista pudiera parecer que son iguales, cada uno cuenta con ciertas peculiaridades geométricas, formales y constructivas.

En esta cota existe una gran cornisa perimetral que va desde los cuarenta centímetros hasta el metro de ancho, y posibilita caminar en torno a los tejados. Todos los sectores están formados por techumbres que abarcan desde el tambor central de la cúpula, hasta las fachadas exteriores. Son cubiertas a dos (o tres aguas), con teja árabe, terminados en sus extremos exteriores con mansardas (salvo en C3), por donde se produce el acceso al espacio interior (Fig 1.23). Todos los sectores están comunicados entre sí por pequeños pasos perimetrales en torno al tambor, pudiendo pasar de uno a otro sin necesidad de salir al exterior.

El ascenso a la cota superior se realiza por una torre de andamios instalada actualmente de forma provisional mientras duren las obras (Fig 1.24), pues no existe ninguna forma de acceso previsto para mantenimiento, ni a las cubiertas ni a los camaranchones³ que alojan las armaduras de madera. Este es uno de los factores influyentes en el deficiente estado de conservación de las cubiertas, pues no existe manera segura de registrarlas. Sin embargo, en las entradas de los camaranchones, por las mansardas, existen inscripciones donde históricamente, las personas que han subido para su mantenimiento han dejado su testimonio (Fig 1.25). No obstante, según la información facilitada por los responsables del templo, no les consta ningún tipo de trabajo ni operaciones de mantenimiento realizados en el tiempo reciente, lo que ha imposibilitado la detección temprana de los problemas que han ido apareciendo para la integridad del edificio.

Para ayudar la lectura del documento, en la (Fig 1.26) se describen de forma esquemática la composición de elementos que forman las cubiertas y su nomenclatura.



Sector EP4

(Consultar Plano S-1.1 y S-1.2) Cubierta a tres aguas sobre la “nave del pueblo”⁴. Abarca desde el tambor de la cúpula central hasta el muro Sur del lateral de la iglesia (Fig 1.27). En el camaranchón conviven la bóveda encamonada de ladrillo que cierra la nave del templo, y la armadura que soporta la cubierta. La bóveda de fábrica fina, recibida con yeso, está reforzada con arcos fajones⁵ y arriostrada en sus extremos con tabiquillos (Fig 1.28). El sistema portante de la cubierta se trata de una estructura de armadura de madera con pares⁶, nudillos⁷ y lima bordón⁸, coronada con una hilera⁹ y reforzada en las esquinas con sendos cuadrales¹⁰ (Fig 1.29). Los estribos están apoyados directamente sobre los muros casi empotrados (no en términos estructurales) en la fábrica sin can¹¹ ni solera¹², están arriostrados mediante tirantes¹³ de madera ensamblados bajo los estribos¹⁴ y reforzados mediante anclajes metálicos (Fig 1.30). En el almizate¹⁵ los nudillos están arriostrados perpendicularmente con un peinazo¹⁶. Los paños de cubierta lo forman las correas¹⁷ que se apoyan sobre los pares, entre éstas se sitúa la tablazón¹⁸ de piezas cerámicas, una capa de mortero de cal y tejas árabes culminando la cubrición (Fig 1.31).



Fig. 1.27_Cubierta del sector EP4



Fig. 1.28_Arriostamiento de bóveda encamonada



Fig. 1.29_Armadura en EP4



Fig. 1.30_Refuerzos metálicos en tirantes



Fig. 1.31_Tablazón cerámico

4. Nave del pueblo: de las tres naves que comúnmente forman un templo católico, la de la derecha conforme se mira al altar mayor.

5. Arco fajón: Refuerzo estructural de una bóveda de cañón como un recrecio de la misma en forma de costilla o “faja”.

6. Par o Alfarda: en las armaduras de parhilería y par y nudillo, cada una de las maderas que forman los faldones cuyo extremo superior se apoya en la hilera, descansando el inferior en el estribo [8].

7. Nudillo: Pieza horizontal que conecta los pares en las armaduras de par y nudillo [8].

8. Lima bordón: Pieza única con que se resuelve el encuentro de dos faldones. Normalmente va desde los estribos a la hilera [8].

9. Hilera o Ylera: Madera colocada horizontalmente, donde rematan las cabezas de los pares de las armaduras de madera [8].

10. Cuadral: Madero estructural dispuesto en un ángulo, para atirantar o afianzar a otros dos que forman en el estribo dicho ángulo [8].

11. Can: Pieza que se sotopone a la viga o tirante en el punto de entrega al muro, para disminuir la luz libre, y/o aumentar la sección de trabajo en caso de haber empotramiento, en vez de apoyo [8]. Dotando además de separación y aireación a los tirantes y estribos con respecto al muro

12. Solera: Madero asentado sobre el plano horizontal de fábrica, con el cual se ensamblan otros verticales y sirve de “suelo” de apoyo y de pieza de sacrificio frente a la posible humedad del muro [8].

13. Tirante: Elemento estructural para soportar tracciones. En armaduras de madera, pieza que conecta los estribos manteniendo su distancia, absorbiendo el empuje de los pares, para que no se transmita al muro [8].

14. Estribo: Parte de la armadura destinada a recibir los pares, Resiste el empuje de estos gracias a los tirantes [8].

15. Almizate: Paño horizontal formado por el conjunto de los nudillos en las armaduras de par y nudillo [8].

16. Peinazo: Madero que se ensambla a otro formando una trama. En este caso, se ensambla ortogonalmente a los nudillos, formando el plano del almizate.

17. Correa: elementos de madera que, situándose sobre los pares, soportan la tablazón. Se colocan de forma perpendicular a los pares, es decir, paralelas a la hilera.

18. Tablazón: Plano apoyado sobre las correas formado por piezas cerámicas que soportan la mezcla y las tejas.

Sector C5-AM

19. Ochavado: Con las esquinas matadas formando un octógono, pudiendo ser rectangular la planta [8].

20. Egión: Piezas pequeñas que sirven de ayuda para el apoyo y la correcta colocación de unas piezas con otras. En este caso para la unión par-nudillo.

21. Pendolón o Nabo: Pieza de madera vertical ortogonal que se usa para asegurar otras que a ella acometen. Normalmente en construcciones ochavadas ejerce de centro geométrico donde convergen las limas.

22. Tornapunta o Jabalcón: Pieza de madera empleada para reforzar otras y cuyo trabajo característico es a compresión axial [8].

(Consultar Plano S-2.1 y S-2.2) Abarca desde el tambor de la cúpula central, hasta el ábside y altar mayor (Este) (Fig 1.32). Comparte semejanzas con la cubierta EP4, sus naves están cerradas con una bóveda encamonada de medio punto, de ladrillo con arcos fajones y arriostrada en sus extremos (Fig 1.33); estando culminada sobre el altar mayor con una semicúpula. La estructura portante, muy similar a la anterior, es una armadura de par y nudillo, de dos aguas culminada de forma ochavada¹⁹ con limas bordón. De nuevo los nudillos están arriostrados por un peinazo, y en este caso reforzado mediante egiones²⁰ en la unión con los pares (Fig 1.34). Por su parte los estribos, de nuevo apoyados directamente sobre el muro, están unidos entre sí mediante tirantes tubulares metálicos, existiendo además dos tirantes perpendiculares desde el tambor hasta el extremo del altar mayor (Fig 1.35). El nudo ochavado que culmina la nave del ábside está ejecutado con un pendolón²¹ donde convergen todas las limas y tornapuntas²² de la culminación ochavada de la nave (Fig 1.36).



Fig. 1.32_Exterior de sector C5-AM



Fig. 1.33_Arriostramiento de bóveda encamonada



Fig. 1.34_Egiones en la unión par-nudillo



Fig. 1.35_Sistema de tirantes metálicos, dos longitudinales



Fig. 1.36_Pendolón o nabo de paños ochavados

Sector EV4

(Consultar Plano S-3.1 y S-3.2) Cubre la “nave del Evangelio” abarcando desde el tambor hasta la fachada Norte de la iglesia (Fig 1.37). Geométricamente es igual que la EP4, con el mismo tipo de bóveda y mismas proporciones (Fig 1.38), salvo que la armadura no está resuelta exactamente igual. En este caso, como en la C5-AM existen egiones en la unión nudillo-par, y los tirantes son de barras metálicas (Fig 1.39), siendo de madera únicamente en la EP4. **El sector EV4 será en el que se centrará la investigación y el análisis estructural.**

En la Fig (Fig 1.40), se resumen las soluciones constructivas de cada sector.



Fig. 1.37_Exterior de sector EV4



Fig. 1.38_Caranchón de cubierta EV4



Fig. 1.39_Tirantes metálicos, solo transversales

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS POR SECTORES

SECTOR	TIPO CUBIERTA	BÓVEDA	TIRANTES	TIPO ARMADURA	PAÑOS
EP4	3 Aguas Mansarda en frontal	Encamonada arriostrada Arcos fajones	Madera	Par-Nudillo-Hilera Estribo-Cuadril 2 Limas normales	Correas+Tablazón Relleno+Tejas Árabes
C5-AM	2 Aguas+ Ochavada	Encamonada arriostrada Arcos fajones Semicúpula	Metálicos (ambos sentidos)	Par-Nudillo-Hilera Ejión Estribo-Cuadril Limas ochavadas	Correas+Tablazón Relleno+Tejas Árabes
EV4	3 Aguas Mansarda en frontal	Encamonada arriostrada Arcos fajones	Metálicos	Par-Nudillo-Hilera Ejión Estribo-Cuadril 2 Limas normales	Correas+Tablazón Relleno+Tejas Árabes

Fig. 1.40

INSPECCIÓN VISUAL DE LA ESTRUCTURA

Reconocimiento de la especie

Se ha suministrado una pieza a un especialista botánico, quien, tras un análisis visual de un trozo de madera extraído de las cubiertas, lo ha reconocido como madera de conífera correspondiente a la especie *Pinus Sylvestris* L.: Pino Silvestre, también conocido como Pino de Flandes o Pino Rojo. Especie muy extendida en el norte de España, además de por toda Europa y la parte occidental de Asia. Cuenta con una densidad media de 520 Kg/m³, aunque la densidad real depende de las condiciones donde ha crecido el ejemplar [68]. Las características mecánicas asignables dependerán de la clasificación resistente que se haga de las piezas, tal y como se indica en la normativa vigente [55] y [66].

Inspección organoléptica

En primer lugar, se realiza una inspección que como el propio nombre indica, se hace mediante los órganos perceptivos, esto es: se observa, se toca, e incluso se huele. Todo con el fin de obtener una primera impresión del estado

general de conservación, cuáles son los puntos más afectados o cuáles son las principales afecciones... En definitiva, de orientar y facilitar la posterior toma de datos cuantitativos.

- **EP4:** Antes de ser intervenida era la zona más deteriorada, presentando incluso riesgo de derrumbe. Había importantes deformaciones, algunos pares estaban colapsados, ciertas zonas de los estribos totalmente hundidas y cedidas por la presión de los pares (**Fig 1.41**). Actualmente tras la intervención en 2021 presenta un óptimo estado de conservación, gran parte de las piezas que estaban en buen estado se han mantenido y conviven con algunas nuevas (**Fig 1.42**). Se observa una leve deformación en la hilera, fruto del movimiento de los paños producido por la pudrición que atacó a los estribos. Aún puede verse la huella de antiguas manchas de humedad en determinadas zonas, o los restos de ataques de xilófagos muy localizados (**Fig 1.43**). Destaca que previamente a la intervención ya existían algunos herrajes metálicos de refuerzo, en la entrega de los estribos o en algún par, herrajes que ahora conviven con algunos nuevos de acero galvanizado (**Fig 1.44**). Las maderas presentan un aspecto uniforme, los pares son todos de una pieza (salvo algunas prótesis colocadas por el corte de cabezas de pares debido a la pudrición) lo cual, como se verá en las otras cubiertas, es una peculiaridad (**Fig 1.45**).



Fig. 1.41_Cumbrera de EP4 antes de la reparación



Fig. 1.42_Par original, frente a estribo, correa y rasilla nueva



Fig. 1.43_Humedad residual todavía presente



Fig. 1.44_Nuevos herrajes de acero en pares originales

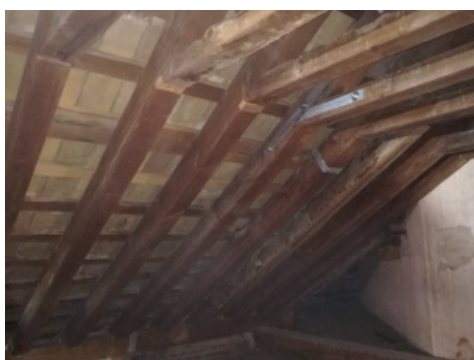


Fig. 1.45_Los pares son una única pieza

- **C5-AM:** Es una cubierta de mayor tamaño, pues cubre también el ábside y el altar mayor, en este caso los tirantes son tubulares metálicos, colocados cada cierta distancia uniendo los estribos y dos más de forma paralela a estos. La cubierta y las maderas presentan a primera vista un buen estado de conservación (si bien es verdad que los estribos ya habían sido cambiados, aunque estos apenas presentaban muestras de deterioro a simple vista) (**Fig 1.46**). Algunas cabezas de pares aun muestran signos de haber estado húmedas, probablemente en parte debido a haber estado descubiertas durante la reparación de los estribos, y en parte por humedad acumulada previamente. Más allá de algunas de estas zonas localizadas, no se observan más manchas de humedad, cambios de color anormales ni muestras de pudrición o ataques de xilófagos (**Fig 1.47**). Tampoco muestras de agotamiento de las secciones, ni roturas de piezas. Si puede verse a simple vista una leve deformación en la hilera y en los apoyos de los pares sobre esta, estando algunos muy descolocados en su entrega (**Fig 1.48**). También se observa una más notable deformación en el estribado, donde parece que los pares han empujado y arqueado las piezas en su zona central.

Las maderas en los pares presentan dos aspectos diferentes: por una parte la mayoría de las piezas tienen unas manchas o marcas estriadas, un color más apagado y un aspecto más envejecido. Por otra parte, un pequeño grupo de piezas presentan un color más fuerte y apariencia menos envejecida, a la vez que las aristas están más vivas. Igualmente, los pares más envejecidos están todos ensamblados en su zona alta, próxima a la unión con la hilera (**Fig 1.49**). Todos están suplementados mediante una unión atornillada con pernos y aunque los envejecidos son más numerosos, no se aprecia una seriación racional entre ambos tipos (**Fig 1.50**). Esta dualidad es una novedad con respecto al sector previamente descrito (EP4) donde todas las piezas parecen de la misma edad y sin ningún tipo de marcas ni empalmes o uniones.



Fig. 1.46_ Estribo nuevo bajo pares originales



Fig. 1.47_Aspecto de las maderas y tablazón



Fig. 1.48_Entrega de los pares a la hilera



Fig.1.49_Ensamblado de pares antiguos con pernos



Fig. 1.50_Algunos pares parecen más envejecidos

23. Pudrición Parda: está producida por hongos que se alimentan de la celulosa y hemicelulosa dejando, como consecuencia, un residuo de color marrón oscuro formado principalmente por lignina. Al secarse la pieza el material residual tiende a agrietarse formando una estructura de pequeños cubos o prismas que se disgregan con facilidad entre los dedos como si fuera polvo. El ataque inicial favorece el posterior ataque de insectos de ciclo larvario (generalmente anóridos: vulgarmente carcoma) [25].

- **EV4:** Volumétricamente es similar a la EP4, aunque en este sector no se ha llevado a cabo ninguna operación. En el camaranchón hay un ambiente ciertamente turbio, debido a la suciedad acumulada y que es removida por el aleteo de las palomas. Esta suciedad generalizada, se acumula en grandes depósitos en los huecos entre tabiquillos arriostrantes a los lados de las bóvedas, o sobre los estribos (**Fig 1.51**); habiendo también otros restos orgánicos. En general, las maderas están recubiertas de una pátina de suciedad que le ha imprimido el paso del tiempo, sin embargo no se observan signos graves de deterioro, ni se aprecian deformaciones significantes, ni elementos rotos o colapsados (**Fig 1.52**). Hay ciertas zonas: puntos en la hilera y la entrega de los pares, varias cabezas de pares en los estribos, y algunas secciones de estribos; que sí presentan manchas activas de humedad (**Fig 1.53**). Hay cambios de coloración localizados, así como dos pequeñas zonas con indicios de pudrición parda²³, y otro par con indicios de ataques de termitas no activos.

En la zona de la mansarda, por la entrada a la cubierta, hay zonas del pequeño tejado que están severamente deterioradas, han desaparecido las tejas y la tablazón, quedando en ocasiones las maderas casi al descubierto, lo que produce grandes filtraciones que dañan las maderas bajo de sí (**Fig 1.54**). Por el exterior se puede ver como hay una notable separación entre el cuerpo de la mansarda y la terminación de los paños de cubierta, en lo que parece que es un desplome de la mansarda hacia el exterior. Sin embargo tras haber aplomado el elemento, se sabe que lo que está cedido no es la mansarda, sino la cubierta, más acusadamente en la zona de la hilera de la pequeña techumbre que cubre la entrada desde el exterior (**Fig 1.55**).

De nuevo en el interior se repite la existencia de dos tipos de madera: una más vieja con marcas de uso, y una más nueva. De nuevo, como ocurría en la cubierta anterior, los pares más antiguos están todos compuestos por dos piezas ensambladas cerca de la entrega a la hilera y unidas mediante pernos (**Fig 1.56**). En este caso si hay un patrón reconocible, se han colocado piezas nuevas en sendas limas, y en los paños una nueva cada 5 pares (**Fig 1.57**).



Fig. 1.55_Desplomado de la mansarda



Fig. 1.51_Grandes depósitos de suciedad



Fig. 1.53_Humedad activa



Fig. 1.54_Techumbre de mansarda



Fig. 1.56_Uniones en cabeza de pares



Fig. 1.52_Aspecto del camaranchon EV4



Fig. 1.57_Seriación entre madera más y menos vieja

Concluyendo, de la información obtenida en los análisis organolépticos se puede afirmar:

- Salvo en la cubierta EP4, cuyo estado si presentaba un riesgo estructural por derrumbe inminente, en el resto de los sectores no se observan a simple vista evidencias de peligro o riesgos para la integridad de las cubiertas. Si hay indicios de deterioro y pequeñas deformaciones, así como filtraciones o pudriciones localizadas, que quizás con el paso del tiempo y sin mantenimiento podrían derivar en problemas mayores como el caso de la cubierta más grave.

- Existen dos tipos de madera en las armaduras; una de acarreo que estaba colocada en otra estructura y se reutilizó dándole la vuelta (de ahí el "estriado", que marca el apoyo de las viejas correas de su localización anterior), y al no tener ésta la medida necesaria, se suplementó en su extremo hasta alcanzar la longitud requerida. Mientras que las otras piezas sí parece que son más recientes y realizadas ex-profeso para esta estructura. En los paños se intercalan nuevas y de acarreo, quizás por desconfiar en utilizar solo piezas reutilizadas y más viejas...

- Para conocer realmente el estado de las armaduras, se deberá inspeccionar la cara intradós del estribo, la que está en contacto con el muro, pues es la zona que evidencia mayores daños, y por donde parece, comenzó a fallar la EP4 (**Fig 1.58**). Además, la solución constructiva del estribo, embebido en la fábrica, es muy desaconsejable pues no posibilita la ventilación de la mitad de la pieza.



Fig. 1.58_Estribo de EP4 antes de la reparación

Toma de medidas y levantamientos

A continuación se enumera la toma de datos realizada para tener un levantamiento de las deformaciones o alteraciones que se pueden apreciar visualmente. Esto es el paso previo a la realización de ensayos donde se confirmará o refutará de forma empírica las hipótesis enunciadas sobre el estado de las maderas de la estructura. Se parte de una planimetría base de donde se obtienen las medidas generales de las cubiertas, y sobre estas se realiza una inspección con toma de medidas de los aspectos destacados anteriormente en la inspección visual. Para ello, el equipo empleado ha sido un distanciómetro láser e inclinómetro digital modelo GLM-120C de Bosch. Este equipo ha sido calibrado de forma manual siguiendo las indicaciones del fabricante. Tiene un rango de medición de entre 0.08m - 120.00m, con un grado de precisión de ± 1,5 mm/m. Mide las inclinaciones en un rango de 360° con una exactitud de ±0.2°. Los resultados de esta toma de medidas y la anterior inspección visual se pueden ver en los Planos: TD.A_Planos de deformaciones y alteraciones visuales.

Escuadría de piezas por sectores:

En la (**Fig 1.59**) se pueden ver las medidas de las secciones de las piezas en cada uno de los sectores de cubierta.

ESCUADRÍAS (b x h)

	EP4	C5-AM	EV4
ESTRIBO	26 x 17	26 x 19	26 x 18
PAR	13 x 17	12 x 15	13 x 17
NUDILLO	13 x 11	12 x 11	13 x 11
PEINAZO	13 x 11	7 x 14	13 x 11
HILERA	7x 17	7x 17	7x 17

Fig. 1.59

Alteraciones, deformaciones y desplazamientos

- **EP4:** El resultado gráfico de la inspección puede verse en el **Plano TD.A-1_Sector EP4**.

Aunque la cubierta ya ha sido intervenida y reparada, se pueden apreciar ciertas zonas aisladas con manchas persistentes de humedad residual de cuando la cubierta estuvo abierta y afectada por la misma. Igualmente puede apreciarse una leve deformación de la hilera, aunque la entrega de los pares se produce sin ningún problema (**Fig 1.60**). En el estribado, se ha reconstruido el remate de fábrica de terminación del muro, asegurando un buen plano de apoyo para los estribos, a la vez que se han colocado piezas cerámicas al tresbolillo que sobresalen una media de 3cm de forma que el estribo se pueda colocar algo separado del fondo del muro, produciéndose así ventilación en su cara posterior (**Fig 1.61**). No se han detectado deformaciones en las piezas del estribado. Se ha medido la inclinación de los paños de cubierta mediante un inclinómetro digital, comprobando la inclinación de los pares cada tres piezas siempre en el mismo punto de cada una de ellas. Tal y como puede verse en los planos, hay una leve deformación de la zona central, donde ha cedido levemente el paño de cubierta, en detrimento de las zonas en los extremos que han quedado algo más altas. Todos los ángulos medidos son cercanos a los 30°, ángulo más comúnmente usado en el levantado de las cubiertas mediante cartabones, tal y como se indica en [6]. En este caso los ángulos van desde 31.3° en la zona más alta, hasta 29.2° en la más baja, habiendo una diferencia máxima de 2.1°. Estas deformaciones también explican la leve desviación de la hilera (**Fig 1.62**).

Por otra parte se ha detectado igualmente deformaciones en los tirantes bajo la mansarda, los dos primeros empezando por el Sur. Sobre estos se apoyan un par de tornapuntas en cada caso, que descargan la flexión del paño de la mansarda, lo que ha provocado una torsión en los tirantes de madera. El caso de mayor deformación se da en el segundo tirante, en la zona central donde se aprecia una deformación de hasta 10.6° sobre la horizontal (**Fig 1.63**). Aunque esta desviación es notable, la propia compensación de esfuerzos, y la naturaleza flexible de la madera, hacen que no presente riesgo alguno para la estabilidad de la estructura. Además se ha realizado una inspección organoléptica de punzonamiento, haciendo incisiones aleatorias, y allí donde la madera presentaba un aspecto más deteriorado, obteniendo en todo caso penetraciones inferiores a los 5mm.

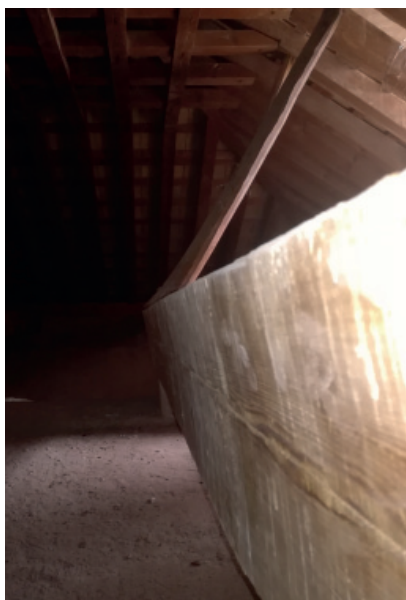


Fig. 1.63_Importante torsión del tirante

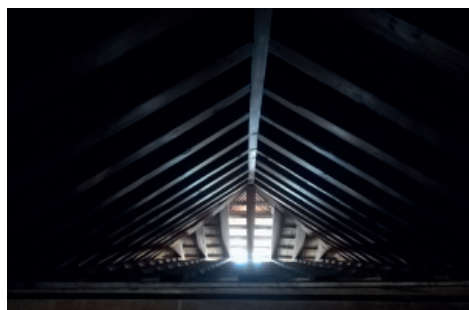


Fig. 1.60_Curvatura de la hilera



Fig. 1.62_Leve pandeo del plano de cubierta



Fig. 1.61_Nueva separación del estribo con el fondo

- **C5-AM:** El resultado de la inspección puede verse en el **Plano TD.A-2_Sector C5-AM.**

Esta cubierta, que ya ha sido intervenida, no presentaba muestras importantes de deterioro a simple vista, sin embargo se ha sustituido de forma casi completa el estribado (**Fig 1.64**). Apenas se aprecia alguna mancha residual de humedad en la cabeza de pocos pares. Hay una notable deformación en la linealidad de la hilera, afectando a la entrega de algunos pares, produciéndose en el punto más desfavorable un desnivel de 5 cm entre el plano inferior de la hilera y el par, lo que genera una incorrecta transmisión de esfuerzos y mayor posibilidad de fisuración (**Fig 1.65**). De nuevo se ha reconstruido una superficie de coronación y remate del muro, para asegurar el correcto apoyo del estribado. Estas piezas presentan una más que notable deformación en forma de curva. Se aprecia cómo en los extremos de la nave el estribado es coplanario con las paredes del muro de apoyo, y conforme se acerca al punto central, se produce una curva al exterior. Se ha medido dicha deformación, tal y como puede verse en la planimetría, yendo desde una deformación cero, hasta un punto máximo en el que la cara interior del estribo está desplazada 11 cm hacia el exterior (**Fig 1.66**). Por la información facilitada por los responsables de la obra se sabe que el estribado ha sido cambiado mediante el apeo de los paños, desmontado de la parte baja de los mismos, desolidarización de estribos y pares, y cambio de piezas de los estribos. Por tanto si no se han tocado los pares ni su longitud, la deformación del estribado es la que ha sido necesaria para adaptarse a las cabezas de los pares, por lo que esa deformación ya existía antes de la intervención. Por otra parte se ha medido de nuevo la inclinación de los paños. Esta viene a confirmar la deformación del estribado, que ha sido empujado por el peso de los paños en la zona central, provocando a su vez un leve descenso de estos en el sector medio. Los valores más altos de inclinación se dan en los extremos de la nave, con unos ángulos que rondan los 31°-32° (ángulo máximo de 32.5°) y la zona más baja cuenta con una inclinación de 29.6°, siendo la diferencia máxima de 3.1° (**Fig 1.67**). En el muestreo por punzonamiento se han obtenido penetraciones de entre 4 y 5 mm en general.



Fig. 1.64_Levantamiento y sustitución del estribado



Fig. 1.65_Entrega incompleta de pares en la hilera



Fig. 1.66_Considerable deformación de los estribos



Fig. 1.67_Pandeo del plano de cubierta

- **EV4:** El resultado de la inspección puede verse en el **Plano TD.A-3_Sector EV4.**

Esta cubierta no ha sido intervenida, y a pesar de ello, presenta un aceptable estado de conservación. Además de la suciedad y restos orgánicos de palomas que cubre todo, solo se aprecian ciertas zonas con presencia de humedad. Estas se producen sobre todo en la entrega de algunos pares a la hilera, más frecuentemente en las cabezas de pares en los estribos, y en dos zonas concretas del estribado (**Fig 1.68**). En uno de estos puntos, próximo a la mansarda, se aprecia lo que parece un indicio de pudrición parda. En cuanto a ataques de xilófagos, solo se observan dos zonas concretas, un par y una lima, donde si puede verse un muy leve ataque de termitas no activo (**Fig 1.69**). A pesar de lo mencionado anteriormente, en esta cubierta no se aprecian deformaciones ni desplazamientos como en las anteriores. Los estribos están perfectamente alineados con los muros, la hilera solo presenta una casi imperceptible deformación y la entrega de los pares se produce sin mayor problemática. Se ha medido la inclinación de los paños, teniendo en todo momento unos valores de entre 32° y 32.9°, siendo la mayor diferencia de 0.9° (**Fig 1.70**).

Se ha procedido a hacer un muestreo aleatorio mediante incisiones con un punzón manual, introduciéndose unos 4-5mm en la mayoría de las zonas aparentemente sanas, y obteniéndose penetraciones de hasta 1.7mm en las zonas que presentan manchas de humedad o cambios de color (**Fig 1.71**).



Fig. 1.68_Numerosos depósitos de suciedad



Fig. 1.69_Ataque inactivo de termitas



Fig. 1.70_No se aprecia deformaciones en los paños



Fig. 1.71_Se aprecia una disminución de densidad superficial

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: DESCRIPCIÓN

El templo se trata de un edificio patrimonial donde la extracción de probetas o el uso de metodologías que puedan dañar la integridad de los elementos no están contempladas si no están previamente justificado, por lo que se han implementado ensayos no destructivos.

Ensayos recomendados

Levantamiento mediante escaneado laser 3D (no es un ensayo sino una técnica de aplicación).

Fotografía termográfica.

Extracción de tornillo calibrado.

Resistografía.

Esclerómetro de madera.

Contenido de humedad relativa.

Propagación de ondas de ultrasonido.

Barrido por georradar.

Dentro de los posibles ensayos de aplicación cuya utilidad ha quedado demostrada en toda la bibliografía analizada, se describen a continuación los ensayos realizados sobre las cubiertas, ejecutados con el fin de conocer de forma fehaciente el estado de conservación real de la madera, y poder llegar a obtener información de las zonas que no son visibles a simple vista.

Resistografía (preliminar)

La resistografía es una técnica que tiene su origen en la ingeniería Agrónoma de Montes, donde se usa para conocer el estado de los árboles y comprobar la existencia de posibles huecos o galerías en su interior. En los años noventa, F. Rinn [31] comienza a estudiar su implementación para el uso en inspecciones de estructura de madera.

El funcionamiento es bastante sencillo, se trata de un taladro con una punta fina de acero de 1.5mm en el vástago, y 3mm en la punta (**Fig 1.72**). Esta broca gira y avanza a una velocidad constante, atravesando la madera y midiendo la potencia eléctrica que el sistema necesita para ello. De esta forma se pueden atravesar piezas con hasta una sola cara visible, y conocer la integridad de su interior, detectando alteraciones de densidad, galerías o materia blanda, y dejando tan solo un pequeño orificio casi imperceptible. Además de proporcionar datos sobre su fisonomía interior, estudios han demostrado que a partir de la información obtenida se puede hallar la densidad, el módulo de elasticidad o información sobre la especie de madera [33] y [34].

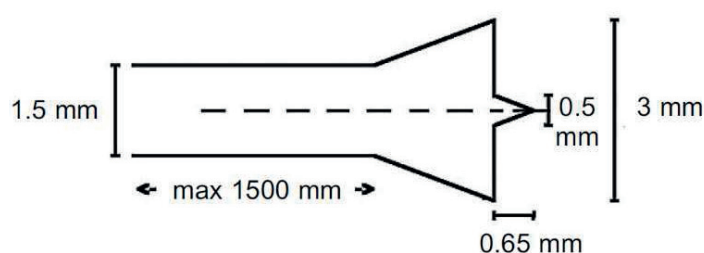


Fig. 1.72_Geometría y dimensiones de la broca del resistógrafo



Fig. 1.73_Equipo utilizado en ensayos [1]



Fig. 1.75_Equipo ensayando un estribo en C5-AM [1]

Sin embargo, como se expone en [32], al tratarse de equipos no calibrados conforme a una norma estandarizada, y usarse en casuísticas no similares, es complicado establecer unas pautas de comparación y contrastación de información directa entre unas investigaciones y otras. Además, se debe tener presente que la prueba de resistografía es un ensayo puntual que analiza la dimensión del orificio, por lo que se obtienen muestras de información discontinuas que en ningún caso pueden servir para validar positivamente un elemento. Es al contrario, al detectar alteraciones o imperfecciones negativas, cuando si basta para rechazar las piezas o sopesar su intervención.

El ensayo de resistografía se ha realizado con anterioridad a la redacción del presente trabajo y de cualquier intervención sobre las cubiertas, por lo que se inspeccionaron en todo caso las piezas originales encontradas en las estructuras. En este caso se ha usado un equipo IML RESI F300, con una velocidad de giro de 1200 r.p.m. y un avance constante de 30 cm/min (Fig 1.73). El equipo genera una gráfica de profundidad/resistencia que muestra la resistencia a la penetración que ofrece la pieza inspeccionada en cada punto. Tiene un rango de penetración de 10 a 1000mm con una resolución de gráfica de salida de 0.02mm/300mm. Las perforaciones se han realizado en los puntos que pueden verse en (Fig 1.74), seleccionadas por presentar deformaciones visibles, humedad, pudrición, o ser puntos potenciales de concentración de tensiones. En todo caso ha sido siempre sobre el estribado, pues es solo registrable en dos de sus caras, siendo además el punto crítico que presentaba mayor muestras de deterioro (Fig 1.75).

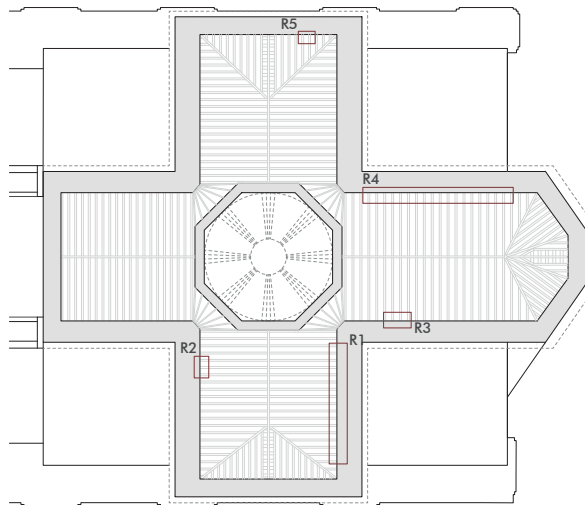


Fig. 1.74_Zonas donde se han realizado resistografías

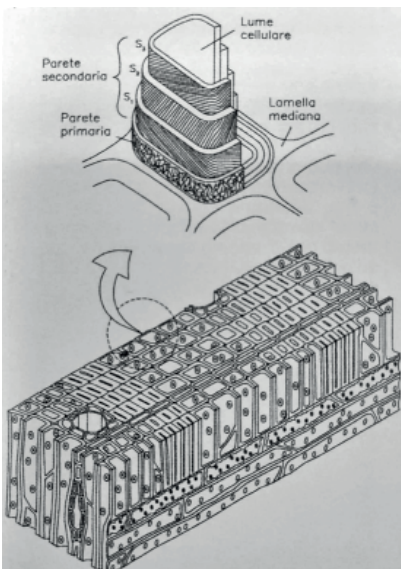


Fig. 1.76_Estructura celular de la madera [16]

La humedad en la madera: Ensayo por resistencia eléctrica

La madera está compuesta por células vegetales de forma alargada paralelas a la dirección de la fibra (Fig 1.76). En estado natural, la madera del árbol contiene altos contenidos de humedad, llegando hasta el 200%, agua que fluye libremente de unas células a otras [16]. Una vez talado el árbol, mediante el secado natural, la madera pierde lentamente el agua contenida hasta alcanzar una humedad relativa de entre el 12% y el 18%. Para un ambiente normalizado, se considera una humedad relativa del aire del 65% y una temperatura de 20°C, valores que generan un equilibrio higroscópico del 12% en la madera. Motivo por el que las propiedades y para parámetros madera se dan por defecto en estas condiciones, considerando una HR del 12%, propiedades que pueden variar si lo hace el contenido de humedad.

El concepto de humedad relativa se entiende por la masa de agua que contiene la madera expresada como porcentaje de su masa anhidra [15]. O lo que es lo mismo:

$$H = (Ph - Ps) / Ps \times 100$$

Siendo:

H= Contenido de humedad relativa en %

Ph= Peso húmedo

Ps= Peso seco (obtenido por desecación en estufa)

Por lo que una pieza de madera con el 20% de humedad significará que pesa un 20% más que esa misma pieza seca.

La naturaleza porosa del conjunto de células de la madera, hace que estas puedan absorber y desprender humedad con mucha facilidad. Hay dos maneras en las que la madera puede sufrir cambios higroscópicos. Una es por la humedad ambiental: según la temperatura y humedad relativa del ambiente en el que se encuentre inmersa la madera, esta absorberá o desprenderá de forma natural la humedad hasta alcanzar el punto llamado humedad de equilibrio, o equilibrio higroscópico [16]. Este dependerá por tanto, exclusivamente de las condiciones ambientales (temperatura y humedad del aire). La otra manera en la que la madera puede variar su contenido de humedad es con el contacto directo con el agua, es decir, mojando las piezas. En estos casos, de nuevo por la naturaleza del propio material, la madera absorberá agua hasta sobrepasar el punto de saturación de la fibra, establecido entre el 28% y el 30%. A partir de este valor se considera que todos los espacios huecos de la madera han sido ocupados por agua.

Para calcular la humedad que se puede alcanzar mediante la primera forma, con la humedad de equilibrio, el DB-SE- Madera del CTE [55], establece en su Anejo F, las condiciones higroscópicas máximas y mínimas de cada capital provincia, por lo que se puede saber los máximos y mínimos a lo largo del año. Écija se encuentra a medio camino entre Sevilla y Córdoba, por lo que se podría escoger alguno de estos valores, no obstante, para ser más exactos, se puede hallar estos parámetros a través de los datos meteorológicos de Écija extraídos del portal "CLIMATE-DATA.ORG" y aplicarlos al ábaco higroscópico [38].

Mes más húmedo, Enero: T° min= 9°C HRmax= 76% **HEq=16.5%**

Mes más seco, Julio: T° max= 28.6°C HRmin= 35 % **HEq= 7%**

Estos valores corresponden a condiciones climáticas, pero aunque las cubiertas estén ventiladas, sus condiciones no son iguales que en el exterior. Para conocer las condiciones higrotérmicas dentro de los camaranchones, se ha colocado una sonda durante cuatro meses realizando mediciones periódicas. Sus resultados pueden verse en las (Fig 1.77) y (Fig 1.78). Tal y como se aprecia

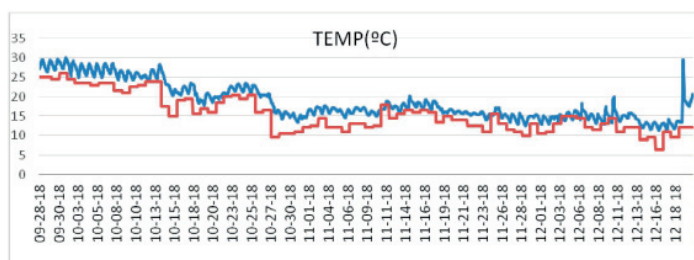
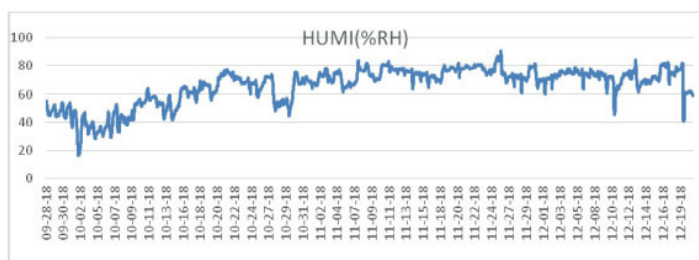


Fig. 1.77_Humedad relativa registrada en el interior durante otoño de 2018 [1]

Fig. 1.78_Temperaturas registradas en el interior durante otoño de 2018 [1]

VALORES HIGROTÉRMICOS MEDIOS

	T° MEDIA (°C)	HR MEDIA (%)	Heq MADERA (%)
SEPTIEMBRE	28,27	47,75	9
OCTUBRE	22,79	55,6	11
NOVIEMBRE	16,26	74,65	15
DICIEMBRE	14,59	71,97	13
MEDIA	20,48	62,49	12

VALORES HIGROTÉRMICOS EXTREMOS

	T° MÍN. (°C)	HR MÁX. (%)	HReq MADERA (%)
SEPTIEMBRE	26,5	54,2	10
OCTUBRE	13,4	77,4	17
NOVIEMBRE	12,5	90,5	23
DICIEMBRE	11,3	84,4	21

Fig. 1.79_Valores higrotérmicos medios y extremos registrados en el interior, en relación con la Heq de la madera.

dicha gráfico, la humedad relativa del aire en el interior, rara vez supera el 80%, por lo que se podría tomar esta como humedad relativa "característica" en el caso más desfavorable que el 95% del tiempo se sabe que va a estar por debajo. Para el valor de HR del aire=80%, la humedad de equilibrio de la madera es del 18%, sea en la temperatura que sea. Por lo que de nuevo se podría tomar este valor como humedad de equilibrio "característica", al menos en las condiciones de mantenimiento e integridad en la que ha sido inspeccionada. **(Fig 1.79)**

La humedad contenida en la madera puede presentar un grave riesgo para la integridad de la misma. Por una parte, es a partir de altos niveles de humedad cuando se dan las condiciones favorables para la aparición y reproducción de la mayoría de los agentes atacantes de la madera. Cuando las piezas de madera se encuentran por tiempo prolongado con una humedad superior al 20%, están en peligro de ser atacada tanto por hongos, como por insectos xilófagos **(Fig 1.80) [25]**. Otro problema de la madera con la humedad viene, no por su alto o bajo contenido, si no por las grandes variaciones de humedad relativa en ciclos repetidos. Estos cambios higroscópicos alteran las fibras de la madera volumétricamente, sufriendo elongaciones de hasta el 1.2% en sentido perpendicular a la fibra. Esto produce hinchazones, mermas, y en ocasiones desencadena en deformaciones, alabeados o aparición de fendas por los estados tensionales producidos **[15]**.



Fig. 1.80_Estribo atacado insectos xilófagos y pudrición parda

24. Caso aparte es el de la madera sumergida en agua, pues en estos casos los elementos habrán sobrepasado el punto de saturación de la fibra, pero será bajo agua y sin contacto con el aire, lo que imposibilitará la aparición de agentes xilófagos dañinos que precisan de aire para vivir, como son la mayoría.

Además, como se indica en **[69]**, conforme aumenta el contenido de humedad de la madera, esta disminuye sus propiedades mecánicas. Esta relación es casi lineal para contenidos de humedad de entre el 8% y el 20%, atenuándose en contenidos más altos. Una madera que ha alcanzado su punto de saturación de forma prolongada, puede ver disminuidas sus propiedades mecánicas hasta en un 40% sobre su estado seco (8%-12%) **(Fig 1.81)**. Es por este motivo que en el uso de elementos constructivos de madera, se deba cuidar meticulosamente los detalles de las soluciones constructivas, a fin de evitar que los elementos puedan mojarse, o que si lo hacen, sea de forma prolongada y sin posibilidad de secarse.²⁴

La estructura de madera que se está analizando se encuentra cubierta bajo los faldones y en unos recintos protegidos de la intemperie, aunque cuenta con aperturas en las mansardas que permiten la ventilación de forma ininterrumpida. Estas condiciones son catalogadas por el CTE-DB-SE Maderas como **Clase de Servicio 2:**

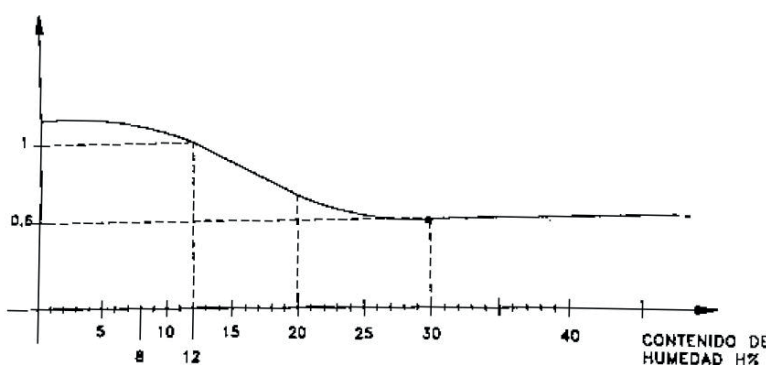


Fig. 1.81_Variación de propiedades de la madera en relación a su contenido de humedad [69]

El elemento estructural está a cubierto y protegido de la intemperie pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad de la madera mayor que el 20 % en parte o en la totalidad del elemento estructural.

También hay que tener en cuenta que la solución constructiva de la armadura, en la que solo se ventilan dos caras de los estribos, no parece la más adecuada para regular los niveles de humedad de las piezas. De hecho, tal y como se ha podido saber por la información de la intervención previa, muchos tramos de estribo estaban afectados por la humedad, y por la inspección visual se sabe que en la zona sin intervenir (EV4) existen zonas con manchas de humedad.

Ensayo de contenido de humedad mediante resistencia eléctrica

Por todo ello se ha realizado el ensayo de medición de humedad relativa de la madera, para confirmar la inspección visual y conocer hasta qué punto está la madera humedecida allí donde se ven manchas.

Existen dos maneras de conocer el contenido de humedad de la madera, mediante el secado en estufa (UNE EN 13183. Parte 1); y mediante el sistema de la resistencia eléctrica (UNE EN 13183. Parte 2). El primer método es el más exacto, pero requiere de unas condiciones muy controladas y realizarlo en laboratorio. El segundo método es posible realizarlo in-situ en las obras, pues solo precisa de un manejable aparato. El ensayo se basa en la medición mediante dos electrodos de la resistencia eléctrica de la madera, con sendos objetos punzantes separados una pequeña distancia, se pincha la pieza a medir y el aparato ofrece el valor de humedad relativa de la zona tras hacer la conversión de resistencia eléctrica a contenido de humedad (**Fig 1.82**). La manera de realizar este ensayo está estandarizada [62], pero de nuevo, las instrucciones recogidas son para piezas de una escuadría concreta, en todo caso mucho más pequeñas de las que se puede encontrar en cualquier estructura de armadura antigua. Es por esto que aun basándose en las directrices más básicas de dicho ensayo estandarizado, la prueba llevada a cabo sobre la armadura objeto de estudio, no es posible decir que sea en base a esta norma. El principal motivo es que se indica que la medición se debe hacer introduciendo los electrodos a una profundidad de 0.3 veces el fondo de la pieza. En elementos con unas escuadrías de entre 13 y 26 cm, se deberían de perforar varios centímetros todas las zonas que se deseen ensayar, dejando de ser un ensayo "no destructivo". De forma que se asume que en todo caso se está midiendo la humedad relativa contenida en las caras superficiales de las piezas ensayas, a unas profundidades de entre 0.5mm y 10mm.

El ensayo se ha realizado con un equipo Protimeter Surveymaster SM, con una franja de medición entre el 6% y el 28%, valor por encima del cual se considerará como saturada; y con una precisión para temperaturas de 15-25°C de $\pm 0.5\%$ (**Fig 1.83**). Se ha comprobado las tablas de calibración del dispositivo, según las cuales no es necesario alterar los resultados obtenidos para la madera de tipo Pino Silvestre, con condiciones de temperatura en todo caso con un salto térmico inferior a 5°C sobre los 20° de referencia. La metodología ha sido realizar mediciones de forma espaciada en los diferentes elementos (estribos, pares y nudillos) cada cierta distancia, e intensificar ese muestreo en zonas con indicios visuales de humedad o pudrición.

Para las mediciones de temperatura y humedad del ambiente, tanto exterior como interior, se ha usado un termohigrómetro digital DOQAUS, que realiza mediciones cada 5 segundos, con un rango de medición de -50°C a 70°C y 10% HR a 99% HR. Cuenta con una precisión de $\pm 0.5^\circ\text{C}$ y $\pm 3\%$ HR (**Fig 1.84**).

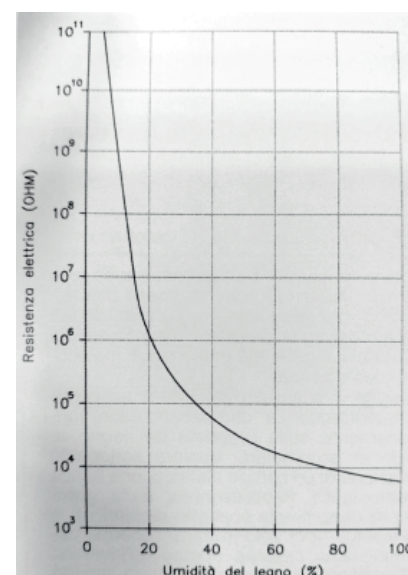


Fig. 1.82_Relación entre HR y R. eléctrica [16]



Fig. 1.83_Equipo utilizado



Fig. 1.84_Termohigrómetro empleado

Propagación por ultrasonidos

El ensayo consiste en la emisión de ondas de alta frecuencia y la medición que el tiempo tarda en atravesar un medio. Esta técnica es ampliamente usada en otras disciplinas o la industria para el control de calidad de elementos ocultos, como por ejemplo las soldaduras en estructuras. Desde los años noventa también se ha venido usando en la diagnosis de estructuras en madera como parte de los NDT's, pues permite explorar los interiores ocultos de las piezas de madera. El experimento consiste en posicionar dos palpadores, un emisor y un receptor, en la superficie exterior del elemento. Se puede realizar medidas desde diferentes ángulos:

- **Medida longitudinal**, paralela a la fibra. Normalmente de complicado acceso por la posición de las vigas.
- **Medida normal**, transversal a la fibra. Es de fácil acceso, pero da información únicamente de la sección analizada.
- **Medida cruzada**, transversal no enfrentadas. Da información de un área más amplia.
- **Medida en bulbo**, en una misma superficie. Para elementos con una sola cara medible, aporta información de la distancia barrida.

El aparato de medición da (en microsegundos) el tiempo transcurrido en el recorrido de la onda del emisor al receptor, conocida la distancia que separa los palpadores, se puede hallar la velocidad de propagación. Este valor aporta información de la continuidad, densidad y de posibles alteraciones en la zona analizada [42]. A la vez que ha sido ampliamente usado junto con las normas de clasificación visual, para establecer las características mecánicas de la madera [46] [49].

Con la reparación de los estribos del sector EV4, ha sido posible la extracción de material deteriorado de las cubiertas. Parte de estas piezas han sido llevadas al laboratorio para someterlas a un análisis mediante el ensayo de propagación de ondas de ultrasonido. Se tratan de dos piezas de aproximadamente un metro de largo, presentan dos caras en relativo buen estado (las visibles desde el camaranchón) y dos caras muy deterioradas (las que estaban en contacto con el muro) (Fig 1.85). El ensayo se lleva a cabo con un equipo Pundit lab de Neuterk que funciona alimentado por la red eléctrica y cuenta con dos palpadores planos. Tiene un rango de medida de 0.1-9999 μ s, con una precisión de $\pm 0.1 \mu$ s (Fig 1.86). Además se comprueba previamente al ensayo, que la humedad de las piezas es cercana al 12% de HR. Esto se hace con el higrómetro de resistencia eléctrica, modelo Protimeter Surveymaster SM; verificando que ambas piezas tienen en el momento del ensayo una humedad del 12.6% y el 12.2%.

Las piezas, como puede verse en la (Fig 1.87), no tienen dos caras paralelas en buen estado, por lo que se medirá las medidas perpendiculares a la



Fig. 1.85_Estado de la pieza a ensayar. Cara oculta vs visible



Fig. 1.86_Equipo empleado

fibra en la zona alta de la sección del estribo, donde si cuenta con una pequeña fracción de cara paralela en el lado más dañado. La metodología será la siguiente: realización de una medida longitudinal en la zona sana, y varias medidas transversales. Sin embargo, tras hacer varias tentativas, las medidas transversales no eran detectadas por el aparato, o daban resultados incongruentes, por lo que finalmente se sustituyeron por medidas en bulbo en ambas caras, la sana y la parte plana de la cara más dañada, evitando directamente las superficies podridas. Se ensayarán por tanto zonas de madera visualmente sanas que están en la cara opuesta o en la cercanía de la madera podrida. No es posible medir a través de la madera podrida por la imposibilidad de hacer un correcto contacto y presión con los palpadores.

En primer lugar, se realizan marcas de los puntos de medición, para que sean los mismos en ambos casos, y guarden la misma relación de distancia conocida. Las medidas longitudinales se realizan en el ángulo de convergencia de las dos caras sanas, a 3 cm de cada borde. Las medidas en bulbo se realizan a una distancia de 3 cm del borde y en punto separados 10 cm entre sí, teniendo 5 puntos de medición en cada lado (**Fig 1.88**), midiendo en primer lugar la cara sana, y en segundo lugar la cara dañada con una pequeña fracción de madera no podrida. Se han medido las piezas:

Pieza 1	Largo=97 cm	Ancho= 25 cm
Pieza 2	Largo= 102.5 cm	Ancho= 25.5 cm

Las medidas longitudinales serán una por pieza, mientras que las medidas en bulbo se harán correlativamente cada 10 cm (punto 1 a punto2, punto 2 a punto 3...) y cada dos puntos con 20 cm de separación (punto 1 a punto 3 y punto 2 a punto 4...) (**Fig 1.89**). Conociendo la separación de cada punto de medición, y teniendo el valor del tiempo de propagación de las ondas dado por el equipo de ensayo, se puede obtener la velocidad en cada área estudiada.



Fig. 1.87_Sección de la porción de estribo usada



Fig. 1.88_Marcado de puntos calibrados

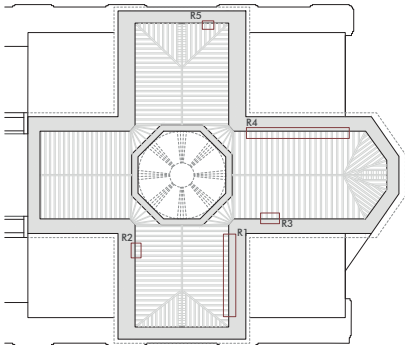
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: RESULTADOS

Resistografía

Las zonas ensayadas pueden verse en el **Plano TD.B**, los resultados de las mismas en la (**Fig 1.90**). Como puede verse, en todos los casos ensayados, en las zonas que desde el exterior se apreciaban muestras de deterioro, se ha comprobado que una vez introducido el taladro perforador, la madera pierde resistencia a una profundidad de entre 30 y 140mm. Esto evidencia la pérdida de sección resistente de las zonas analizadas, que aunque en la mayoría de los casos muestran integridad geométrica en el exterior, el interior se encuentra o podrido o atacado por agentes xilófagos.



Fig. 1.89_Toma de medidas indirectas en bulbo



ENSAYO R1

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EP4. Estribo izquierdo	Variable	Muy deformado, pérdida de color	Se han realizado tres ensayos en puntos diferentes del estribo izquierdo observando resistencia a partir de 3-4mm y con pérdidas de resistencia completa en los tres punto a partir de los 50-80 mm de profundidad.

ENSAYO R2

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EP4. Estribo derecho	140 mm	Deformado, pérdida de color	El primer centimetro no ofrece resistencia a la perforación, de modo que el ángulo de incidencia comienza en el milímetro 11. Se observa pérdida de resistencia total a partir de los 114 mm.

ENSAYO R3

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
C5-AM. Estribo derecho	160 mm	Pérdida de color	El ensayo presenta un ángulo de incidencia característico de maderas con buena resistencia superficial. En cambio, a los 143 mm se produce una pérdida de resistencia total.

ENSAYO R4

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
C5-AM. Estribo izquierdo	Variable	Deformado, pérdida de color	Se han realizado varios ensayos en puntos diferentes del estribo izquierdo observando pérdidas de resistencia completa en los tres punto a partir de los 35-40 mm de profundidad. En la primera perforación se detecta una pérdida de resistencia inicial de 30 mm debidas al pliegue en la cara inferior del estribo.

ENSAYO R5

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EV4. Estribo frontal	140 mm	Evidencia de ataque de xilófago	Se observa discontinuidad en la resistencia entre los 32 y 45 mm y entre 74 y 104 mm debido a galerías realizadas por termitas. A partir de los 109 mm la resistencia se pierde totalmente.

Fig. 1.90_Resultados obtenidos en las resistografías realizadas

Humedad relativa

Cubierta EP4

Los resultados del ensayo pueden verse en el **Plano TD.C-1**.

Las mediciones se realizaron con las siguientes condiciones ambientales:

Exterior:	T= 17.3 °C	HR= 50%	
Interior:	T= 16.3 °C	HR= 54%	Heq=11%

Se ha realizado un muestreo por las piezas de la armadura, obteniéndose valores normales en general. Los pares tienen una humedad media del 17%, y los nudillos del 16.5%. En los estribos se presentan tres puntos con medidas extrañamente altas de humedad. En primer lugar bajo la mansarda, se obtiene un 22%, valor explicable por su cercanía con una apertura al exterior. Además en dos puntos del estribado, el lado A entre los pares 14-16 y en lado B entre los pares 15-17, se obtienen mediciones por encima del punto de saturación, tanto en el propio estribo, como en la entrega inmediata de los pares. Teniendo en cuenta que este sector ya ha sido intervenido y reparado, estos resultados resultan llamativos. **(Fig 1.91)**

Tras consultarlo con los responsables de la obra, se comunicó que estas zonas están bajo la cornisa que sirve de paso y no ha sido tratada aún para dotarla de impermeabilidad, por lo que es posible que la humedad se deba a las filtraciones de las últimas lluvias recientes.

Cubierta C5-AM

Los resultados del ensayo pueden verse en el **Plano TD.C-2**.

Las mediciones se realizaron con las siguientes condiciones ambientales:

Exterior:	T= 20.8 °C	HR= 48%	
Interior:	T= 15.2 °C	HR= 62%	Heq=12%

De nuevo se ha realizado un muestreo cada cierta distancia en los tres tipos de piezas, obteniéndose en todo caso valores dentro de la normalidad. Los estribos tienen valores de entre el 17%-19%, los pares de 17%-22%, y los nudillos de 17%-18%. Estos valores algo más altos de la humedad de equilibrio se pueden explicar porque el sector ha sido intervenido recientemente, habiendo estado secciones del mismo momentáneamente descubiertas, además de que han sido tratadas días atrás con productos de imprimación líquidos. Por lo que en el momento de la medición esas piezas no se han secado del todo hasta alcanzar el equilibrio. **(Fig 1.92)**

Cubierta EV4

Cabe recordar que esta cubierta, en la que se centrará el posterior análisis estructural, aún no ha sido intervenida. Se realizan dos mediciones en diferentes días, la primera en un día lluvioso tras varios días de lluvias, y la segunda, una semana después, día soleado y sin volver a darse lluvias desde la semana anterior.

Primera medición, día lluvioso: Los resultados del ensayo pueden verse en el **Plano TD.C-3**.

Las mediciones se realizaron con las siguientes condiciones ambientales:

Exterior:	T= 13.0 °C	HR= 90%	
Interior:	T= 13.9 °C	HR= 82%	Heq= 19%.



Fig. 1.91_Humedad en cabeza de par. EP4



Fig. 1.92_Apertura de huecos durante la reparación del sector C5-AM



Fig. 1.93_Importante presencia de humedad en estribo y cabeza de par

Por lo general todas las medidas están por encima del 20% de humedad relativa. Los nudillos, las piezas más ventiladas tienen unos valores de entre 19% y 24%. Los nudillos, por su irregularidad de medida se han tomado muestras en un punto central y en la cabeza de entrega a los estribos, obteniéndose valores más altos en este segundo punto, cercanos o sobrepasando el punto de saturación. En el caso de los pares bajo la apertura y el techo dañado de la mansarda, los valores incrementan. Los estribos son los elementos más dañados, obteniéndose que gran parte de su desarrollo se encuentra por encima del punto de saturación, y no solo las zonas aparentemente alteradas. Dado que las medidas eran irregulares según se midiese en la parte baja, media o alta de la cara lateral de los estribos, se ha tomado como referencia las medidas realizadas en el punto medio, aunque por lo general en la zona baja eran significativamente más altas, y en la zona superior, ligeramente más bajas. En cualquier caso, con las condiciones obtenidas, la mayor parte de la armadura se encuentra en peligro por ataques de agentes degradantes. **(Fig 1.93)**



Fig. 1.94_Apertura de catas para examinar estribos

Segunda medición, día soleado: Los resultados del ensayo pueden verse en el **Plano TD.C-4**.

Las mediciones se realizaron con las siguientes condiciones ambientales:

Exterior:	T= 20.8 °C	HR= 48%	
Interior:	T= 15.5 °C	HR= 63%	Heq=12%

En esta ocasión, ya pasada la lluvia, con una temperatura ambiente superior, y la humedad relativa del aire menor, las condiciones de humedad de la madera son más bajas por lo general. Los nudillos tienen una humedad media del 17%, así como los pares en sus puntos medios del 18%. Sin embargo los estribos siguen presentando numerosas zonas donde la humedad relativa se encuentra por encima del punto de saturación, no solo en aquellas visualmente degradadas. En estas áreas donde sí se aprecian manchas y evidencias de pudrición, que ya fueron ensayadas mediante resistografía, obteniéndose una pérdida importante de sección; se viene a confirmar que es debido a la presencia prolongada de altos contenidos de humedad. Los otros puntos donde aparentemente la madera se encuentra bien, y no se ensayó la resistografía pero si se obtienen igualmente valores altos de humedad, son zonas susceptibles de estar afectada interiormente por pudrición o xilófagos. Con el punzón solo se ha podido comprobar la dureza superficial que si se aprecia algo inferior al de otras zonas más ventiladas. Pero solo es mediante una nueva resistografía o mediante la apertura de cata, como se conocerá su estado real.



Fig. 1.95_Cara oculta de los estribos

Ante el conocimiento de estos datos, el de la resistografía local ya practicada, y con la experiencia de que los estribos en los otros sectores de cubiertas tuvieron que ser cambiando en gran medida; se decide la apertura de catas en los paños de cubierta en zonas donde se ha obtenido alto contenido de humedad. Mediante la apertura de tres pequeñas zanjas en las últimas tejas del paño **(Fig 1.94)**, se descubre la cara oculta de los estribos **(Fig 1.95)**, donde se puede observar que han perdido su composición, estando severamente podridos y con una pérdida de sección cercana al 50 de la pieza original **(Fig 1.96)**.



Fig. 1.96_La madera ha perdido todas sus propiedades

De esta forma, se viene a confirmar que la presencia prolongada de alto contenido de humedad en los elementos de madera, han provocado el deterioro del mismo, siendo en este caso pudrición parda o cúbica, además de insectos xilófagos, lo que han atacado a las piezas.

Propagación por ultrasonidos

Los resultados se muestran en la (Fig 1.97). Se debe aclarar que en la medición de la Cara 2 en la Pieza 1, ha habido algún tipo de particularidad entre los puntos 2 y 3 que ha producido medidas y resultados incongruentes que no se han tenido en cuenta para el estudio. Más allá de eso, se puede observar que las mediciones por zonas, son comparativamente muy similares entre ambas piezas, lo cual es razonable ya que son el mismo tipo de madera sometido al mismo nivel de deterioro. También se puede ver como las medidas de velocidad en las caras sanas son sensiblemente superiores a las medidas en la cara más dañada, si se toma la medida mayor de las velocidades obtenida en las caras sanas, se observa como hay un descenso de casi el 20% en la cara más dañada. También se aprecia que, en las mediciones obtenidas dentro de la misma cara, hay una gran desviación sobre la media obtenida, lo que indica el grado de heterogeneidad del material y el avance del deterioro desigual a través de él, o incluso el posible error acumulado en la medición por realizar mediciones en bulbo. Igualmente se evidencia la gran diferencia de velocidades obtenidas en las medidas longitudinales, ya que al propagarse las ondas en dirección de la fibra son mucho mayores.[21]

PIEZA 1				PIEZA 2				COMPARATIVA			
CARA 1 (Buen estado)				CARA 1 (Buen estado)							
MEDIDA	T (µs)	D (m)	v (m/s)	MEDIDA	T (µs)	D (m)	v (m/s)	ZONA ANALIZADA	v (m/s)	RENDIMIENTO	
L1	178,9	0,97	5422,0	L1	196	1,02	5204,1	Pieza 1	Cara 1	1808,6	100%
CARA 2 (Mal estado)				CARA 2 (Mal estado)				Pieza 2			
MEDIDA	T (µs)	D (m)	v (m/s)	MEDIDA	T (µs)	D (m)	v (m/s)	Cara 1	1744,1	96%	
T1-2	43,2	0,1	2314,8	T1-2	45,6	0,1	2193,0	Cara 2	1596,5	88%	
T2-3	55,6	0,1	1798,6	T2-3	46,1	0,1	2169,2				
T3-4	53,6	0,1	1865,7	T3-4	68,8	0,1	1453,5				
T4-5	56,0	0,1	1785,7	T4-5	60,0	0,1	1666,7				
T1-3	122,2	0,2	1636,7	T1-3	100,4	0,2	1992,0				
T2-4	117,5	0,2	1702,1	T2-4	129,7	0,2	1542,0				
T3-5	128,5	0,2	1556,4	T3-5	167,7	0,2	1192,6				
			Vmed				Vmed				
			1808,6				1744,1				

Fig. 1.97_Resultados obtenidos en el ensayo de ultrasonido en las dos caras de cada una de las piezas ensayadas

Estos resultados se pueden comparar con los publicados por Rodríguez Liñán et al. en [21], donde se establece una escala de valores de velocidad de transmisión. Estos valores, se proporcionan como referencia para medidas realizadas de forma perpendicular a la fibra, mientras que los del presente estudio se han hecho en bulbo. Este último método es más indirecto y acumula mayores errores de medición, por lo que para estar dentro de un rango de seguridad, se tomaran los valores la citada publicación aumentándolos en un 20%. Estas franjas de medida de velocidad indican el grado de densidad y por tanto de deterioro de las zonas medidas.

Según R. Liñán: $V_n > 1200 \text{ m/s} \rightarrow +20\% \rightarrow V_b > 1440 \text{ m/s}$: Madera sana.

Según R. Liñán: $1200 \text{ m/s} < V_n < 600 \text{ m/s} \rightarrow +20\% \rightarrow 1440 \text{ m/s} < V_b < 720 \text{ m/s}$: Madera algo dañada, perdida de densidad de hasta el 30%.

Según R. Liñán: $V_n < 600 \text{ m/s} \rightarrow +20\% \rightarrow V_b < 720 \text{ m/s}$: Madera muy dañada, pérdida de densidad mayor del 30%.



Fig. 1.98_Afección de la pudrición parta al estribo

Sabiendo que se han obtenido valores de entre 2300 m/s hasta 1190 m/s, se puede observar que las zonas de madera analizada están relativamente sana, en la mayoría de las zonas se registran medidas superiores a lo considerado madera sana, y en ningún momento se sobre pasa el límite de la madera “muy dañada”. Pero cabe destacar que estas medidas se han realizado siempre en zonas visualmente sanas, ya que en las zonas con aparente pudrición no se obtenía respuesta del equipo de medición. Por tanto, si bien la madera sana cuenta con unos valores aceptables, en las zonas más alejadas de la pudrición, bastantes más altos. Se puede observar entonces, cómo la pudrición solo reduce (drásticamente) las propiedades de las zonas directamente atacadas (**Fig 1.98**), manteniendo las zonas fuera de su acción unas cualidades aceptables como para poder reaprovechar secciones en el caso que por la geometría de la pieza fuera necesario. Este hecho se produjo en las obras de sustitución de los estribos de otros sectores, donde en determinados zonas, el avance de la pudrición no eran tan grave.

SEGUIMIENTO DE LAS OBRAS

La investigación previa realizada sobre los tres sectores de cubierta, ha permitido realizar en paralelo un seguimiento periódico de las obras de reparación del conjunto de cubiertas que se han desarrollado en la Parroquia de Santa Cruz **[1]**. Con las visitas y el apoyo de la dirección facultativa, ha sido posible elaborar y reunir toda la información necesaria para este trabajo, pero también poder observar de cerca todas las tareas de una obra de reparación y conservación de un edificio patrimonial (**Fig 1.99**). Todo ello ha permitido la observación del trabajo de diferentes profesionales en varios oficios, desde las tareas propias del arquitecto con la propiedad, las de la empresa constructora y su técnico responsable, pasando por la de los operarios, albañiles, carpinteros, restauradores... (**Fig 1.100**)



Fig. 1.99_El autor en una de las inspecciones realizadas



Fig. 1.100_El director y el jefe de obra en una visita

En este proceso se ha podido observar tareas como la inspección cromática y compositiva de revestimientos exteriores, la toma de decisiones en cuanto a acabados, técnicas o materiales a usar, o decidir sobre la convivencia de elementos restaurados con elementos reconstruidos (**Fig 1.101**). También ha sido posible realizar in-situ apertura de catas (**Fig 1.102**) para inspeccionar elementos ocultos, y así poder tomar decisiones según lo encontrado (**Fig 1.103**). Se ha presenciado el método para el apeo de paños de cubierta histórica, la construcción de plataformas auxiliares de trabajo adosadas a fachadas en altura, o la sustitución por bataches de los estribos donde se apoya toda la cubierta (**Fig 1.104**).

Se ha sido testigo del descubrimiento de escritos o documentos históricos, de la realización de pruebas sobre los acabados de materiales tan relevantes como tejas o pináculos; así como de los trabajos de los carpinteros contemporáneos y sus técnicas en la unión de piezas estructurales mediante colas y anclajes (**Fig 1.105**). Se ha podido conocer los sistemas para la protección de fábricas y madera, mediante la aplicación de varios productos; o las obras de repaso, retaqueo y cosido de muros. Además también se ha podido inspeccionar zonas no accesibles, fuera de la intervención originalmente planteada, por la aparición de filtraciones en otros sectores de cubierta que afectaban a los interiores del templo, ampliando los conocimientos y la información sobre el edificio (**Fig 1.106**).

Trabajos también importantes han sido los de colocar varias líneas de vida en interiores y exteriores, ya que esta actuación de reparación no contempla solventar la inaccesibilidad a la cota superior de las cubiertas. De forma que, aunque sea necesario el uso de medio auxiliares para el ascenso por labores de mantenimiento, se han colocados tramos de líneas de vida por donde poder transitar con unas mínimas condiciones de seguridad una vez terminados los trabajos.



Fig. 1.103_Realización in-situ de ensayo de humedad



Fig. 1.101_Pruebas sobre acabados finales



Fig. 1.102_Apertura de catas en estribado



Fig. 1.104_Apeo de paño de cubierta para sustitución de estribado por bataches



Fig. 1.105_Uniones de piezas realizadas in-situ con colas y tirafondos



Fig. 1.106_Inspección de sectores no accesibles

CONCLUSIONES AL TRABAJO DE CAMPO

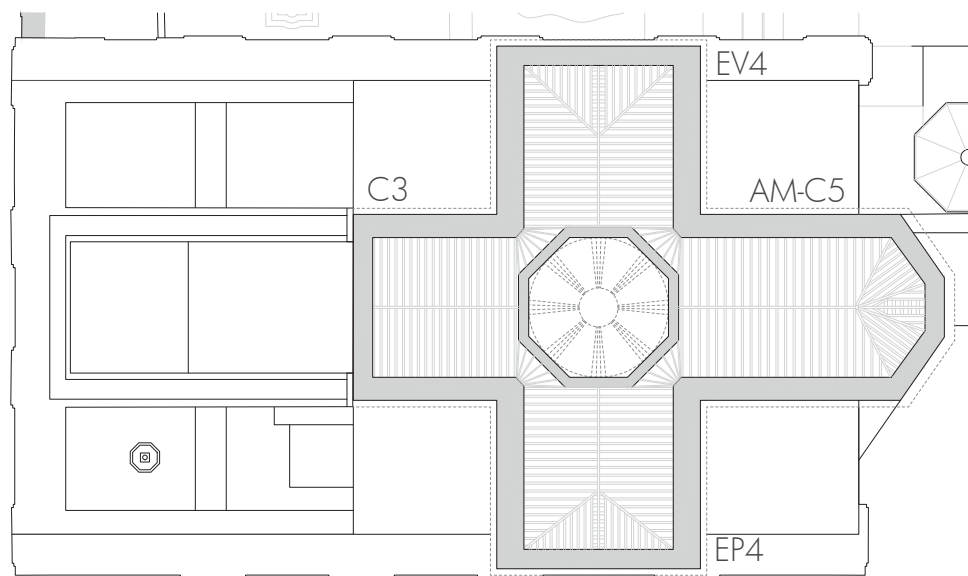


Fig.1.107_Localización de sectores en el conjunto

A partir de la información preliminar, y gracias a la toma de datos y los ensayos realizados, se puede llegar a las siguientes conclusiones (**Fig 1.107**):

Las obras de reparación sobre las cubiertas tienen su desencadenante en el mal estado del sector EP4 que amenazaba con colapsar. Previa a la intervención se encontraron graves deformaciones, aperturas en los paños que producían filtraciones, múltiples zonas con madera podrida, pares deformados o cercanos al colapso y zonas de los estribos severamente aplastadas bajo el empuje de los pares. En el sector AM-C5 las deformaciones eran mucho menores y no había peligro inminente, pero se cambiaron parte de los estribos debido a la pudrición.

Las cubiertas tienen soluciones constructivas muy similares pero no iguales, quizás debido a la prolongada construcción, o a los problemas que surgieron a lo largo de la misma. Constando además, evidencias documentales donde se describe que las cubiertas ya fueron sustituidas antes de la culminación del edificio debido a la pudrición que sufrieron. También relevante es el hecho que en las armaduras conviven elementos de diferentes épocas: piezas de acarreo provenientes de otras construcciones y que han sido suplementadas, y piezas colocadas expreso para la iglesia. Sin estar claro el motivo, aunque probablemente esté relacionado con lo descrito previamente, las armaduras presentan un aparente sobredimensionado sobre las proporciones que suelen tener este tipo de estructuras en cuanto a escuadrías y sobre todo separaciones.

Actualmente las cubiertas EP4 y C5-AM presentan un buen estado de conservación, evidenciándose solo muestras antiguas de humedades o ataques biológicos inactivos. La cubierta EV4 por su parte, presenta a primera vista un aceptable estado de conservación, sin evidencias de peligro estructural.

Las cubiertas EP4 y C5-AM presentan leves deformaciones en sus paños, e hileras por el acomodo y asiento de los pares. En la C5-AM, además está deformado el estribado por el mismo motivo. Mientras que en la EV4 las deformaciones son casi imperceptibles

Las resistografías practicadas, vinieron a confirmar la evidente pudrición de los estribos aplastados en el sector EP4, detectaron varios puntos de pudrición en C5-AM que luego resultó más extendida, y detectaron un punto muy deteriorado en EV4, por lo que en principio podría ser algo puntual de la zona inspeccionada, aunque la posterior apertura de catas en los puntos con más

humedad ha revelado que se trata de un fenómeno generalizado (**Fig 1.108**).

En todos los sectores de cubierta se da el hecho de que la humedad de equilibrio de la madera según las condiciones higrotérmicas es menor que la humedad relativa real de las piezas que las forman. En el caso de la EP4 y la C5-AM, las humedades son algo mayores, pero por lo general está dentro de márgenes aceptables y explicables por la humedad residual adquirida con anterioridad. En el caso de la EV4 se encuentra muchas piezas con humedad relativa alta o incluso por encima del punto de saturación de la fibra, lo que es una causa (y un síntoma) de aparición de pudrición y otros ataques biológicos.

Los resultados del ensayo de ultrasonidos sobre el estribado de la EV4 muestran que la madera más alejada de la zona podrida tiene por lo general un buen estado en cuanto a su densidad, mientras que cuando se acerca estas disminuyen. Las zonas directamente atacadas (aproximadamente el 50% de la sección) carecen de propiedades mecánicas estructurales.

Todo lo anterior evidencia que si bien, a priori la cubierta EV4 presenta un aparente buen estado, todos los resultados de los ensayos marcan en la dirección contraria, aportando datos sobre la pérdida de propiedades y el deterioro en sus secciones. Para saber hasta qué punto está afectada la integridad estructural de la cubierta, se usará el volcado de esta información en la generación de un modelo informático de cálculo estructural.



Fig. 1.108_Todos los estribos estaban afectados por la humedad y la pudrición

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

CONSIDERACIONES Y DATOS DE PARTIDA

Realizado el trabajo de campo por el que se han obtenido los datos experimentales, se está en disposición de aglutinar toda la información para generar un modelo de cálculo que permita simular las condiciones de la estructura, de forma que se puedan comprobar los índices de seguridad con los que cuenta, a la vez que permita confirmar o refutar las hipótesis en cuanto a su estado de deterioro, deformaciones y puntos críticos, y los motivos causantes.

Para el cálculo numérico-estructural se aplicará la normativa vigente en edificación de madera: CTE-SE-M [55], con el apoyo del Documento Básico SE-Acciones en la Edificación, y SE-Fábricas [56] [57], así como normas mencionada y contempladas en el código, la norma de clasificación visual de madera: UNE 56544 [66]. Se hace evidente que la armadura de la cubierta estudiada no fue construida en base a ninguna normativa vigente ni derogada, más allá de la tradición de la carpintería española. Los resultados de someter la estructura histórica a los parámetros que se contemplan en la actualidad, pueden ofrecer una valiosa información en cuanto en tanto, se podrá analizar sus condiciones de seguridad en parámetros actuales y saber cuán del lado la de seguridad o de la inseguridad fueron construidas estas armaduras de carpintería.



Fig. 1.109_Geometría de la armadura a analizar

Con este fin, la zona analizada estructuralmente corresponde al Sector EV4, donde se ha intensificado la toma de datos. Dentro del mencionado sector, se analizarán los elementos de madera que la constituyen, abarcando desde el plano del estribado hasta los pares y la hilera, obviando las correas y la tablazón en su geometría estructural, no así en su carga (Fig 1.109). Igualmente, los muros de fábrica de ladrillo donde se apoyan los elementos de madera no serán objeto de este análisis, aunque si servirá como parte del modelo.

El cálculo se realizará mediante un software informático. Para la elección del mismo se ha de tener en cuenta que los elementos a estudiar son piezas donde predomina de forma clara una dimensión sobre las otras, es decir, en términos estructurales se tratan en todo caso de barras. Este hecho es determinante en la elección del tipo de software, pues en el análisis estructural se usan principalmente dos tipos de tecnologías: el cálculo matricial y el cálculo de elementos finitos [70].

El cálculo matricial, heredero de la metodología de cálculo manual previa a la existencia del análisis computacional, se basa en el estudio de los esfuerzos en elementos lineales (barras) y puntos, cuya extrapolación directa son vigas y nudos. Aunque es una simplificación de la realidad, pues no analiza las tensiones internas del material, se adecua en gran medida a ella, sobre todo en estructuras lineales, formada principalmente por vigas, por lo que constituye un sistema perfectamente válido y a la vez de mayor sencillez en el cálculo estructural arquitectónico [70].

El cálculo por el método de elementos finitos es una tecnología posible gracias al uso del ordenador. Se basa en la descomposición de los elementos estudiados en tantas fracciones como afinado se pretenda hacer el cálculo.

Mediante dicho fraccionamiento el software estudiara las tensiones producidas en cada una de ellas, haciendo un mapeo general de tensiones producidas por las acciones. Es una tecnología más compleja y completa que la matricial, pues entra a analizar lo que ocurre dentro de las dimensiones de los elementos estructurales, pero su modelado, programado y análisis de datos es más complejo que el anterior [70].

Teniendo en cuenta estos aspectos, y sabiendo además que el cálculo estructural dentro de la investigación previa de este Trabajo Fin de Master constituye un paso de comprobación y confirmación de hipótesis sobre el estado de conservación del objeto analizado, y puesto que este objeto será la armadura constituida por vigas de madera, que son barras estructurales; se ha optado por realizar los cálculos mediante el sistema matricial. Para la aplicación del análisis se utilizará concretamente el software Cype 3D, especializado en análisis de estructuras de barras en diferentes materiales, entre los que se encuentra la madera.

CLASIFICACIÓN DE LA MADERA. ASIGNACIÓN DE CLASE RESISTENTE

Previo al cálculo estructural de la armadura, se debe conocer las características de los materiales que la forman. La madera más ampliamente usada en las estructuras provienen de las especies de coníferas [69], ya que son las más baratas y fácilmente mecanizadas, ofreciendo además una relación óptima entre resistencia-densidad [16]. Dentro de las coníferas, el CTE clasifica las maderas en diferentes categorías, llamadas Clases Resistentes, según las cuales establece unas características mecánicas específicas. Para saber qué características posee la madera de la cubierta, es decir, a que Clase Resistente pertenecen, se debe conocer en primer lugar la especie arbórea de la madera, y en segundo lugar la calidad visual de cada pieza.

La madera que forman los elementos de la armadura ha sido reconocida por un experto botánico como madera de la especie *Pinus Sylvestris* L.; Pino Silvestre o Pino de Flandes. Mientras que la calidad de los elementos de madera, tal y como indica el CTE: "es competencia, normalmente del organismo de normalización del país que publica la norma". En este caso la norma UNE 56544 [66].

Si se consulta la citada norma publicada por AENOR, en primer lugar se establece el objeto de estudio como las piezas de madera estructural aserrada de escuadría rectangular y perteneciente a especies conífera. Luego se hace distinción entre dos sistemas de clasificación: uno para maderas de pequeña escuadría con clases ME-1 y ME-2 (Madera Estructural de 1ª o de 2ª); y otro para maderas de gran escuadría, con una única clase MEG (Madera Estructural de Gran Escuadría). El límite entre ambos está cuando el ancho de la pieza analizada, "b", es mayor que 70mm; por lo que todas las piezas analizadas en la armadura se deberán clasificar con el segundo método para grandes piezas.

Para la clasificación, la norma presta atención a la calidad visual de las piezas y la presencia de diferentes particularidades propias de la madera como son: nudos, fendas, acebolladuras, gemas, alteraciones biológicas, etc. Como se ha visto en la bibliografía [42] [47], existen otras maneras para la asignación de calidades a la madera basada en campañas de ensayos, destructivos o no, y si bien, tal y como indican [49] y [50], la norma UNE puede resultar demasiado conservadora (pues rechaza piezas que pudieran ser aptas al servicio) actualmente es la única normalizada de forma oficial.

Las piezas de la armadura han sido analizadas visualmente mediante la aplicación de la Tabla 3 de la citada norma (**Fig 1.110**). Mediante la observación y medición de las diferentes alteraciones de la madera (**Fig 1.111**) se ha determinado qué piezas cumplen los requisitos exigidos y por tanto pueden ser clasificadas como Madera Estructural de Gran Escuadría (MEG); y cuáles

Tabla 3 – Especificaciones para la clasificación de piezas de sección rectangular con anchura $b > 70$ mm

CRITERIOS DE CALIDAD		MEG
DIÁMETRO DE LOS NUDOS SOBRE LA CARA (h)		$d \leq 2/3$ de "h"
DIÁMETRO DE LOS NUDOS SOBRE EL CANTO (b)		$d \leq 2/3$ de "b"
ANCHURA MÁXIMA DEL ANILLO DE CRECIMIENTO ⁽¹⁾ – Pino silvestre – Pino laricio – Pino gallego y pinaster – Pino insigne (radiata)		Sin limitación Sin limitación Sin limitación Sin limitación
FENDAS	De secado ⁽²⁾⁽³⁾	$f \leq 3/5$ Las fendas de contracción sólo se consideran si su longitud es mayor que la menor de las dimensiones siguientes: 1/4 de la longitud de la pieza y 1 m.
	– Rayo – Heladura – Abatimiento	No permitidas
ACEBOLLADURAS		No permitidas
BOLSAS DE RESINA y ENTRECASCO		Se admiten si su longitud es menor o igual que $1,5 \cdot "h"$
MADERA DE COMPRESIÓN		Admisible en 2/5 de la sección o de la superficie externa de la pieza
DESVIACIÓN DE LA FIBRA		1:6 (16,7%)
GEMAS – longitud – dimensión relativa		$\leq 1/3$ de "L" $g \leq 1/3$
MÉDULA ⁽¹⁾		Admitida
ALTERACIONES BIOLÓGICAS – Muérdago (<i>V. album</i>) – Azulado – Pudrición – Galerías de insectos xilófagos		– No se admite – Se admite – No se admite – No se admiten
DEFORMACIONES MÁXIMAS ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ – Curvatura de cara – Curvatura de canto – Alabeo – Abarquillado		20 (10) mm (para una longitud de 2 m) 12 (8) mm (para una longitud de 2 m) 2 (1) mm (por cada 25 mm de "h") (para una longitud de 2 m) sin limitación
<p>(1) Estos criterios sólo se consideran cuando se comercializa en húmedo. (2) Estos criterios no se consideran cuando la clasificación se efectúa en húmedo. (3) Referidas a un 20% de contenido de humedad. (4) Pueden aceptarse deformaciones mayores siempre que no afecten a la estabilidad de la construcción (porque puedan corregirse durante la fase del montaje) y exista acuerdo expreso al respecto entre el suministrador y el cliente. (5) Se toman los valores más exigentes indicados entre paréntesis, cuando la calidad MEG de lugar a una clase resistente superior a C18.</p>		

Fig. 1.110_UNE 56544 [66]



Fig. 1.111_Clasificación visual de los elementos de la armadura mediante la medición in-situ

CLASIFICACION DE PIEZAS DE GRAN ESCUADRÍA SEGÚN UNE 56544:2011

Esta tabla recoge solo las piezas que visiblemente han presentado defectos con motivos aparentes para su rechazo. El resto de piezas no presentan defectos recogidos en la norma de clasificación y cumplen los requisitos para ser madera de calidad MEG.

Se han analizado Pares, Nudillos e Hilera, el estribado no se puede analizar ya que solo presenta una cara visible

PIEZA	DEFECTO	ANÁLISIS	RESULTADO
Par I-1	Nudos	2 nudos con $d > 2/3$ de H	RECHAZADA
Par I-5	Fendas	$F < 3/5$ de L	ACEPTADA
Lima I	Alteración biológica	Leve inicio de pudrición superficial. Indicio de ataque por xilofagos	RECHAZADA
Par D-5	Fendas	$F > 3/5$ de L	RECHAZADA
Par D-9	Nudos	$d > 2/3$ de H	RECHAZADA
Par F-13	Fendas	$F > 3/5$ de L	RECHAZADA
Par F-10	Fendas	$F > 3/5$ de L	RECHAZADA
Nudillo 1	Nudos	Varios nudos con $d > 2/3$ de H	RECHAZADA
Nudillo 2	Nudos	Varios nudos pasantes con $d > 2/3$ de H	RECHAZADA
Nudillo 4	Nudos	$d < 2/3$ de H	ACEPTADA
Nudillo 5	Fendas	$F > 3/5$ de L	RECHAZADA
Nudillo 6	Nudos	$d > 2/3$ de H	RECHAZADA
Nudillo 9	Nudos	Varios nudos con diametro cercano a limite, unidos a grasas que debilitan sección resistente	RECHAZADA

El resto de piezas *SI* cumplen los requisitos para ser Madera de Calidad MEG

BREVE ESTADÍSTICA

MOTIVO RECHAZO	Nº PIEZAS	% SOBRE TOTAL
Nudos	6	54,5%
Fendas	4	36,4%
Alteraciones biológicas	1	9,1%

PIEZA	Nº PIEZAS	RENDIMIENTOS
PARES TOTALES	63	80%
NUDILLO TOTALES	15	19%
HILERA	1	1%
PIEZAS TOTALES	79	100%

Fig. 1.112_Resultado de la clasificación visual realizada

sin embargo pudieran ser rechazadas. Para ello se ha medido detalladamente y comprobado las dimensiones de dichas particularidades, el resultado de la clasificación puede verse en la (**Fig 1.112**), a partir de la cual se ha generado el **Plano CV.1_Clasificación Visual Sector EV4** donde se recoge de forma gráfica la situación de los elementos rechazados.

Como puede verse, han sido rechazadas 11 piezas de un total de 79, lo que supone el 14%. De entre el total de los rechazos, más de la mitad se han debido a nudos (54.5%), mientras que las fendas han sido el 36.4% y la alteración biológica solo el 9.1%. También cabe destacar que el 33% de los nudillos totales han sido rechazados según estos estándares; esto junto al análisis general realizado para la clasificación, evidencia que se usaron piezas de peor calidad para la ejecución de estos componentes de la armadura, hecho lógico por otra parte, dado su poca solicitud estructural frente a otras piezas como los pares.

El resto de piezas, el 86%, sí han pasado los estándares de calidad exigidos y se pueden clasificar como madera MEG. Conociendo la especie y el dato de calidad de la madera, se puede obtener la clase resistente de las piezas. Se recoge en el CTE-SE-M, Anejo C- Asignación de clase resistente, Tabla C.1 (**Fig 1.113**), donde para la madera de Pino Silvestre con calidad MEG, se le asigna una **Clase Resistente C22**. Para saber que propiedades mecánicas corresponde

C.2 Asignación de clase resistente a partir de la Calidad de la especie arbórea.

1 En la tabla C.1 se establece para la madera aserrada, con carácter informativo y no exhaustivo, la asignación de clase resistente, en función de la calidad según la norma de clasificación la especie arbórea y la procedencia consideradas (véase apartado C.3)

Tabla C.1. Asignación de clase resistente para diferentes especies arbóreas y procedencias según normas de clasificación.

Norma	Especie (Procedencia)	Clase resistente									
		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	D35	D40
UNE 56544:2011	Pino silvestre (España)	-	-	ME-2	MEG	-	ME-1	-	-	-	-
	Pino pinaster (España)	-	-	ME-2	-	ME-1	-	-	-	-	
	Pino insignis (España)	-	-	ME-2	-	ME-1	-	-	-	-	
	Pino laricio (España)	-	-	ME-2	MEG	-	-	ME-1	-	-	

Fig. 1.113_Asignación del pino silvestre MEG: Clase Resistente C22. [55]

con esta clase, se recurre en este caso al Anejo E- Valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad. En su Tabla E.1 figuran los citados valores para cada una de las direcciones²⁵, siendo:

25. La madera es un material anisotrópico, es decir, sus propiedades mecánicas son diferentes en cada una de sus direcciones con respecto a la dirección de la fibra vegetal.

Propiedades mecánicas para la madera C22

CTE-SE-M. Anejo E- Valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad. Tabla E.1

Resistencia (característica) en N/mm2

- Flexión $f_{m,k} = 22$
- Tracción paralela $f_{t,0,k} = 13$
- Tracción perpendicular. $f_{t,90,k} = 0,4$
- Compresión paralela $f_{c,0,k} = 20$
- Compresión perpendicular $f_{c,90,k} = 2,4$
- Cortante $f_{v,k} = 3,8$

Rigidez, en kN/mm²

- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio} = 10$
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentíl $E_{0,k} = 6,7$
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio} = 0,33$
- Módulo transversal medio $G_{medio} = 0,63$

Densidad, en kg/m3

- Densidad característica $\rho_k = 340$
- Densidad media $\rho_{medio} = 410$

Estos son los valores aplicados según el CTE a las maderas clasificadas, mientras que las piezas que no han pasado el filtro de calidad de la norma, serían rechazadas. Esto tiene sentido en el caso de recepción de piezas en la nueva edificación, pero en el caso de inspección de estructuras existente, no es lógico el hecho de rechazar piezas, pues es evidente que estas están trabajando estructuralmente [49]. En este caso, la particularidad es más llamativa, pues una de las piezas rechazadas es una lima que recoge la cabeza de numerosos pares llegando hasta la hilera y configurando uno de los principales nudos de la armadura. Si se acogiese al más estricto sentido de la norma y se “rechazase” esta pieza, de forma que estructuralmente no trabajase como elemento (y por tanto no existe) toda la cubierta colapsaría. Es por esto que a estas piezas se les ha asignado la menor de las Clases Resistentes contempladas en la normativa, la C14, de forma que están contempladas en la trasmisión de esfuerzos, pero con una resistencia menor que las piezas óptimas en parámetros de calidad.

Otros materiales

Además de la madera, existen otros materiales que intervienen en la estructura de la armadura y deben ser tenidos en cuenta de una u otra forma en el cálculo numérico. Uno de ellos es el conjunto de materiales que forma la tablazón (**Fig 1.114**), (los cuales se trasladarán como una carga aplicada según las directrices normativas) y otro es el muro de apoyo. Para determinar las características de estos muros macizos de fábrica de ladrillo y mortero de cal, se ha usado la literatura existente [54], que si bien se basan en muros de arquitectura doméstica, es posible extrapolarlos con los datos del edificio de estudio, pues data de la misma época y usa el mismo tipo material. Los parámetros usados han sido:

- Módulo de elasticidad= 700 MPa
- Coeficiente de Poisson=0.15
- Coeficiente de dilatación térmica= 0.000006 m/m°C
- Peso específico= 17.65 kN/m³



Fig. 1.114_Sección y composición de la tablazón

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Para el cálculo estructural de la cubierta se han considerado dos hipótesis a fin de poder comparar los resultados entre sí. En primer lugar se analizará la cubierta en un teórico estado perfecto, cercano a cómo debería ser en el momento que se ejecutó, esto es, sin ningún tipo de deterioro ni afección. La otra hipótesis será la cubierta tal y como se muestra en la inspección realizada, donde se incorporará la información obtenida en la toma de datos. De esta forma se estará en disposición de conocer el estado de la estructura en su concepción original y en el momento actual, comparando valores de aprovechamiento de secciones, deformaciones y coeficientes de seguridad.

Cargas comunes a ambas hipótesis

En cualquier caso hay un factor que apenas ha cambiado en toda la vida de la cubierta, esto es la carga que soporta. Para analizar las cargas a las que está sometida se adoptarán las indicaciones de la normativa actual CTE-SE-AE [56], pues será con estos parámetros con los que se analizarán posteriormente las condiciones de la cubierta (**Fig 1.115**).

Sobra decir que los maestros de obra que levantaron estas cubiertas no contemplaron estos valores actuales, pero servirá de marco común de referencia para ambas hipótesis. La armadura soporta una cubierta inclinada de teja tradicional sin uso sobre ella, por lo que solo estará directamente afectada por el peso propio de las barras de madera y el peso de la formación de la tablazón y tejas. Además la normativa contempla una sobrecarga en caso de mantenimiento, la cual debe soportar sin poner en riesgo su integridad, así como la acción del viento.

El peso propio de las barras será contemplado por el propio programa de cálculo.

La carga de la tablazón y el faldón se puede obtener del DB-SE-AE, Anejo C, en su Tabla C.5. Peso propio de elementos constructivos; estableciéndola en 2kN/m².

La sobrecarga de mantenimiento se obtiene de la Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso; mediante una extrapolación se obtiene un valor de 0.5kN/m².

La carga de viento ha sido calculada por el programa de cálculo en base a los parámetros introducidos siguiendo las directrices del documento básico y su Anejo D. Se ha introducido el valor básico de la velocidad del viento para la zona de Écija (Zona A) y el grado de aspereza del entorno (ce=3.2 con h=20m), escogiéndose el Grado II (Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia) pues las cubiertas no cuentan con ninguna construcción cercana a su misma altura más allá de la torre de la propia iglesia (**Fig 1.116**). El coeficiente eólico basado en la esbeltez de los planos de la propia edificación y demás operaciones han sido realizadas por el software, obteniéndose una carga de presión de 0.96kN/m² y una carga de succión de 0.45 kN/m². El viento se ha calculado con un grado de aspereza muy desfavorable, como si se tratase de una edificación aislada en un entorno rural, la normativa recoge que se debe comprobar en los cuatro sentidos (Ejes X e Y en sentido positivo y negativo). Pero dada la naturaleza geométrica de la cubierta, que constituye un rectángulo simétrico respecto al eje central, y que está vinculada y protegida por el muro Sur; se ha decidido simplificar el modelo aplicando el viento en un sentido en cada eje. Sabiendo por la consulta de los datos climático de Écija que los vientos predominantes son del Oeste, la carga del viento se ha aplicado en esta cara de la estructura (el viento del Este es simétrico) y en la Norte (en la cara Sur no tiene sentido pues está el muro y la cúpula). Además, se ha podido saber, de nuevo gracias a los datos climáticos, que la velocidad media del viento en Écija apenas sobrepasa los 12km/h a lo largo del año, siendo los máximos picos registrados cercanos a los 40km/h. Por lo que, en general, se trata de una zona con poca presencia de fuertes vientos, aunque como se trata de una acción horizontal y desestabilizadora sobre una estructura teóricamente estable, el cálculo lo contempla para conocer su comportamiento en el momento de pésima afección.



Fig. 1.116

ESTIMACIÓN DE CARGAS (CTE-SE-AE)			
TIPO DE CARGA	DURACIÓN	MAGNITUD (kN/m ²)	C. SEGURIDAD
Peso propio	Continua	Calculada por Software	1,35
Cargas muertas	Continua	2	1,35
Sobrecarga de mantenimiento	Variable	0,5	1,5
Acción del viento	Variable	Presión = 0,96 Succión = 0,45	1,5

Fig. 1.115_Cargas obtenidas en base a [56]

Hipótesis 1. Estado original

Contempla la estructura en el momento de su finalización, es decir, en perfectas condiciones. Se contempla una estructura de madera con las escuadrías originales, sin ningún tipo de afección, ni ataque ni deterioro, y con una humedad relativa del 12%. Sí se contemplarán las piezas rechazadas en la clasificación visual, pues son propias de la madera original. Así mismo serán contempladas las cargas descritas.

Hipótesis 2. Estado deteriorado

Contempla la estructural tal y como se ha encontrado en la inspección realizada. Se tendrá en cuenta la clasificación visual y las cargas, pero además se añade el deterioro y las afecciones descritas en el campo de trabajo y las inspecciones:



Fig. 1.117_Pérdida aproximada del 50% de la sección en estribos

26. Obtenida solamente por el intercambio con el aire atmosférico.

- Leve pérdida de densidad en capa superficial de la madera:

Basada en la inspección mediante punzón, los ensayos de resistografía, y la bibliografía consultada [29], se ha determinado que se ha reducido la sección útil de las piezas al menos en 3 mm de forma perimetral.

- Pérdida de sección en estribos por pudrición:

Mediante la apertura de zanjas se ha descubierto que debido a la acumulación de agua de lluvia filtrada a través de la cornisa y la falta de ventilación, las piezas han sido afectadas por pudrición parda, habiendo perdido aproximadamente la mitad de la sección efectiva de forma generalizada (Fig 1.117). La pudrición recorre una línea virtual oblicua desde la arista superior externa, hasta la inferior interna, dejando toda la pieza hacia el exterior de esa línea severamente podrida.

- Humedad contenida de forma general:

La humedad de equilibrio de la madera es variable a lo largo del año, pero el estudio de las condiciones higrotérmicas ha determinado que la mayor humedad de equilibrio alcanzada de forma natural²⁶ es $H_{eq}=18\%$. Dato que además se asemeja a los obtenidos en la toma de medida en condiciones normales de los elementos más ventilados como los nudillos (a lo que hay que sumar también el agua que incorpora la madera proveniente de filtraciones puntuales). Por consiguiente se ha considerado como punto desfavorable que todos los elementos están sometidos a una humedad del 18% de forma generalizada. Como se ha indicado en apartados anteriores, y tal y como se expone en la literatura [16] [38], el contenido de humedad afecta a la resistencia de los elementos afectados (Fig 1.81). Siguiendo la investigación de Argüelles et al. [69], esta reducción puede ser de hasta un 40% con respecto a las propiedades de una madera $HR=12\%$.

En este caso, con una humedad del 18%, la pérdida de propiedades se establece en un 30% de disminución sobre las originales.

- Humedad alta contenida de forma puntual:

Según las mediciones realizadas en la toma de datos, se han detectado altos contenidos de humedad, de en torno al 20% en determinadas zonas, correspondientes a cabezas de pares en encuentros con determinados puntos húmedos (Fig 1.118). De nuevo basándose en la literatura, estas zonas sufrirían una disminución de sus propiedades, en este caso de un 35%.

-Saturación de la fibra en estribado:

Las piezas están de forma generalizada humedecidas hasta alcanzar el punto de saturación de la fibra ($HR>30\%$). En este caso las pérdidas de propiedades se elevan hasta un 40% sobre las originales.



Fig. 1.118_Alto contenido de humedad en entrega de algunos pares

SIMULACIÓN ESTRUCTURAL: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Una vez establecidos los datos de partida y las hipótesis del cálculo, se procede a generar el modelo a analizar. Es importante la denominación de "modelo", pues en el cálculo estructural arquitectónico, las comprobaciones numéricas se realizan en base a aproximaciones que simulan y modelizan la realidad. El nivel de aproximación dependerá de cuánto interesa acercarse al comportamiento real de la estructura estudiada en base a las exigencias requeridas y el tiempo invertido para ello. En este caso de estudio se pretende conocer el estado de seguridad de la armadura de madera, y cómo el deterioro sufrido ha afectado sobre este, realizándose mediante una aproximación suficientemente fidedigna como para arrojar resultados útiles. Se trabaja con un modelo de barras mediante un sistema de cálculo matricial, de forma que se pueda asignar a cada barra una escuadría y unas características mecánicas similares a los datos obtenidos en el trabajo de campo, a la vez que los nudos se configuran para que respondan a su comportamiento analizado y estudiado además en la bibliografía.

En cuanto a la literatura, existen numerosas investigaciones que analizan el comportamiento estructural de la madera en estructuras antiguas, así como numerosos casos donde las publicaciones detallan la metodología, el análisis del comportamiento de las uniones, las consecuencias de las deformaciones, etc. Sin embargo, no se ha encontrado bibliografía de aplicación sobre el modelizado de este tipo de estructuras, es decir, sobre la entrada de parámetros en los mencionados software a fin de simular con dichas herramientas informáticas el comportamiento de la estructura real. Es por ello que para la construcción del modelo de estudio se han usado las pocas referencias bibliográficas de aplicación indirecta, junto a los parámetros de aplicación establecido en la normativa y la experiencia del autor en cálculo mediante herramientas informáticas.

Construcción del modelo

Para la construcción del modelo, al tratarse de barras y nudos, se ha comenzado por la elaboración de un dibujo tridimensional vectorial en CAD, a base de líneas y puntos, levantado según las medidas de la estructura. Este dibujo contiene toda la información geométrica necesaria para ser exportado al programa de cálculo y comenzar la configuración del modelo estructural (**Fig 1.119**).

En primer lugar se han establecido los parámetros de configuración general del programa de cálculo: tipo de obra a analizar, normativa de aplicación, hipótesis de cargas a tener en cuenta y su combinatoria de simultaneidad, establecer la clase de servicio de la madera como Clase 2, y definir el material base como madera aserrada de conífera C22.

Cada pieza de la armadura con sus uniones, ha sido modelada como una barra que va desde un nudo a otro. Los pares, que van desde los estribos hasta la hilera, han sido discretizados en tres partes, una en cada extremo con una longitud de 0.5m y la zona central contenida entre ellas. Esto se ha hecho a fin de poder particularizar las condiciones de la madera cuando son diferentes en la zona central de los extremos (**Fig 1.120**). Todas las uniones entre piezas diferentes de la estructura han sido modeladas como nudos articulados, en consonancia con lo recogido en la literatura [29] [51]. En otras ocasiones que el nudo debe ser rígido para asegurar la continuidad entre partes de una misma barra, se ha optado por articular los extremos de las barras que a él llegan, a fin

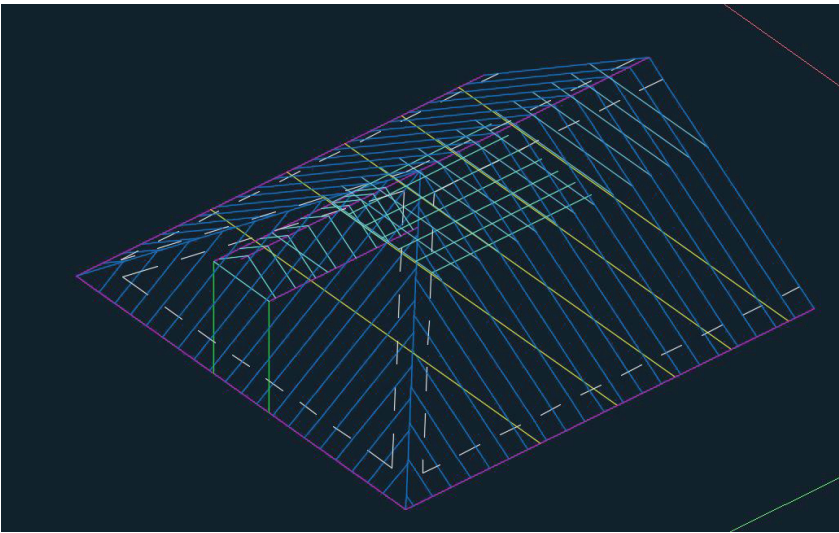


Fig. 1.119_Modelo en Cad con la geometría de la armadura

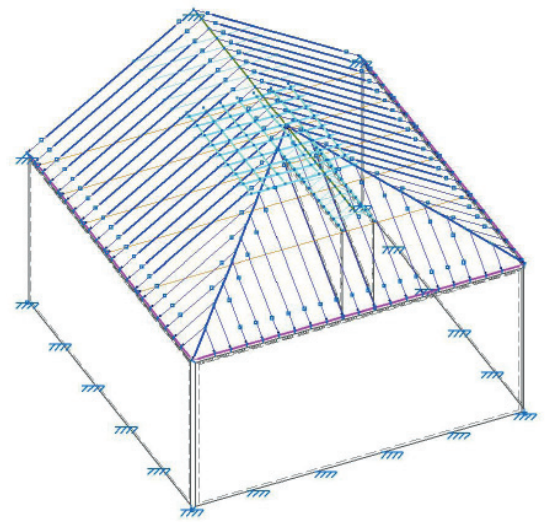


Fig. 1.120_Modelo de cálculo con separaciones ficticias para particularización de fracciones de barras

de asegurar la no transmisión de momentos flectores (**Fig 1.121**).

Las cargas gravitatorias (peso propio, cargas muertas y de mantenimiento) han sido modeladas y aplicadas sobre “paños” superficiales, cada una configurada dentro de su propia hipótesis, y aplicadas verticalmente hacia abajo, mientras que las cargas de viento están aplicadas de forma lineal sobre cada barra con una dirección horizontal y sentido que corresponda en cada caso. Las barras han sido definidas cada una con su escuadría correspondiente según las medidas tomadas, y además se ha establecido para todas las ellas la limitación de flecha (entendido como flecha máxima diferida) según lo recogido en el CTE:

- Limitación por integridad constructiva de elementos en convivencia: $f_{max} = L/300$
- Limitación por funcionalidad y apariencia: $f_{max} = L/300$

Para el caso de los tirantes metálicos se han eliminado tanto la limitación de flecha como la acción del peso propio, pues no interesa que el programa analice las deformaciones de estas piezas debidas a su masa, y sí a los axiles que previsiblemente se producirán. Las cargas aplicadas sobre el resto de barras es la resultante del reparto automático que realiza el programa por medio de los paños superficiales.

Vínculos externos

Además de los nudos internos de la estructura, también se han configurado los externos, que el programa interpreta como los puntos donde se toma contacto con el “exterior” o una suerte de cimentación a donde son conducidas las cargas. La armadura de madera cuenta con dos tipos de vínculos externos: por un lado las entregas de piezas de madera al muro del tambor de la cúpula, y por otra parte, el apoyo de los estribos sobre los muros. Para el primer caso, las entregas al muro del tambor se han configurado como vínculos con restricción total de desplazamiento, pero libertad de giro (articulación). En el caso de la entrega a los muros, se ha usado la herramienta de “láminas” que ofrece el programa Cype3D, consistente en planos a los que se puede aplicar un espesor y se pueden configurar como el material deseado. Estas láminas se comportan en base a los datos introducidos y pueden vincularse al exterior mediante sus propios nudos. Se han modelado muros de 5 metros bajo los estribos, el contacto estribo-muros se ha hecho con una vinculación articulada longitudinal con restricción de desplazamiento, mientras que los muros están empotrados en su base. De esta forma se tendría el modelo aproximado al comportamiento de la armadura de cubierta (**Fig 1.122**).

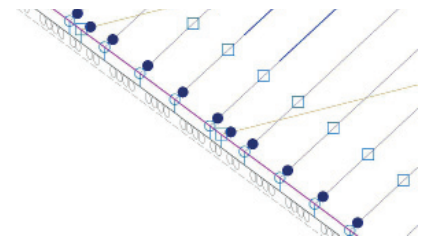


Fig. 1.121_Articulado de las uniones entre elementos

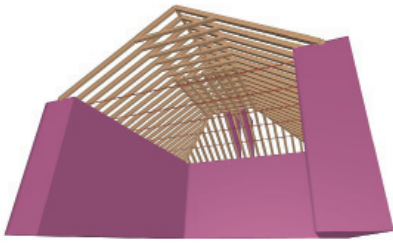


Fig. 1.122_Visualización 3D del modelo de cálculo

El punto crítico de la simulación viene precisamente en la entrega de los pares a los estribos y de los estribos al muro. Se trata de la unión de tres elementos diferentes que convergen en un punto: el par traslada las cargas al estribo mediante un nudo articulado, y el estribo recibe estas cargas y las distribuye por su sección para llevarlas al muro. La unión estribo-muro se produce por simple contacto y apoyo, la pieza de madera está alojada en un cajeadado del muro, que la contiene en su cara inferior y exterior (**Fig 1.123**). En un modelo elástico perfecto, las tensiones que el par transmite al estribo serían descargadas sobre el muro y éste sería el que se deformaría para absorberlas. Dado que el muro tiene una sección de 1.30 metros de ancho, aunque se trata de un material relativamente poco resistente, la masividad del mismo hace que cuente con una gran inercia y las deformaciones sean imperceptibles. Además hay que contar con que los estribos están unidos entre sí mediante tirantes metálicos, que contrarrestan la componente horizontal transmitida por los pares, lo que teóricamente haría que la armadura como conjunto se a una estructura estable horizontalmente con una carga resultante en los estribos con componente únicamente vertical. Sin embargo los estribos de madera son piezas con cierta flexibilidad, y los tirantes están espaciados entre si algo más de metro y medio, siendo la rigidez de los estribos lo que se encarga de estabilizar la dualidad de: empuje de los pares hacia el exterior vs reacción de los tirantes hacia el interior (**Fig 1.124**). En el momento que los estribos flectan al soportar estas tensiones, o en el momento en que este mecanismo de equilibrio fallase, toda la componente horizontal de cargas no compensadas sería adsorbida por los muros.



Fig. 1.123_Unión Par-Estribo-Muro

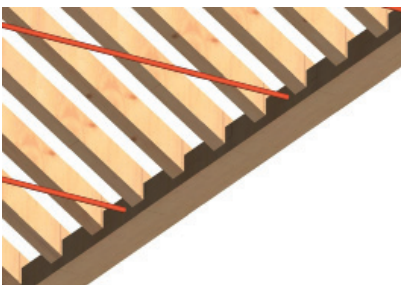


Fig. 1.124_Equilibrio de esfuerzos en el estribo



Fig. 1.125_Estado del enlace debido a la pudrición

En la inspección realizada se ha sabido que los durmientes son las piezas más deterioradas, habiendo perdido prácticamente la mitad de su sección debido a la pudrición y ataques puntuales de xilófagos; por lo que en la hipótesis de cálculo Nº 2, es decir, en el momento de la inspección, la estructura ha perdido su funcionamiento teórico y es posible que también su estabilidad horizontal original (**Fig 1.125**). Analizar este fenómeno conllevaría estudiar la dimensión finita de la sección del estribo, o lo que es lo mismo, cómo se ha podrido la sección original, y cómo las tensiones transmitidas por los pares tienen a "aplastar" y deformar la sección remante, lo que significaría entrar a calcular el estado tensional y de deformaciones en el interior de la madera en cada punto de unión par-estribo.

Para esto se requeriría un meticuloso análisis pormenorizado con la implementación de herramientas de elementos finitos [70] que, mediante el modelizado del estribo con pérdida de resistencia progresiva debido al avance de la pudrición, permitiría saber cuánta deformación es absorbida por el aplastamiento de los estribos, cuanta es absorbida por los muros, y finalmente cuanta es la deformación final del conjunto de la estructura. Este complejo proceso de cálculo está fuera del ámbito de estudio del presente Trabajo Fin de Master, que pretende aplicar una metodología de cálculo más sencilla a la inspección de este tipo de estructuras.

Por este motivo, sin salirse del uso de la herramienta de cálculo mediante barras y siguiendo la filosofía de modelizar la realidad mediante aproximaciones; se ha decidido resolver la complejidad explicada mediante la implementación de un modelo con dos variantes. Con el modelo anteriormente explicado, la estructura se vincula externamente mediante los muros, y de esta forma se analiza la resistencia y la deformación de las barras superiores²⁷, pues esta es la forma más aproximada de cómo funciona la estructura real. Las posibles deformaciones que sufrirían los estribos y que serían inducidas al resto de la cubierta, son absorbidas por la masividad del muro, y se puede conocer el desplazamiento mínimo del muro, pero no el aplastamiento del estribo, ni tampoco las reacciones en los vínculos estribo-muro.

27. Entendidas como los pares, nudillos, peinazo e hilera. Todas las barras sobre la cota del estribado.

Es por eso, que para conocer mejor el comportamiento del estribo y cómo este empuja sobre el muro, se ha hecho una variación sobre el modelo original. Esta consiste en transformar las vinculaciones externas en nudos articulados con libertad de movimiento en el plano del pórtico par-nudillo (**Fig 1.126**). Esto significa que la estructura se apoya en este punto pero puede desplazarse libremente sobre este plano horizontal en la dirección fijada. De esta forma, permitiendo el movimiento sin la vinculación que supone el muro, se puede analizar cómo sería el comportamiento de la estructura sin coacciones externas, y cómo de estable es horizontalmente. Así se puede conocer el movimiento de los estribos en “estado libre” y por tanto cuanta deformación es absorbida por los muros o el aplastamiento del estribo en la estructura real (**Fig 1.127**). En la literatura no se ha encontrado ninguna metodología de análisis estructural que pueda utilizarse como referencia, esta simulación estructural aplicada supone un aporte por parte de esta investigación, como una posibilidad de análisis para estos vínculos pertenecientes a las estructuras de armadura.

Establecida la metodología para el cálculo informático mediante dos modelos complementarios, solo faltaría introducir las particularidades de cada hipótesis de cálculo, es decir, cómo simulará el programa el estado de la cubierta en los dos momentos analizados. Así pues, se analizarán dos hipótesis de estado de la madera, cada una de ella con dos modelos complementarios

Modelo Hipótesis 1: Estado original

Contempla la estructura en el momento de su terminación, si ninguna alteración, particularidad ni deterioro y con una humedad relativa del 12%. Tan solo se tiene en cuenta la clasificación visual que ha rechazado ciertas piezas, aunque como se explicó anteriormente, no se tomará como piezas con resistencia nula.

Para la implementación de este modelo se usará las condiciones descritas en apartado anterior, es decir piezas de madera con clase resistente C22 y escuadrías originales. Para simular el comportamiento de las piezas rechazadas se ha optado por asignarles particularmente una capacidades mecánicas inferiores, en este caso, asignándole la clase resistente C14, la menor de las coníferas.

Modelo Hipótesis 2: Estado deteriorado

Este modelo analiza la madera en el momento de la inspección cuando presentaba el deterioro y las alteraciones estudiadas. A continuación se enumera cómo se ha simulado cada uno de estos fenómenos en el modelo para asemejarse al estado o el comportamiento real de la estructura.

- Leve pérdida de densidad en capa superficial de la madera:

Mediante la prueba con punzón, se ha cuantificado en 3mm de profundidad de forma perimetral en todas las piezas (salvo los estribos que se verán más adelante), en consonancia con lo publicado en [29]. Por tanto se han asignado nuevos tamaños a las barras reduciendo 3mm en cada cara, las nuevas escuadrías de las diferentes piezas serán:

- Pares: 12.4 x 16.4 cm
- Nudillos: 12.4 x 10.4 cm
- Hilera: 6.4 x 16.4 cm
- Peinazo: 12.4 x 10.4 cm

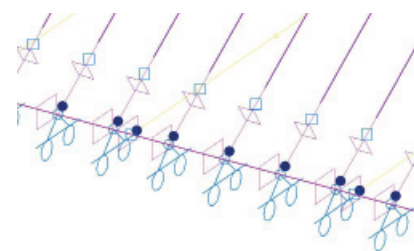


Fig. 1.126_Simulación de libertad de movimiento

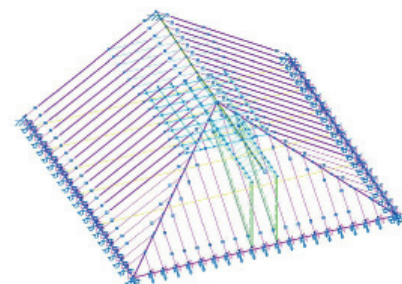


Fig. 1.127_Modelo sin restricción de mov. en apoyos

- Pérdida de sección en estribos por pudrición:

Por los resultados de las resistografías, y la apertura de catas, consta que se ha perdido aproximadamente el 50% de la sección de los estribos, por tanto se reasigna un nuevo tamaño a estas barras en el modelo, las nuevas dimensiones serían: 16 x 14 cm.

- Humedad contenida de forma general:

Se ha determinado que debido a la humedad de equilibrio propia de la madera en determinadas ocasiones y favorecido además por las filtraciones puntuales, la humedad relativa de la madera en los momentos más desfavorables alcanza el valor de HR=18%. Esto conlleva una pérdida de resistencia de hasta el 30% [69], para simular esta pérdida de aptitudes, se ha tomado como referencia la Tabla E.1 del Anejo E- Valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad, del CTE-SE-M, donde se puede apreciar cómo las propiedades mecánicas de la madera tipo C14 son aproximadamente un 30% menores que las de la madera C22. De esta forma, se reasigna la clasificación de maderas de todo el modelo, cambiando de clase C22 a clase C14, con lo que se conseguiría esta pérdida de propiedades del 30% de forma generalizada debida a la humedad presente en las piezas de la armadura.

- Humedad alta contenida de forma puntual:

En determinados zonas de algunas piezas, la humedad contenida se eleva hasta por encima del 20%. Para este valor, las pérdidas de propiedad son hasta del 35% sobre las originales [69]. Ya se han reducido de forma generalizada las propiedades de todas las barras un 30% reasignándolas como madera C14. Para tener en cuenta ese 5% adicional (35%-30% ya aplicado), se decide reducir la sección de las piezas en las zonas más afectadas por la humedad²⁸, calculado la sección equivalente al 95% de la ya aplicada anteriormente, en este caso se tratan de zonas de pares: Reducción del 95% de 12.4 x 16.4 cm -> 12 x 16cm; escuadría final aplicada a las zonas afectadas de los pares.

- Saturación de la fibra en estribado:

Además de la reducción de sección debido a la pudrición, en los estribos, la humedad relativa contenida supera el punto de saturación de la fibra, HR>30%; en estos casos, la pérdida de propiedades llega hasta el 40% sobre las originales [69]. En los estribos, se dan fenómenos: la mitad de la madera ha desaparecido directamente debido a la pudrición, y la madera restante está severamente afectada por la humedad, lo que merma en parte sus propiedades. Esta reducción se hará de forma conjunta entre cambio de clase resistente y reducción adicional en la sección restante.

A la madera restante de aplicarle una reducción de sección del 50% debido a la pudrición, ya se le ha reducido un 30% de las propiedades mecánicas mediante la asignación de madera C14 [55] debido a la alta humedad contenida en toda la cubierta de forma general. Como los estribos sobrepasan el punto de saturación, según [69], la reducción de las propiedades (de la madera restante) no sería solo del 30%, sino hasta del 40%. Este 10% restante de reducción de propiedades (40% - 30% ya reducido) se restará de nuevo a la sección efectiva, reduciéndola el equivalente a un 10% menos del área efectiva.

90% de 16 x 14 cm -> 15 x 13.4cm; escuadra final aplicada a los estribos (Fig 1.128).

28. De ahí la discretización de las piezas en el modelo primigenio en tres partes, los dos extremos y la zona central.

De esta forma, en base a la literatura, se consigue modelar mediante las herramientas ofrecidas por el software informático el comportamiento de la estructura en el momento de la inspección, incluyendo las consecuencias de las alteraciones y el deterioro que esta sufre. A continuación se exponen las operaciones llevadas a cabo en ambas hipótesis en una tabla global a modo de resumen (**Fig 1.129**).

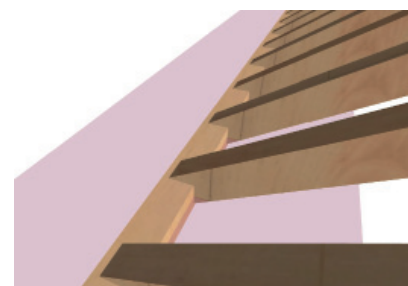


Fig. 1.128_Simulación de pérdida de sección

HIPÓTESIS 1

ESCUADRÍA		
Propiedades al 100%		
C22		
PAR	13 x 17	C22
NUDILLO	13 x 11	C22
HILERA	7x 17	C22
PEINAZO	13 x 11	C22
ESTRIBO	26 x 18	C22

HIPÓTESIS 2: Causas y aplicaciones sobre los elementos

ESCUADRÍA ORIGINAL	PERDIDA DENSIDAD SUP.	PUDRICIÓN ESTRIBOS	HR GENERAL	HR ALTA PUNTUAL	SAT FIBRA ESTRIBOS
	Reducción perimetral 3mm general	Pérdida 50% sección	HR general del 18%: Pérdida 30% resistencia Reducción a Clase C14	HR puntual del 20%: Pérdida de 5% resistencia adicional Reduc. 2mm perimetral en sección	HR>30% -> Pérdida 10% resistencia adicional Reduc. en sección
PAR	12.4 X 16.4	-	C14	12 X 16	-
NUDILLO	12.4 X 10.4	-	C14	-	-
HILERA	6.4 X 16.4	-	C14	-	-
PEINAZO	12.4 X 10.5	-	C14	-	-
ESTRIBO	-	16 X 14	C14	-	15 X 13.4

Fig. 1.129_Operaciones realizadas para la reducción de sección y resistencia de los elementos, en simulación de los efectos sufridos por el deterioro

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se describen a continuación los resultados obtenidos en el cálculo de cada hipótesis con la comparación y contrastación de los valores más representativos obtenidos del Cype 3D, (**Fig 1.130**).

		HIPÓTESIS 1	HIPÓTESIS 2
Agotamiento de secciones		No	3 Estribos (120-150%)
Motivo		-	Cortante por punzión de tirantes
Aprovech. Medio en pares		28,30%	46,40%
Coeficiente de Seguridad		3,5	2,1
Aprovechamiento estribos		>10%	15 - 30%
Aprovechamiento nudillos		≈10%	≈12%
Aprovechamiento peinazo		>5%	>5%
Aprovechamiento para flecha		≈30%	30 - 50% (2 agot)
Acción de Cargas Verticales	Fmedia en Pares	3 - 4mm	4 - 6mm
	Fmax en Pares	12mm	15mm
	Def horz estribos vinculados (unidos a muros)	0,8mm / 1,1mm	1mm
	Def horz estribos libres (apoyo libre mov)	4mm / 11mm	9mm / 45mm
Acción de Cargas Verticales + Acción del viento	Fmedia en Pares	9,5mm / - 3,7mm	14mm / - 5mm
	Fmax en Pares	13mm / -4,5mm	15mm / -7mm
	Def horz estribos vinculados (unidos a muros)	1,4mm / 1mm	2mm
	Def horz estribos libres (apoyo libre mov)	20mm / 12mm	120mm / 40mm

Fig. 1.130_Principales resultados obtenidos del cálculo

Hipótesis 1: Estado original

Estado límite último (E.L.U.):

Analiza la seguridad o integridad de la estructura frente al colapso. En primer lugar, tal y como se puede observar en la (**Fig 1.131**), todas las barras cumplen las solicitaciones, no se encuentra ninguna donde las exigencias estructurales hayan sobrepasado la resistencia de la sección de madera. Además, si se entra a analizar el porcentaje de aprovechamiento de la sección de los diferentes perfiles, resulta llamativo lo bajo que es en términos generales. Este resultado viene a confirmar la intuición visual de que la cubierta estaba muy sobredimensionada en origen, se usó mucha más madera de la que era necesaria. Las piezas más solicitadas son los pares y las limas, lo cual es lógico pues son las piezas con tramos más largos sin vínculos y que mayor solicitación a flexión soportan. Se ha hecho la media del aprovechamiento de los pares (en su tramo intermedio), el valor obtenido en esta hipótesis es un **28.3% de aprovechamiento**. Esto significa que estas piezas cuentan con un **coeficiente de seguridad de 3.5** veces por encima de su límite estructural.

En cuanto a los esfuerzos que soportan, el más destacable es el momento flector que le induce la carga continua que soporta y que potencia la acción del viento. Si se obvia la acción lateral del viento y se analizan los flectores debidos únicamente a las cargas verticales, las leyes de momentos son prácticamente simétricas con valores muy similares en sus positivos máximos y negativos máximos, de en torno a 1.75kN·m.

Cuando entra en acción el viento, debido a su empuje lateral, altera las leyes de momentos, incrementando los momentos máximos positivos en la cara de incidencia, con valores de hasta 2.5kN·m, mientras que en la cara opuesta el empuje lateral de la carga de succión y la deformación del nudillo, hace que se amplifiquen los momentos negativos, alcanzando valores máximos de nuevo de 2.5kN·m.

El aprovechamiento de los estribos en mínimo, estando casi en todo momento por debajo del 10% debido a que están vinculados longitudinalmente con el muro, por lo que apenas soportan esfuerzos. Los únicos casos en los que están algo tensionados es en los puntos de encuentro con los tirantes, que al no ser coincidentes con los pares, produce un considerable esfuerzo cortante.

El axil en los tirantes metálicos va desde los 12.4 kN hasta los 34kN, con un aprovechamiento promedio del 15%, lo que indica la poca solicitación a la que están sometidos gracias a la acción arriostrante de los muros. Los nudillos por su parte, que contrarrestan en cierta medida la flexión de los pares, soportan un axil de entorno a los 10kN, con un aprovechamiento general del 10%. Mientras las piezas del peinazo presentan en todo momento un aprovechamiento inferior al 5%, lo que indica su poca implicación en el conjunto de la estructura, más allá de aportar mayor arrostramiento.

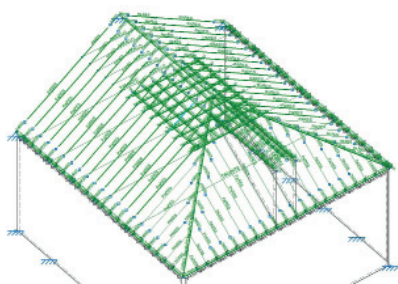


Fig. 1.131_Cumplimiento de solicitaciones ELU

Estado límite de servicio (E.L.S.):

Analiza la aptitud constructiva, visual, y de confort. De nuevo todas las barras cumplen las limitaciones de flecha establecidas en el CTE, con valores por lo general un 70% inferior a los máximos permitidos. Si se contemplan tan solo las acciones gravitatorias, los pares tienen una flecha de entre 3 y 4 mm, aunque en el caso más desfavorable llega hasta los 12mm debido a la acción del peso del muro de la mansarda. Si se tiene en cuenta la acción del viento, los pares de la cara donde se aplica la carga de presión se flectan hasta alcanzar unas flechas

de 9.5mm, mientras que la cara opuesta, sometida a succión, experimenta una contraflecha de entre 3 y 4.5 mm (en consonancia con las leyes de momentos flectores).

Con la vinculación y coacción ejercida por los muros perimetrales, se produce una deformación mínima en la línea de los estribos. El desplazamiento exterior máximo ejercido por las cargas gravitatorias es de 0.8 mm en los laterales paralelos, y de 1.1 mm en el frontal de la mansarda. Si se tiene en cuenta la acción del viento, la deformación en el lateral Este alcanza 1.4mm. Como puede verse, en cualquier caso son valores ínfimos pues la inercia de los muros contienen los empujes horizontales.

Para analizar mejor estos empujes, o más concretamente la deformación que se produciría sin contar con la coacción del muro, se analiza ahora el modelo de la Hipótesis 1 en su variante sin muro, contando con los apoyos articulados con libertad de movimiento. Si se analizan sin contar con el viento, las deformaciones del estribado en las caras laterales (Oeste y Este) van desde 1mm en la zona próxima al tambor de la cúpula, hasta los 4mm en el extremo opuesto. Mientras que en el frontal (Norte), las deformaciones llegan hasta los 11 mm al no contar con tirantes que contrarresten la componente horizontal exterior. En el momento que se activa la acción del viento, y por tanto se introduce una acción horizontal desestabilizadora, los desplazamientos laterales del estribado se elevan hasta los 20mm en el lateral Este y a 12mm en el lateral Norte (**Fig 1.132**). Estas son las deformaciones que son coaccionadas por el muro y que para impedir las son soportadas conjuntamente por la resistencia a compresión perpendicular del estribo, y por la masividad del muro.

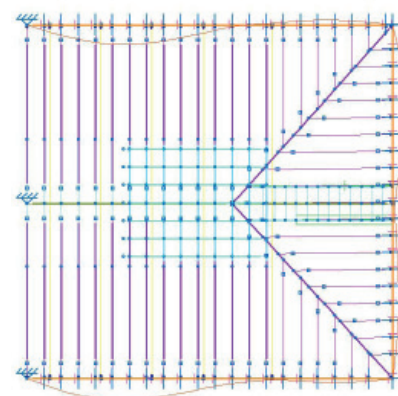


Fig. 1.132_Deformaciones sufridas en Hip. 1

Hipótesis 2: Estado deteriorado

Estado límite último:

Se analiza el modelo con las vinculaciones exteriores mediante los muros perimetrales. Lo primero que llama la atención es que hay ciertos elementos que no cumplen las solicitaciones, se tratan de pequeñas fracciones de estribos. Son **tres tramos de estribo con un aprovechamiento de la sección de 120%, 150% y 138%**; y si se consultan las comprobaciones de E.L.U. para los distintos esfuerzos, se puede ver no cumplen debido al cortante. Los tres tramos coinciden con el encuentro de los estribos con los tirantes metálicos, que se produce en un punto medio entre sendos encuentros con los pares (separados 47cm entre sí). De esta forma, en una porción de menos de medio metro, en los extremos se produce un empuje hacia el exterior y en el centro se produce un empuje hacia el interior, lo que genera la aparición de un **esfuerzo de cortante de hasta 21.8 kN (Fig 1.133)**. El estribo, que ha sido sometido a una reducción drástica de sección y resistencia, no es capaz de soportar con el área de su sección residual, la sollicitación requerida. Sin embargo, la estructura real cuenta con unas grandes chapas de fijación entre los tirantes y los estribos que no han sido modeladas en Cype (**Fig 1.134**), ya que este software no considera el cálculo intrínseco de este tipo de uniones, más allá de las tensiones transmitidas en puntos adimensionales. Estas chapas metálicas funcionan a modo de arandela y distribuyen en una zona más amplia del estribo la tensión ejercida por el tirante, lo que reduce la concentración del esfuerzo a cortante, y ha hecho que la pieza no haya fallado. El resto de tramos del estribado cuenta con un aprovechamiento de entre el 15 y el 30%, lo que supone un aumento con la Hipótesis 1.

Por lo general, los pares son de nuevo las piezas más solicitadas, ya que,

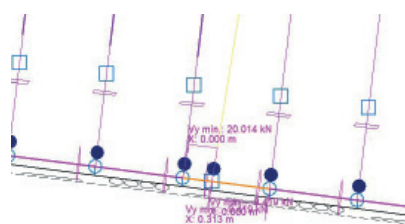


Fig. 1.133_Concentración de esfuerzo a cortante



Fig. 1.134_Chapa de fijación de tirantes

aunque las cargas y los esfuerzos sean los mismos que en su estado original, han sufrido pérdida de resistencia. Se ha calculado la media del porcentaje de aprovechamiento de la zona central de los pares a fin de poder compararla con la de la hipótesis 1. **La media de aprovechamiento de pares en la hipótesis 2 es del 46.4%**, lo que representa un **coeficiente de seguridad de 2.1** veces sobre el límite de la pieza. Como se puede observar, aunque **el aprovechamiento ha aumentado en un 18%**, sigue estando dentro de los márgenes de la seguridad.

El porcentaje de aprovechamiento de los nudillos se ha elevado mínimamente hasta el 12%, y el del peinazo sigue en torno al 3-4%. La hilera por su parte va desde el 30% en las partes menos tensionadas, hasta el 60% en las más desfavorable, junto a la unión con las limas.

Estado límite de servicio:

En primer lugar, destaca que hay dos piezas que no cumplen la limitación de flecha, se tratan de dos pares bajo los muros de la mansarda, cuya masa recae sobre las piezas de madera; sus aprovechamientos son del 107 y del 108%. Nuevamente las piezas más flectadas son los pares, cuyo aprovechamiento con respecto a la limitación de flecha es de entre el 30 y el 50%, lo que supone un incremento sobre la hipótesis 1. Si se analiza numéricamente la flecha de los pares, aquella debida exclusivamente a las cargas verticales, tienen unos valores medios de entre 4 y 6 mm, con un pico máximo de 15mm, que corresponden a los pares que no cumplen las limitaciones. Con la acción horizontal de viento contemplada, la flecha de los pares del paño Oeste alcanza valores de 14mm, mientras que en el paño Este tienen unas contraflechas debida a la sección de entre 4 y 7mm.

Si se analiza la deformación de los estribos (todavía en la variante con la vinculación a muros) con tan solo la acción de las cargas gravitatorias, se obtienen de nuevo valores máximos que no llegan a 1mm. Si se contempla la acción horizontal del viento, se alcanza un pico de 2mm de desplazamiento del muro hacia el exterior.

Para analizar la deformación y desplazamiento del estribo sin coacción del muro, se recurre de nuevo a la variante del modelo con apoyos y libertad de movimiento, contemplando en todo momento la casuística de la hipótesis 2 de cálculo. Para la acción exclusiva de las cargas verticales se obtendrían deformaciones de entre 2 y 9mm en los laterales Este y Oeste, y de hasta 45mm en los estribos de la cara Norte, debido a la inexistencia de acción compensatoria de tirantes en este sentido. Con la acción del viento, y con los estribos severamente dañados, la deformación en el lado Este alcanzaría los 120mm hacía el exterior (**Fig 1.135**). Estas grandes deformaciones de la hipótesis 2, son contenidas de nuevo gracias a la inercia de los muros, ya que los estribos no cuentan con rigidez suficiente para compensar los empujes hacia el exterior.

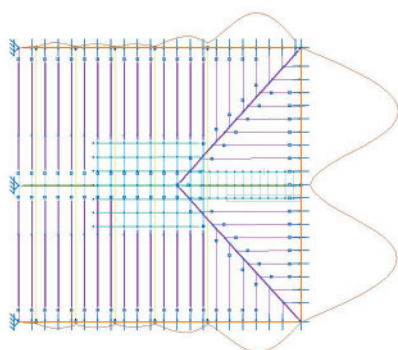


Fig. 1.135_Deformaciones sufridas en Hip.2

CONCLUSIONES AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Como se puede extraer de los resultados del cálculo, los elementos que forman la armadura están sobredimensionados estructuralmente, obteniéndose aprovechamientos muy bajos por lo general, tanto en la Hipótesis 1 de partida, como en la Hipótesis 2 (previa a la reparación). Se obtiene en origen un coeficiente de seguridad de 3.5 en los pares. En el estado deteriorado (a pesar de todas las reducciones sobre las aptitudes originales) se mantiene un **coeficiente de seguridad de 2.1**. Esto viene a confirmar la tesis que se tuvo en la inspección visual en cuanto al sobredimensionado de las piezas de madera por comparativa con estructuras similares.

La acción del viento constituye el principal agente desestabilizador en la estructura, que en origen se presenta como un conjunto teóricamente estable. La carga ejercida sobre el modelo se ha calculado en base al CTE, y aunque es poco probable que actúe en ese grado, se puede producir puntualmente, lo que incrementaría en gran medida las deformaciones de los elementos de la armadura.

Aunque en origen se trate de una estructura teóricamente estable, en el estado deteriorado del momento de la inspección, se da el caso en el que los estribos están cerca de su límite estructural, debido a la suma de esfuerzos opuestos de pares y tirantes (**Fig 1.136**). Aun así, la sección residual de los estribos aún es capaz de soportar mínimamente el peso de los paños transmitidos por los pares, pues no se han producido aplastamientos por el momento. Sin embargo, en el momento que la pérdida de sección se acentúe, y los aplastamientos empiecen a producirse, será el muro, gracias a la gran inercia que le aporta su masividad, el responsable de resistir los empujes horizontales, que de lo contrario producirían notables deformaciones en la armadura.

Se puede afirmar por tanto, que el riesgo estructural en la hipótesis de actual deterioro no está en los pares o en la integridad de los paños, sino en los estribos y su entrega a los muros, y las consecuencias que el fallo o aplastamiento de estas piezas puede conllevar. El cálculo realizado con una herramienta relativamente "sencilla" ha aportado satisfactoriamente resultados significativos y que pueden ser un importante apoyo en la toma de decisiones en obras de rehabilitación de este tipo de estructuras.

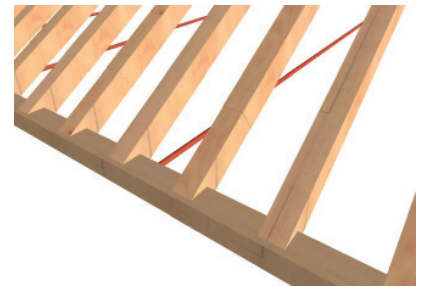


Fig. 1.136_Aspecto de la sección equivalente en H.2

CONCLUSIONES A LAS INVESTIGACIONES PREVIAS



Fig.1.137_Pieza más nueva frente a otra reutilizada

Estudio de las soluciones constructivas

Las estructuras estudiadas datan de finales del siglo XVIII a principios del siglo XIX, tienen en torno a doscientos años de antigüedad, lo que a priori no representa una gran longevidad hablando de estructuras de madera, las cuales se pueden encontrar en edificios mucho más antiguos. Por tanto, la vejez de la estructura no es motivo suficiente para su estado. No obstante, los archivos históricos han arrojado información sobre los problemas y pudriciones previas que se produjeron en el levantado de las armaduras. Quizás por la necesidad inesperada de nuevas maderas, es por lo que se ha usado en determinados sectores piezas reutilizadas de otras construcciones, aunque intercalando siempre estas con otras piezas nuevas (Fig.1.137). Parece probable, aunque no consta como tal en los diarios históricos, que debido a los problemas de origen que se produjeron en las obras, y particularmente en las cubiertas, y además potenciado por el uso de madera reutilizada, se decidiese armar la estructura con unas escuadrías y unas separaciones que resultan sobredimensionadas.

Además de este sobredimensionado, también destaca que la solución constructiva adoptada no responde a los cánones históricos más rigurosos (según la lectura de los manuales de carpintería de armar [8] (Fig.1.138) Se ha optado por una simplificación con respecto a la arquitectura más culta, la solución de entrega del estribo al muro lo adosa completamente, imposibilitando su ventilación inferior y posterior.

El estudio comparativo realizado entre tres sectores de cubierta muy parecidos, ha posibilitado conocer la casuística de cada uno de ellos en momentos diferentes del avance del deterioro. Desde el sector con riesgo inminente de derrumbe (EP4), hasta el sector sin apenas desperfectos apreciables a simple vista en EV4.

Caracterización de propiedades y Estado de conservación

El empleo de los ensayos no destructivos (NDT's) han resultado satisfactorios y de gran utilidad en la inspección de la cubierta y sus elementos de madera, pues gracias a sus resultados, ha sido posible saber que la cubierta EV4 presentaba signos evidentes de deterioro con peligro para su integridad, a pesar de su aparente buen estado.

De nuevo se confirma la tesis defendida por Esteban, Arriaga et al. [47] y [49] sobre la ineficacia de la norma de clasificación visual [66] en la inspección de estructuras históricas, pues sus parámetros no se asemejan a las condiciones reales de los elementos inspeccionados. Se precisa pues, de un nuevo método homologado y normalizado que aporte estandarización en los resultados y la posterior toma de decisiones.

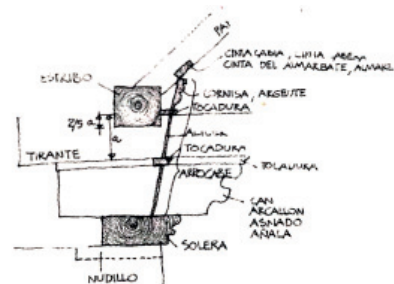


Fig.1.138_Construcción del estribo según manuales de la carpintería de armar [8]

Análisis estructural

No existe bibliografía especializada y de aplicación para la simulación estructural de este tipo de construcciones en programas de modelizado y cálculo numérico. En este documento se propone una línea de trabajo propia, desarrollada

por el autor en base al comportamiento de la madera y sus propiedades frente a las acciones y ataques externos, basada esto sí, en la bibliografía consultada.

Los resultados del cálculo estructural confirman las hipótesis lanzadas con la inspección visual, y ratificadas mediante los NDT's: La estructura está sobredimensionada y determinados elementos (sobre todo los estribos) sufren una gran pérdida de capacidad resistente. A pesar de ello, no un existe riesgo inminente ni deformaciones perceptibles, en parte gracias a dicho sobredimensionado, y en parte gracias a la acción "contenedora" del muro. Se puede afirmar que las simulaciones y aproximaciones estructurales han sido acertadas pues concuerdan en gran medida con el comportamiento observado.

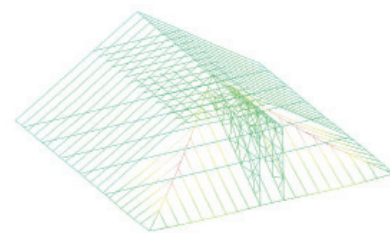


Fig.1.139_Simulación de la armadura en un modelo de barras con una única dimensión

Aplicación de cálculo estructural sencillo. Aporte de un nuevo método

Se ha demostrado la utilidad de la implementación de herramientas de cálculo sencillas (cálculo matricial de elementos lineales) (**Fig.1.139**) en la inspección de este tipo de cubiertas, aportando la información necesaria para el conocimiento de valores de la seguridad e integridad estructural. Esto puede servir y ser de aplicación para la inspección de otros muchos casos de estructuras históricas similares, constituyendo una aportación del presente trabajo en el campo de estudio.

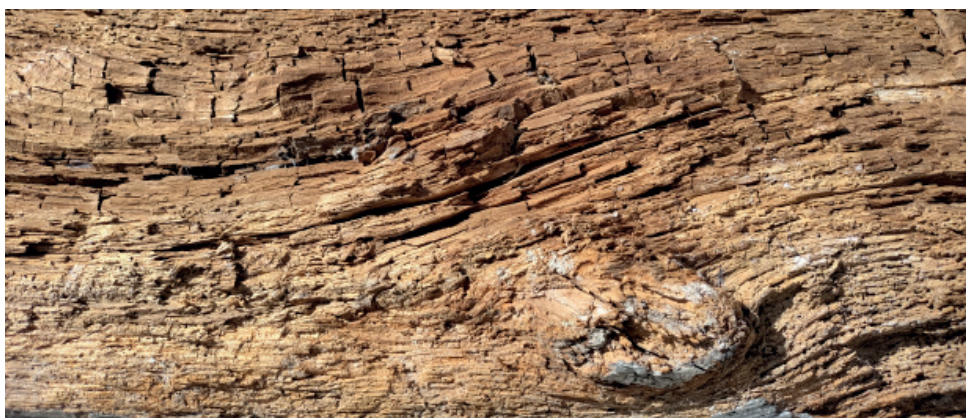


Fig.1.140_Aspecto de la madera podrida y atacada por insectos xilófagos

Causas cronología y del deterioro

En primer lugar, la solución constructiva adoptada no es la más idónea por lo ya explicado, a esto hay que sumarle posibles deformaciones o pequeños movimientos por el acomodo de los muros portantes o de la armadura en sí. Estas deformaciones, junto a una clara falta de mantenimiento, ha posibilitado la entrada de agua puntualmente en algunas zonas de los paños, y más intensamente en la zona de la cornisa sobre los estribos. La madera, al absorber humedad, ha disminuido sus propiedades mecánicas, lo que ha favorecido mayores deformaciones, y de nuevo mayor entrada de agua. La madera saturada o con alto contenido de humedad relativa, ha favorecido la aparición de hongos de pudrición (pudrición parda) y de insectos xilófagos (termitas y carcoma) (**Fig.1.140**), lo que ha reducido no solo las propiedades de la madera, si no la sección efectiva de los elementos. Esto podría haber sido remediado en un inicio si hubiera sido detectado mediante inspecciones de limpieza o mantenimiento, pero la dificultad para el acceso, y la propia solución constructiva que imposibilita el registro de las zonas ocultas, no lo han hecho posible. Una vez los estribos llegan a un "punto crítico" en el que algo más del 50% de su sección está podrida, estos empiezan a ceder bajo el empuje de los pares, que aplastan las piezas y se



Fig.1.141_Aplastamiento del estribado tras haber sobrepasado el punto límite de reducción de sección debido a la pudrición [1]

producen severos acomodos en la armadura. Las deformaciones son contenidas por el muro, pero no evitan que los pares se desplacen de sus posiciones originales, que la hilera se deforme y finalmente, que algunas piezas colapsen o se caigan (como ocurrió en la cubierta EP4 (**Fig.1.141**)), pudiendo desencadenar el colapso de la estructura.

Por tanto, la cubierta no ha adolecido de problemas de estabilidad, ni de sobrepeso, ni problemas en el dimensionado de sus elementos. Ha sido la pudrición, y el ataque de agentes exteriores lo que ha llevado al deterioro de los estribos, que han aguantado gracias a su sobredimensionado y su posición contra el muro.

Es por esto que las cubiertas se han reparado mediante la sustitución del estribado y la colocación de las nuevas piezas ligeramente separadas del fondo de los muros, colocando en el último tramo del faldón de cubierta unas rasillas cerámicas que generan una pequeña cámara de aire en torno a los nuevos estribos, para que permita ventilar la mayor superficie posible. Otra posibilidad hubiera sido la de alterar el sistema constructivo de apoyo de los estribos, rebajando la terminación superior del muro en la mayor parte posible y generando apoyos puntuales, para así ventilar todas las caras del estribo. Sin embargo esta posibilidad conllevaría alterar la solución de una cubierta consolidada, además de cambiar el sentido constructivo (y funcionamiento estructural y equilibrio de cargas) de una estructura histórica, además de que hubiera requerido mayor presupuesto, el cual ha estado muy limitado en la intervención.

En conclusión, los dos principales factores ajenos a la propia construcción que han favorecido a su deterioro han sido: la humedad y la falta de mantenimiento. Para combatir la primera, además de la citada separación, se han protegido las maderas con la imprimación de productos que evitan el desarrollo de microorganismo y evita el ataque de hongos o insectos, a la vez que los exteriores se han protegido con productos consolidantes e impermeables que crean una barrera contra la infiltración del agua hacia el interior. Para solventar la falta de mantenimiento se requiere de una solución a mayor escala, y aunque se han dejado varias líneas de vida que posibilitan desplazarse por las cornisas con cierta seguridad, la reparación ejecutada no ha alcanzado a crear una solución para el acceso y ascenso hasta la cota donde empiezan estas líneas de vida, lo que sigue dificultando la necesaria tarea de revisar y mantener las cubiertas.

Enfoque de la intervención

Como se ha visto, las cubiertas ya han sido reparadas de forma paralela a la redacción de este trabajo, por lo que el proyecto de intervención que se propone como respuesta a las investigaciones previas realizadas, va en la línea de paliar uno de los principales factores en el deterioro de las cubiertas y el cual, actualmente no ha sido solventado: **el mantenimiento**.

Si bien la investigación ha versado sobre el uso e inspección de madera en estructuras históricas, y ha sido capaz de arrojar información complementaria sobre el punto de partida de la documentación facilitada. Se considera que no es razonable ni coherente responder a esta investigación con una intervención que emula o reproduce un proyecto de reparación que ya se ha ejecutado. Por lo que conociendo perfectamente la situación en la que se encuentran de las cubiertas, su entorno, y la casuística que ha motivado su intervención; se propone una nueva intervención para culminar la gran carencia que ha quedado por solventar en la reparación ejecutada, y así, complementar las obras estudiadas en esta investigación previa.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

2

MEMORIA

Memoria descriptiva
Memoria constructiva
Cumplimiento del CTE y otras normativas
Anejos

MEMORIA DESCRIPTIVA

AGENTES

Promotor: **Archidiócesis de Sevilla.**

Dirección Facultativa y Dirección de Obra: **Javier de Sola Caraballo, arquitecto.**

Dirección de Ejecución: **Aparejador.**

Constructora: **Construcciones S.L.**

INFORMACIÓN PREVIA: OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

En los años 2020 y 2021 se han llevado a cabo unas obras de reparación de cuatro de los sectores de las cubiertas de la Iglesia Parroquial de Santa Cruz. Estas obras, descritas en apartados anteriores han venido a solventar los problemas estructurales, constructivos y de ornato, como consecuencia del deterioro de las cubiertas. A comienzos de verano de 2021 estas obras se dieron por concluidas con la reparación todos los aspectos relativos a la integridad y apariencia de los cuatro sectores de cubierta. Tras un apartado previo de investigación, análisis y diagnóstico; se han esclarecido las condiciones en las que se encontraban las cubiertas, y cuáles han sido los motivos causantes del estado de deterioro que presentaban. Se recoge entonces la información acumulada y las conclusiones obtenidas sobre el estudio de las cubiertas y el conjunto del edificio, para proponer una solución que ayude, a evitar que vuelvan a darse las condiciones que hagan necesaria una nueva intervención de reparación drástica.

Aunque el apartado de investigación previa se ha centrado en las cubiertas de armadura de madera, su comportamiento y su deterioro; tras las reparaciones ya realizadas por parte del estudio J2 Edificación y Desarrollo, se considera que no es razonable reproducir o emular una solución sobre un trabajo que ya se ha realizado. Es por esto que se ha propuesto una intervención complementaria que responda a un aspecto que no ha podido solventar las obras de reparación ya realizadas sobre el templo. Como se ha esclarecido en las conclusiones a las investigaciones previas, uno de los principales motivos causantes de mal estado de la cubierta, ha sido la falta de mantenimiento debido a la dificultad de acceso a la cota de las cubiertas. Es por esto, que la intervención a realizar por parte de este Trabajo Fin de Máster vendrá a solventar esta carencia, que si bien no acomete directamente sobre las estructuras estudiadas, responderá a una necesidad que no ha podido ser cubierta por parte de las obras ya culminadas en verano de 2021.

Écija es una ciudad con atractivo patrimonial y turístico debido a su historia y la riqueza arquitectónica que puebla el centro histórico. Sus famosas torres y sus palacios llaman la atención de numerosos visitantes, y dentro del ciclo turístico de las torres astigitanas se encuentra la torre campanario de la Parroquia de Santa Cruz. El templo, por su propia naturaleza, tamaño y singularidad que le imprime su condición inacabado, también constituye un reclamo en la ciudad; aunque como se ha podido ver en el análisis previo, se encuentra en un precario estado de conservación. Se propone entonces, que la intervención a realizar responda a una doble problemática como respuesta al análisis previo realizado: por una parte se responde a la necesidad de proporcionar un medio de acceso y registro de las cubiertas para asegurar un correcto mantenimiento periódico

con unas condiciones aceptables de seguridad. Y por otra parte se responde a la vocación de reclamo turístico y cultural que tiene la iglesia, y que puede servir a la vez como posible fuente de ingresos para su necesaria restauración.

Se propone de esta forma la creación de un medio de ascenso y una pasarela panorámica que discurra sobre los muros inacabados, de forma que se proporciona un itinerario seguro y cómodo para ser utilizado cuando se requieran realizar labores de mantenimiento y registro de las cubiertas, a la vez que se proporciona un recorrido visitable fijo y habilitado para el turismo como reclamo cultural. Estas escaleras y pasarelas permitirán disfrutar desde diferentes cotas y puntos de vista del atrio inacabado de Santa Cruz, observar de cerca las trazas de su construcción, y poder admirar las vistas panorámicas que hay desde la cota de la cornisa del templo a 14.0 metros de altitud sobre la rasante. De forma paralela se facilitará el acceso al exterior e interior de las cubiertas ya reparadas, para poder ser revisadas y mantenidas, de forma que se puedan detectar y evitar pequeños defectos, y ser solventados antes de que adquieran una mayor relevancia.

El alcance del proyecto es el de realizar una limpieza previa y tratamiento de la superficie de coronación de los muros, con colocación de líneas de vida. Proporcionar un medio de ascenso mediante una escalera, además del citado itinerario con pasarelas, todo ello en forma de construcciones ligeras, ensamblables y reversibles. De esta forma se asegura la continuidad entre el suelo y el plano de las cornisas superiores, y entre las dos diferentes cotas que existen en la coronación de los muros (+14.0 m y +15.2 m).

La intervención nace con vocación de formar parte del futuro Plan Director, como una de las posibles actuaciones que llevar a cabo, que además es capaz de ser una fuente de ingresos para la necesaria financiación. Por otra parte, el carácter ensamblable (en seco) y reversible tiene por función dar servicio mientras se requiera, y dotar la posibilidad de revertirlo con gran facilidad. Así, si finalmente el Plan Director plantea aborda la cubrición de las primeras naves, existe la posibilidad de incorporar esta actuación al proyecto, pudiendo incluso funcionar de forma independiente durante el transcurso de otras obras en el templo, siguiendo el concepto de "edificio abierto por obras". O incluso modificarlas o retirarlas si se decidiese.

RESUMEN Y DATOS GENERALES

Objeto del Proyecto: Limpieza y consolidación de coronación de muros inacabados. Construcción de escalera y pasarelas panorámicas.

Superficie de zona a limpiar y consolidar: 384.2 m²

Superficie de escalera y pasarelas (en proyección): 186.3 m²

Desnivel salvado por itinerario turístico: 15.47 m

Desnivel salvado por itinerario de mantenimiento: 18.55m

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La escalera y pasarelas han sido diseñadas respondiendo a la doble función citada: mantenimiento y recorrido turístico. Un factor relevante en su diseño, es el entorno donde se sitúa, pues se insertará de lleno dentro y sobre la Iglesia Parroquial de Santa Cruz. Es por esto que se ha prestado especial atención a su diseño constructivo y sus acabados, pues pasará a formar parte de un importante entorno patrimonial.

El atrio delantero desde donde se produce el ascenso, es un espacio altamente interesante, atractivo, y ya de por sí heterogéneo; donde conviven múltiples capas añadidas. Estos nuevos objetos (escalera y pasarelas) deben ser perfectamente reconocibles como ajenos a lo existente, de forma que no entre a competir con la imagen consolidada y a la vez sea posible su integración sin producir una gran distorsión en la compresión del espacio. En cuanto a la materialidad, tanto en acabados como en estructura, se han escogido la madera y el acero, combinados en diferentes formatos.

En la cota superior hay una distinción de niveles. Por una parte, la cornisa exterior perimetral rodea el edificio y se sitúa a una cota de +14.00 metros sobre la rasante de la calle. Por otra parte, existe un resalte en forma de "murete" sobre la cornisa que describe una U desde la fachada y sobre las crujías centrales C1 y C2. La cota superior de este murete se encuentra a +15.20 m, es decir, 1.20 m sobre la cornisa exterior perimetral. Esta diferencia de cota deberá ser salvada por las pasarelas. La cornisa exterior perimetral tiene una anchura de 2.56m en su punto más estrecho, mientras que el muro levemente superior tiene una anchura de 1.8m. La escalera se ha dimensionado con un anchura de 1.20 metros, mientras que las pasarelas cuentan con 1.60 metros de anchura, dimensión suficiente para poder pasear de forma pausada, permitiendo paradas y cruces entre personas sin producirse estrecheces, a la vez que queda siempre contenida sobre el contorno de los muros. La cota de terminación de las pasarelas se encuentran levemente elevadas a 77 centímetros sobre la cota de terminación de las cornisas, en esta distancia se aloja toda la estructura portante y apoyos, consiguiendo con esta separación que la coronación de los muros no se perciba con resaltes volumétricos desde la cota del suelo en la calle. La cota de terminación de las pasarelas será por tanto +15.92 m y +14.77 m con respecto al suelo exterior. Es desde la cota de +14.77 m, en los dos extremos al Este del recorrido, donde se habilitan dos aperturas de las barandillas y acceso a sendas escalerillas de mantenimiento adosadas al muro de la iglesia, para así acceder a la cota +18.55 m de la cornisa superior. Desde ese punto, equipado por un sistema de líneas de vida, es posible acceder al interior de los camaranchones o inspeccionar los paños de cubierta.

La escalera de ascenso se ha situado en la crujía C1, la zona central del atrio, pegada al reverso de la fachada principal en su paño ciego. Este espacio central y holgado, con una pared continua y prácticamente ciega, permite situar la escalera de forma casi adosada al muro, permitiendo liberar el mayor espacio posible. Además esta localización no obstaculiza el paso en la cota del suelo, ni las vistas o perspectivas del espacio, a la vez que facilita una buena distribución en la cota superior de las pasarelas, debido a su situación central. La escalera se ha concebido como un núcleo central portante que soporte los peldaños que lo van rodeando a la vez que ascienden, están diseñados con una forma ligera como pequeñas plataformas ancladas en forma de ménsula al núcleo rígido. Al ser un núcleo central, se evita poblar de apoyos el suelo del atrio bajo la escalera, como si habría requerido un trazado desplegado.

Las pasarelas por su parte, se despliegan sobre los muros inacabados, desde el punto de desembarco en la crujía central C1, se bifurca en dos recorridos que siguen el perímetro de la iglesia. Desde ellas se puede observar tanto la propia iglesia, como los alrededores de las calles anexas o el paisaje de la campiña de Écija.

Tres han sido los aspectos determinantes a la hora de diseñar los elementos del itinerario: la compatibilidad del diseño estructural con su imagen y los muros donde se posan, la forma en la que va a ser construido a pie de obra, y la imagen resultante de insertar este "objeto" en el conjunto de Santa Cruz.

Compatibilidad del diseño estructural

Sabiendo el delicado estado que presentan los muros de la iglesia de Santa Cruz en determinadas zonas, el hecho de posar sobre ellos una pasarela, aunque ligera, se presenta como un posible problema. Por ello, las pasarelas se posan tan solo sobre las pilastras macizas, es decir, las zonas con mayor sección y continuidad directa desde la coronación a la cimentación. Evitando así introducir cargas sobre los arcos, o los muros ahuecados en determinadas zonas. Esta decisión conlleva que los apoyos estructurales de las pasarelas se produzcan a unas distancias considerables, de entre 7 y 10.5 metros. Lo que supone una luz estructural que determina en gran medida el canto del elemento portante. Ante esto se opta por usar la madera laminada como material óptimo capaz de soportar grandes luces, con cargas moderadas, obteniendo cantos asumibles en esta escala. Además su ligereza ayudará en la fase de construcción y montaje, y reducirá el total de cargas a aplicar sobre la coronación de los muros que supondría una viga de acero u hormigón.

Estas luces de hasta 10.5 metros no pueden ser salvadas por un único elemento de dicha dimensión, pues el trazado estrecho de las calles de Écija hace imposible su transporte. Se ha planteado entonces la prefabricación en piezas o módulos más pequeños que sean ensamblados y colocados en obra, lo que está directamente relacionado con el siguiente punto.

Construcción

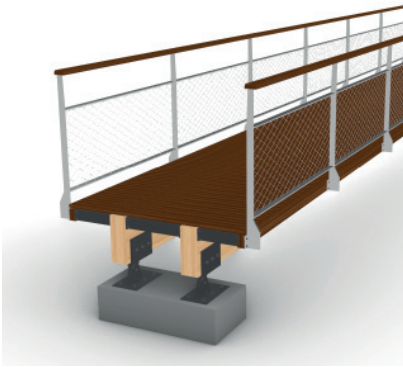
La obra se desarrolla sobre unos muros a una altura de hasta 15.2 metros. Estas condiciones se unen a la particularidad patrimonial del edificio sobre el que actúa, lo que limita en gran medida la posibilidad de anclajes a muros, el acceso de maquinaria o colocación de determinados medios auxiliares. Además esta intervención está planteada de forma que se lleve a cabo sin interrumpir en ningún momento el funcionamiento normal de la parroquia con toda su actividad diaria. Partiendo de estas premisas es como se ha llegado al diseño de la solución constructiva que responda a estas necesidades.

El proyecto propone una construcción modular, prefabricada y en seco, de forma que más que una obra, se desarrolle un montaje. Mediante la segmentación de las pasarelas y la escalera en piezas modulares, se asegura un cómodo transporte a pie de obra, donde una vez descargados, los segmentos puedan ser montados, izados y colocados en su situación final. Así, la mayoría de las operaciones complejas se realizan en taller, mientras que en obra se unen las piezas a nivel de suelo, y se minimizan los trabajos en altura. Además, este carácter modular y ensamblable, hace que la intervención se pueda realizar por fases, ya que las piezas funcionan de forma independiente.

A la vez que la hace perfectamente reversible, pues todos los elementos están unidos mediante tornillos, de forma que en caso de revertir la intervención en un futuro, solo quedaría unas pequeñas huellas en los puntos donde se apoya sobre las pilastras, que serían fácilmente recompuestas.

Imagen y acabados

La imagen final que la intervención proyecta dentro del entorno monumental, es inherente a la imagen de la estructura, pues se ha concebido como un artilugio montable con las mínimas "capas" posibles. De esta forma, la estructura es el acabado, y los acabados son estructurales.



En las pasarelas, se combinan las potentes vigas de madera laminada de coníferas en tonos claros, con perfiles secundarios de acero lacados en gris oscuro y un tablero portante de madera de iroko. Mientras que las barandillas se resuelven con perfilera de acero lacado en gris claro, pasamanos de madera de iroko, y una malla de protección metálica. De forma que se consiga un plano muy etéreo y con poco impacto visual.

La escalera se resuelve con un núcleo de entramado metálico, el cual está revestido por un acabado mixto, donde conviven un revestido entablado de madera de pino silvestre y la misma malla metálica de la barandilla, la cual está pensada como el soporte de crecimiento de vegetación trepadora, mimetizándose así con la vegetación ya presente en el atrio, y formando una trama constructiva entre la base de acero y el revestimiento de madera y vegetación, que crea un tamiz visual. Los peldaños se resuelven con una pieza sobre la ménsula metálica, de la misma madera de iroko que el entarimado de las pasarelas.

JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

En Écija se encuentra en vigor un Plan General de Ordenación Urbana adaptado a la LOUA, con fecha del 23 de octubre de 2009. Dicho Plan contempla el conjunto de Santa Cruz en el plano de Ordenación completa OC.01, como un SIPS-RC de titularidad privada y con una catalogación A.

Adicionalmente, el 26 de junio de 2002, entra en vigor el Plan Especial de Protección, Reforma Interior y Catálogo del Conjunto Histórico-Artístico de Écija. Documento que cataloga todo el conjunto histórico (donde está situada Santa Cruz) como un Bien de Interés Cultural, no estando así reconocida la Iglesia como elemento concreto. El Plan Especial cataloga Santa Cruz igualmente con **grado de protección A**, y especifica las obras autorizables como de “Conservación y Mantenimiento o Acondicionamiento y Restauración”

La intervención a realizar estaría contemplada como acondicionamiento con fines de mantenimiento y adecuación, aunque igualmente, por estar dentro de un BIC como es el centro de Écija, esta intervención debería contar con la aprobación de la Comisión Provincial de Patrimonio.

Se resume a continuación los datos generales de las circunstancias urbanísticas:

Trabajo: Proyecto de escalera y pasarela panorámica a cota de cubiertas en la Iglesia de Santa Cruz.

Localización: Plaza de Nuestra Señora del Valle N°5, Écija, Sevilla.

Promotor: Archidiócesis de Sevilla

Arquitecto: Javier de Sola Caraballo

Instrumento de ordenación: PGOU y PE

Clasificación del suelo: Suelo urbano consolidado

La intervención no altera ningún parámetro de parcelación, uso, alturas, edificabilidad u ocupación.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

SUSTENTACIÓN

El sistema de sustentación del proyecto consiste en los muros existentes de la iglesia. Los muros tienen un espesor habitual de aproximadamente 1.20 metros, mientras que en las pilastras alcanzan más de 4 metros. Están hechos de fábrica de ladrillo de barro cocido y mortero de cal, por las catas realizadas se ha sabido que se tratan de muros macizos de una única hoja de fábrica. Además, originalmente las pilastras fueron revestidas con un grueso recocado de piedra de 8 cm de espesor para reforzarlas. Con muros de estas características, la relativa poca carga que se aplica por la acción de las pasarelas, no parece que pueda causar problemas, sin embargo se realiza una comprobación...

Se cuenta con los datos proporcionados por Pérez Gálvez et al. [54], donde tras unos ensayos empíricos se halla la resistencia característica a compresión de muros de fábrica con características similares a los de la iglesia. Se maneja una horquilla, cuyo valor mínimo es $\sigma_l=0.85 \text{ N/mm}^2$, dato que tomaremos para comprobar el efecto causado por la pasarela sobre los muros. En el caso más desfavorable donde convergen tres pasarelas en un mismo punto sobre una pilastra, se produce una carga total vertical de 147 kN. Esta se aplica en primera instancia sobre una pequeña zapata prefabricada con una superficie de 1.67 m² colocada sobre la coronación del muro, y en segunda instancia, este axil se repartiría por toda la sección de la pilastra del muro, que cuenta con un área de 10.8 m².

Tensión en coronación de muro: $N=147 \text{ kN}$ $A=1.67\text{m}^2$ $\sigma_c= 88.0 \text{ kN/m}^2$

Tensión en pilastra: $N=147 \text{ kN}$ $A=10.8\text{m}^2$ $\sigma_p= 16.1 \text{ kN/m}^2$

Resistencia límite de rotura a compresión: $\sigma=0.85 \text{ N/mm}^2 = \sigma_l= 850 \text{ kN/m}^2$

Tensión en coronación: 10% sobre la tensión límite de rotura.

Tensión en pilastra: <2% sobre la tensión límite de rotura.

Queda demostrado entonces que el apoyo de las pasarelas sobre las pilastras de los muros, no supone ningún peligro para la integridad de los mismos. Lo cual es razonable pues están contruidos originalmente para recibir unas cubiertas con unas cargas y empujes laterales mucho mayores a los planteados en esta intervención.

SISTEMA ESTRUCTURAL

En el proyecto intervienen tres sistemas estructurales: los muros existentes, la escalera de ascenso y las pasarelas.

Muros

En su coronación se apoyan las pasarelas se mantienen inalterados salvo por una limpieza y consolidación en la cota superior, para eliminar toda la vegetación existente y asegurar la estanqueidad y consolidación material del plano superior de la fábrica, evitando las dañinas filtraciones por la lluvia.

Escalera

Se resuelve con una estructura metálica entramada de perfiles tubulares conformados de acero S-355-J0H. Mediante un conjunto de módulos acoplables se conforma un núcleo apantallado triangulado. Cuenta con dos montantes verticales de tubos RHS-250x200x12.5 y un entramado de cordones horizontales con el mismo perfil colocado en cada punto de desembarco. Las zancas se resuelven mediante perfiles tubulares RHS-250x320x12.5 en forma de diagonales yendo de desembarco a desembarco de la escalera. En la cara lateral de estos perfiles se atornillan las ménsulas que forman los peldaños. Están formadas por perfiles de acero S-275-JR tipo T con un ala superior de 220 mm de ancho y un alma de sección variable que va desde los 100 mm de altura en el empotramiento, hasta los 50mm en la punta. Todas las chapas de estos perfiles son de 10 mm de espesor. Estas ménsulas en T, están atornilladas a los laterales de las diagonales mediante una chapa de apoyo soldada al propio perfil en el taller, y en la punta opuesta será donde se atornillen los montantes de la barandilla. De esta forma, desde taller vendrán los módulos del núcleo central (con montantes, cordones y diagonales ya soldados), las ménsulas de los peldaños con sus chapas de transición, y los montantes de la barandilla. Una vez descargados se ensamblarán mediante los tornillos con sus agujeros ya realizados en taller, y por módulos serán izados y colocados en su lugar. Para ello se usarán tornillos tipo Hollo-Bolt 8.8 de acero inoxidable, que al ser auto-enroscables, son perfectos para perfiles tubulares.

El núcleo central se apoya en el suelo sobre una zapata de hormigón prefabricada de HA-30-B-15-IIa. Previamente, en su localización se ha realizado una limpieza y leve excavación de 60 cm para alojar la zapata del mismo canto. Esta se colocará en el "firme" y se anclará al terreno mediante unos taladros con varillas e inyecciones de mezcla cementosa ligeramente expansiva. Sobre la zapata prefabricada ya fijada, se colocará y atornillará la base del primer módulo del núcleo central, sobre los que se atornillarán los sucesivos. Finalmente, el último módulo cuenta con un par de anclajes a la altura de la coronación, que mediante tres barras trianguladas le aportan estabilidad horizontal al conjunto.

Pasarelas

Se resuelven de forma modular, y cada una con una estructura independiente, de forma que cada pasarela es un elemento estructural que funciona desolidariamente a las otras salvo por la vinculación de movimiento de sus apoyos. Sus grandes luces son salvadas con dos vigas de madera laminada encolada homogénea a base de madera de conífera con una clase resistente según CTE tipo GL32h, y clase de uso 3.1. Por tanto, cada pasarela de 1.60 metros de ancho cuenta con un par de vigas de 150x400 mm que transmite los esfuerzos hasta los apoyos en los extremos. Estos apoyos se realizan mediante articulaciones en el sentido longitudinal de la viga, de forma que se permita el giro y se asegure la no transmisión de momentos flectores. Cada pasarela cuenta un apoyo en cada extremo de cada viga, 4 en total. Estos apoyos, se tratan de piezas de acero con pasadores que permiten girar, y se atornillan a bases prefabricadas de hormigón en forma de pequeñas zapatas de HA-30-B-15-IIa. Previamente a la colocación de estas zapatas se ha realizado un pequeño cajeadado de 20 cm de profundidad para alojar la zapata de 30 cm de canto. Una vez colocada la zapata, se ancla al muro mediante taladros con varillas insertadas junto a una mezcla cementosa ligeramente expansiva, produciéndose el anclaje. Sobre estas pequeñas bases prefabricadas, será donde se atornillen las bases de los apoyos de las vigas laminadas.



Para construir el tablero se realiza un bastidor de perfiles de acero S-275JR para los perfiles laminados y S-275J0H para los tubulares. Está hecho a base de dos perfiles tipo RHS 50x120x5, paralelos a las vigas laminadas y colocados en los extremos de la pasarela. También cuenta con varios perfiles perpendiculares tipo T con un ala superior de 60 mm de ancho y un alma de 90 mm de canto, ambas chapas con 10 mm de espesor. Estas T cruzan de lado a lado de la pasarela, yendo desde un perfil RHS a otra atravesando las vigas laminadas, las cuales cuentan con un pequeño ranurado para alojar estos perfiles T. Es en estos puntos donde se produce la unión de ambos elementos, en el punto donde se cruzan las T con las vigas de madera, se atornillan mediante placas en las caras interiores de las vigas laminadas, quedando ocultas desde el exterior. Además, coincidiendo con los extremos exteriores de los perfiles en T, se colocarán los montantes de las barandillas, de nuevo con placas de anclaje se atornillarán, atravesando con los tornillos el perfil tubular RHS.

Finalmente, lo que podría considerarse el "forjado" de la pasarela (el plano horizontal resistente), está formado por la misma tarima de madera que forma la capa de acabado pisable. Colocando las maderas en la dirección perpendicular a las vigas laminadas, con un espesor de 2,5cm, se convierten en barras apoyadas con tres vanos de 45-65-45 cm, los que salvan sin problema. Estas piezas se colocan sobre unos pequeños perfiles omega situados sobre las vigas laminadas, y directamente sobre los perfiles tubulares de los extremos.

Al igual que con el núcleo de la escalera, las piezas de la pasarela también son modulares, divididas en segmentos ensamblables. Se han diseñado las pasarelas y su colocación sobre los muros para que exista un número limitado de variantes de pasarelas según la longitud de sus vigas principales. Aunque las medidas de los muros de la iglesia, y la separación entre sus pilastras son dimensiones fijas y no regulares, se ha conseguido resumir la actuación con 4 tipos de pasarelas: 10.5 metros, 9.3 metros, 9 metros y 7 metros. Cada una de estas vigas están divididas en segmentos que llegarán a la obra separados y serán unidos en el suelo e izados ya con su dimensión final.

Pasarela de 10.5 m (5 uds): 3 Partes de 3.5 metros.

Pasarela de 9.3 m (2 uds): 3 Partes de 3.1 metros.

Pasarela de 9.0 m (1 uds): 3 Partes de 3.0 metros.

Pasarela de 7.0 m (4 uds): 2 Partes de 3.5 metros.

Lo que resulta en un total de "porciones" de viga a recibir en obra:

Tramos de 3.5 m: 46 uds

Tramos de 3.1 m: 12 uds

Tramos de 3.0 m: 6 uds

Lo mismo se hará con los perfiles tubulares RHS laterales, resultado la misma modulación que en el caso de las vigas de madera laminada. Mientras que los perfiles T si serán piezas de un solo tramo de 1.5 metros de longitud, que al atravesar y unir las otras cuatro vigas perpendiculares, aporta rigidez al conjunto.

SISTEMA DE ACABADOS

Como se ha dicho anteriormente, la intervención se ha planteado con un alto grado de sencillez constructiva y material, en la que la estructura constituye los acabados, minimizando los materiales y elementos a emplear.

Todos los suelos, tanto el peldañado como el entarimado estructural de las pasarelas son de madera de iroko tratada en autoclave. Su alta dureza, buena durabilidad, y gran estabilidad dimensional, lo convierten en un material idóneo para ser la capa de terminación pisable.

El “muro” que constituye el núcleo central de la escalera, está formado por un entramado que combina el revestimiento con tablas de madera de pino silvestre termotratado, con espacios libres. En primera instancia, a los perfiles estructurales que forma la estructura triangulada del núcleo de la escalera, se les añade los rastreles horizontales de acero necesarios para sostener y atornillar las piezas de madera. Posteriormente, se reviste todo el núcleo con una malla metálica, la misma usada para las barandillas. Y finalmente se atornillan las tablas de madera de pino formando un damero de llenos y vacíos. Será en los vacíos, con el soporte de la malla metálica, donde se desarrolle el crecimiento de las plantas trepadoras, generando el conjunto un tamiz visual.

Las barandillas, tanto de la escalera como de las pasarelas, están formadas por montantes estructurales anclados en su base a los perfiles de acero. Cuentan con un marco de barras metálicas, que sostienen la malla metálica que forma el plano vertical necesario de protección frente a caídas, y con un pasamano de madera de iroko tratada en autoclave.

La madera que conforma las vigas laminadas son de coníferas, con tratamiento en autoclave, y para mejorar su funcionamiento, las vigas son cubiertas con una chapa superior de acero galvanizado que protege la cara de arriba, lo que supone considerar las maderas con una Clase de Servicio 3.1 en vez de 3.2, según el CTE.

Revestimiento y acabados de aceros

La tornillería es de acero inoxidable 8.8 lacado en tono oscuro. Los elementos estructurales de acero tendrán un tratamiento preliminar de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Luego serán galvanizados en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm. Luego se añadirá una capa final de lacado con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm. Tendrán un color final en tono gris oscuro RAL 7022 satinado, salvo las barras de la barandilla que serán acabadas en tono gris caro RAL 9003 satinado.

La subestructura auxiliar para fijación de la malla y el revestimiento de madera, contará con un galvanizado en caliente Z-275 con espesor medio de 50 µm. La barandilla tendrá una solución tipo Flexonet de Finsa, una malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro.

Revestimientos y acabados de maderas

Las vigas principales serán de madera laminada encolada homogénea GL32h, a base de madera conífera tratada en autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.1, con un nivel de penetración NP8 y un nivel de retención R3 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural.

Las tablas de revestimiento del núcleo de la escalera serán de pino silvestre termotratado a alta temperatura según procedimiento Thermo-D de Thermowood. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural.

El entarimado estructural de las pasarelas, y los peldaños de la escalera serán de madera de iroko tratada en autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural.



PROGRAMACIÓN Y FASEADO DE LOS TRABAJOS

FASE	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
FASE 1: Actuaciones previas	[Barra gris que cubre toda la fila]			
FASE 2: Cimentación y ensamblado	[Barra azul]	[Barra azul]		
FASE 3: Izado y colocación de módulos		[Barra naranja]	[Barra naranja]	
FASE 4: Acabados			[Barra amarilla]	[Barra amarilla]

Fase 1: Actuaciones previas

- Colocación de vallado, señalización, instalaciones provisionales.
- Colocación de malla de seguridad cubriendo los vanos descubiertos del atrio
- Instalación de torre de andamios para ascenso a cota superior.
- Colocación de líneas de vida.
- Desbroce y limpieza de cornisas y cota superior de muros.
- Replanteo con topógrafo de situación de zapatas prefabricadas.
- Cajeado de 60 cm en la base de la escalera y de 20cm en la coronación de muros
- Consolidación e hidrófugo de muros

Fase 2: Cimentaciones y ensamblado

- Recepción de zapatas y primeras piezas modulares de pasarelas y escalera.
- Izado y colocación de zapatas. Fijación mediante barras y mezcla ligeramente expansiva.
- Ensamblado de peldañado, solería de madera y barandillas sobre la estructura principal triangulada de la escalera.
- Ensamblado de módulos de vigas laminadas.
- Ensamblado de piezas de bastidor del tablero y barandillas de las pasarelas.

Fase 3: Izado y colocación de módulos

- Izado y colocación de módulos de la escalera, atornillado
- Replanteo de apoyos de pasarelas.
- Izado y colocación de vigas laminadas.
- Izado y colocación de bastidores del tablero, atornillado.

Fase 4: Acabados

- Revestimiento de núcleo de escalera, y colocación de malla de barandilla.
- Colocación de chapa de acero galvanizado protectora, y omegas auxiliares sobre vigas laminadas.
- Entarimado de pasarelas y colocación de malla de barandillas.
- Instalación de puertas en barandilla y escalerillas de ascenso a la siguiente cornisa.
- Colocación de pasamanos.
- Limpieza y repasos finales.

CUMPLIMIENTO DE CTE Y OTRAS NORMATIVAS

NORMATIVA Y PAUTAS DE INTERVENCIÓN PATRIMONIAL

Esta intervención se ha diseñado contemplando en todo momento las leyes de patrimonio, tanto a nivel andaluz (Ley 14/2007), como estatal (Ley 16/1985). Igualmente se han respetado los criterios contenidos en la directrices aceptadas a nivel global, como son las Cartas del Restauero, especialmente la Carta de Venecia (1964) y la Carta de ICOMOS (2003).

CUMPLIMIENTO DE CTE

El CTE es de aplicación en el proyecto de intervención, sin embargo las características formales, patrimoniales y constructivas del bien sobre el que se inserta, y la propia naturaleza de la intervención, hace que se aplique con ciertas limitaciones, tal y como se recoge en el CTE Parte 1 Art. 2.3

Cuando la aplicación del Código Técnico de la Edificación no sea urbanística, técnica o económica-mente viable o, en su caso, **sea incompatible con la naturaleza de la intervención o con el grado de protección del edificio**, se podrán aplicar, bajo el criterio y responsabilidad del proyectista o, en su caso, del técnico que suscriba la memoria, aquellas soluciones que permitan el mayor grado posible de adecuación efectiva.

La posible inviabilidad o incompatibilidad de aplicación o las limitaciones derivadas de razones técnicas, económicas o urbanísticas se justificarán en el proyecto o en la memoria, según corresponda, y bajo la responsabilidad y el criterio respectivo del proyectista o del técnico competente que suscriba la memoria. (...)

En las intervenciones en los edificios existentes no se podrán reducir las condiciones preexistentes relacionadas con las exigencias básicas, cuando dichas condiciones sean menos exigentes que las establecidas en los documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, salvo que en éstos se establezca un criterio distinto. Las que sean más exigentes, únicamente podrán reducirse hasta los niveles de exigencia que establecen los documentos básicos.

En base a esto, se justifica el cumplimiento y en qué grado, de los diferentes documentos básicos que aseguran las exigencias básicas recogidas en el CTE.

Seguridad Estructural (SE)

Se cumplirán en todo momento lo recogido en los documentos básicos para cumplimiento de las Exigencia Básicas SE-1 (Resistencia y estabilidad) y SE-2 (Aptitud al servicio).

DB-SE-Acciones en la edificación: Para todo el conjunto en la estimación y cálculo de carga.

DB-SE-Cimentaciones: Zapatas prefabricadas.

DB-SE-Acero: Estructura triangulada y perfiles de acero y sus uniones.

DB-SE-Maderas: Estructura de Madera, tanto vigas laminadas como tarimas estructurales, sus uniones.

Se describe a continuación, en forma de tabla resumen, las características técnicas de los materiales estructurales empleados en el proyecto, siguiendo las indicaciones de la normativa indicada.

CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES: EHE-08 / CTE: DB-SE-A / DB-SE-C/ DB-SE-M / DB-SE-AE			
ELEMENTO		LOCALIZACIÓN	
		ZAPATAS	
HORMIGÓN ARMADO	TIPIFICACION (Art. 39.2)		HA-30-B-15-IIa
	Resistencia característica de proyecto f_{ck} (N/mm ²)	a 7 días	22.5
		a 28 días	30
	CONSISTENCIA (Art. 30.6)		BLANDA
	ASIENTO CONO ABRAMS (Art. 30.6) (cm)		10-15
	CEMENTO (ANEJO 3) TIPO Y CLASE		CEM II/A
	ARIDOS (Art.28) Tamaño máximo (mm)		15
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_c (Art. 15.3)		1.5
	CONTENIDO MÍNIMO CEMENTO		300
	RELACIÓN MAX. AGUA/CEMENTO		0.65
CONTROL DE EJECUCIÓN		NORMAL	
ARMADURAS	DESIGNACIÓN		B 500 S
	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm ²)		500
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_s (Art. 15.3)		1.05 / 1.25
	RECUBRIMIENTOS MIN. (mm)		35
	R. MIN. CURVATURA PATILLAS		2- \emptyset si $\emptyset < 20$ / 3,5- \emptyset si $\emptyset \geq 20$
ACERO ESTRUC.	TIPO DE ACERO	PERFIL ACERO LAMINADO	S- 275 JR
		TUBO CONFOR. HUECO. $e < 6$ mm	S- 275 JOH
		TUBO CONFOR. HUECO. $e > 6$ mm	S- 355 JOH
		ACERO EN CHAPAS	General: S- 275 JR Placas asiento: S- 355 JR
	COEF. SEGURIDAD γ_s		1.05/1.25
MOD. ELASTICIDAD (N/mm)		210000	
MADERA LAMINADA ENCOLADA HOMOGÉNEA	C. RESISTENTE		GL32h
	CLASE DE SERVICIO		CLASE DE SERVICIO 3.1
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN		HR=12%
	PROTECCIÓN		AUTOCLAVE DOBLE VACÍO. NP8 Y R3.
	ADHESIVO		FENOL-FORMALDEHIDO (PF)
MADERA MACIZA FRONDOSA	C. RESISTENTE		MADERA DE IROKO ME-1. CLASE D-40
	CLASE DE SERVICIO		CLASE DE SERVICIO 3.2
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN		HR=12%
	PROTECCIÓN		AUTOCLAVE DOBLE VACÍO. NP5 Y R4
REACCIÓN FRENTE A FUEGO MÍNIMO		Efl	
COEF. SEGURIDAD γ		1.10 / 1.25	
CONTROL DE EJECUCION _____NORMAL			
COEFICIENTE DE MAYORACION DE CARGAS Permanentes $\gamma_G=1'35$ Variables $\gamma_Q=1'50$			

Seguridad en caso de incendio (SI)

Su cumplimiento se ve limitado por lo expuesto anteriormente en relación al Art. 2.3 de la parte primera del CTE. Al ser una construcción dentro de otra existente, exterior y sin existencia de instalaciones o factores de riesgo de producción de incendios, se presenta como un peligro poco probable. No obstante, se enumeran las exigencias básicas que si se cumplen.

SI-1: Propagación interior. La sectorización no es de aplicación, en cualquier caso, todo el conjunto incluido el edificio formaría parte de un único sector de incendios. La reacción al fuego de los elementos constructivos cumple con lo recogido en el la Tabla 1.4.1, para zonas ocupables: Paredes C-s2,do y suelos Efl. Para las piezas de acero lacadas se usaran productos ignífugos con esta respuesta al fuego, mientras que las maderas mejorarán su comportamiento hasta estos niveles mediante la aplicación de lasures.

SI-2: Propagación exterior. No es de aplicación. Se trata de una reforma interior en un edificio existente, que además está exenta y separada de otras construcciones ajenas.

SI-3: Evacuación de ocupantes. La ocupación se ha calculado según el punto 2.1 con un ratio de 15m²/persona. Con una superficie de 169.5, la ocupación total sería de 34 personas. Se cumplen las exigencias de recorrido máximo de evacuación desde el origen de evacuación más desfavorable, hasta la salida de planta. En este caso al ser exterior y una cubierta con poco riesgo de incendio, con una salida de planta, según la Tabla 3.1, la distancia máxima es de 50 m, mientras que el recorrido más desfavorable es de 43m. El dimensionado de los elementos de paso y evacuación, sobrepasa los mínimos exigidos en todo momento.

SI-4: Instalaciones de protección contra incendios. No es de aplicación.

SI-5: Intervención de bomberos. No es de aplicación al estar sobre un edificio existente. En cualquier caso, se asegura el acceso de los mismos desde el exterior sin problemas.

SI-6: Resistencia al fuego de la estructura. Al ser toda la estructura exterior, no es de aplicación según el punto 1.3.

Seguridad en caso de utilización y accesibilidad (SUA)

La propia naturaleza de la intervención construida sobre los muros de un edificio patrimonial, limitan en ciertos aspectos el cumplimiento de esta exigencia básica por lo expuesto anteriormente en relación al Art. 2.3 de la parte primera del CTE. No obstante, se enumeran los aspectos que si se cumplen.

SUA-1: Riesgo frente a caídas. Todos los pavimentos tendrán una resbaladidad Rd mayor de 45, al ser exteriores con Clase 3. No existen discontinuidades de pavimento. Los desniveles están protegidos mediante barandillas con altura de 1.10 metros, que ha sido dimensionada y calculada con lo recogido en el DB-SE-AE, y diseñada siguiendo las características constructivas del punto 3.2.3. Las escaleras y rampas, por la propia naturaleza de la intervención, no son recorridos accesibles, teniendo esto en cuenta, cumplen en general con todos los requisitos de este DB, pues han sido dimensionados con parámetros de la normativa andaluza, la cual es más restrictiva. El único parámetro que no cumple lo recogido en este documento es la pendiente de ciertos tramos de las pasarelas, que por la naturaleza de las cornisas es del 13% en vez del 12% máximo.

SUA-2: Riesgo de impacto o atrapamiento. No es de aplicación.
SUA-3: Riesgo de aprisionamiento en recintos. No es de aplicación.
SUA-4: Riesgo causado por iluminación inadecuada. No está previsto usarse de noche, no es de aplicación.
SUA-5: Riesgo causado por situaciones de alta ocupación. No es de aplicación.
SUA-6: Riesgo de ahogamiento. No es de aplicación.
SUA-7: Riesgo de causad por vehículos en movimiento. No es de aplicación.
SUA-8: Riesgo causado por acción del rayo. El edificio ya cuenta con un pararrayos que cubre toda su extensión, no es necesario.
SUA-9: Accesibilidad. Las escaleras y rampas, por la propia naturaleza de la intervención, no son recorridos accesibles, no es de aplicación.

Exigencias básicas de salubridad (HS)

No es de aplicación. La evacuación del agua se hará mediante el propio diseño constructivo sobre las cornisas hidrófugas o sobre el suelo.

Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

No es de aplicación.

Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

No es de aplicación.

OTRAS NORMATIVAS DE APLICACIÓN

Instrucción Española del hormigón estructural, EHE-08: de aplicación en el diseño y construcción de las zapatas prefabricadas

Norma de construcción sismorresistente, NCSE-02: Parte general y de la Edificación, de aplicación en el cálculo y dimensionado de toda la estructura.

Normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía (D. 293/2009): Por la naturaleza de la intervención, no es posible dotar de recorridos accesibles. No obstante, se han dimensionado los elementos con los parámetros recogidos en esta normativa, para que aunque no sea accesible a efectos normativos, sea lo más cómodo posible en su uso. El ancho de escalera en tramos y descansillos es de 1.2 m, en los peldaños, las huellas son de 28.5 cm de ancho y las tabicas de 17 cm de altura. Los tramos, salvan 2,21 metros (<2.25m). Las pasarelas con 1,60 metros de ancho, cumple con los mínimos exigidos.

Adicionalmente son de obligado cumplimiento todas las normas o normativas a las que se hace referencia en cualquier punto del documento de este proyecto, ya sean normas UNE-EN, normas ISO u otros tipos.

ANEJOS

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
GESTIÓN DE RESIDUOS

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Consideraciones previas

La estructura del proyecto se ha calculado con la herramienta informática Cype 3D, mediante el sistema de cálculo matricial lineal. Para ello se han modelado de forma total o parcial los componentes de la estructura y se han aplicado las cargas que afectarían al conjunto siguiendo las indicaciones de la normativa de aplicación con la que luego se han calculado. En el dimensionado se han tenido en cuenta las dimensiones mínimas obtenidas por cálculo, pero también han sido muy importantes factores como diseño y apariencia de los elementos, uniformidad geométrica, agrupación de barras en pocas escuadrías, posibilitar la resolución de detalles constructivos.

De esta forma, el proceso ha sido realizar un predimensionado a estima en consonancia con la imagen proyectual y constructiva buscada. Tras esto, el modelo se ha sometido a un proceso de cálculo de comprobación, con posteriores ajustes y correcciones, hasta corroborar que todos los elementos cumplen las solicitudes exigidas en la normativa, y responden correctamente a su función estética y constructiva. Es por este motivo que algunos perfiles están sobredimensionados en términos de aprovechamiento puramente estructural.

En el caso de las pasarelas, se ha modelado solo una de ellas, el tipo más desfavorable de 10.5 metros de longitud. Al ser módulos independientes y bi-apoyados, funcionan de forma autónoma, y si la pasarela con mayor luz estructural cumple las solicitudes, una similar, pero con menor luz, también las cumplirá.

Lo mismo se ha hecho con las barandillas, confirmando el cumplimiento en el caso más desfavorable. Mientras que la escalera, como núcleo continuo y más complejo en términos estructurales, si se ha modelado y calculado de forma completa, comprobado además su funcionamiento en dos hipótesis diferentes: Totalmente cargada en toda su superficie, y cargada solo en la mitad de su

superficie, creando una carga asimétrica en el conjunto.

Al tratarse de estructuras donde predomina una dirección sobre las demás, eminentemente lineales, se les ha aplicado la acción lateral del viento en su lado más desfavorable.

Cargas aplicadas

Han sido obtenidas del CTE-DB-SE-Acciones en la edificación, salvo los pesos propios de los elementos, calculados por el software.

Peso propio: Calculada por software en cada caso

Cargas muertas en pasarelas (solería madera iroko 2.5cm): 0.15 kN/m².

Cargas muertas en escalera (solería madera iroko 4 cm): 0.25 kN/m².

Sobre carga de uso*: 3 kN/m².

Carga de viento, pasarelas: 0.96 kN/m² presión y 0.46 kN/m² subpresión (aplicada en canto de vigas).

Carga de viento, escalera (interior de muros): 0.46 kN/m² presión (aplicada en todo el núcleo).

Carga en barandillas: 1.6 kN/m en punta.

Sismo: Calculado por software según norma NCSE-02, por método de análisis mediante espectro de respuesta (Pto. 3.6.2)

Adicionalmente en las ménsulas de la escalera se ha comprobado la aplicación de una carga puntual de 1.5kN en punta.

*Obtenido de DB-SE-AC 3.1: "En porches, aceras y espacios de tránsito situados sobre un elemento portante o sobre un terreno que desarrolla empujes sobre otros elementos estructurales, se considerará una sobrecarga de uso de 1 kN/m² si se trata de espacios privados y de 3 kN/m² si son de acceso público." Se amoldaría al uso de pasarela peatonal privada. Sin embargo, esta carga supondría una media de ocupación de 3 personas por metro cuadrado, lo que significaría que en un solo tramo de pasarela se deberían concentrar 50 personas para alcanzar el nivel de carga para la que está calculada. Este nivel de ocupación, dado el uso y las características del proyecto es más que improbable, no obstante se considera la carga de 3kN/m² como valor normativo a cumplir, quedando el proyecto del lado de la seguridad en todo momento.

Norma considera y situaciones de proyecto

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: C. Zonas de acceso al público

Estados límite

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

Situaciones de proyecto

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

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
- $\gamma_{p,1}$ 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:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:
⁽¹⁾ Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Sismo

Norma utilizada: NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

Datos generales de sismo**Caracterización del emplazamiento** a_b : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) a_b : 0.060 g

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

K : 1.10

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

Sistema estructural

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

W: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

W : 5.00 %

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

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.60

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.50

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Resultados. Pasarela

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)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	-0.106	0.262	2.372	-0.946	-0.535
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.052	1.296	11.735	-0.192	1.109
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	2.262	-0.565	-1.113
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	11.166	-0.114	2.348
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	2.262	0.114	-1.113
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	11.166	0.565	2.341
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-11.166	-0.565	-2.348
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-2.262	-0.114	1.113
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.338	0.000	0.338	2.262	-0.560	-1.038
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.000	1.670	11.165	-0.113	2.190
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.338	0.000	0.338	-11.165	-0.560	-2.190
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.000	1.670	-2.262	-0.113	1.038
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-11.166	0.114	-2.341
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-2.262	0.565	1.113
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	0.000	0.338	2.262	0.113	-1.038
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.000	1.670	11.165	0.560	2.185
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	0.000	0.338	-11.165	0.113	-2.185
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.000	1.670	-2.262	0.560	1.038
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.060	-31.851	1.145	-0.957	-0.499
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.034	-6.453	5.646	-0.185	0.981
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.089	-17.959	1.997	-1.053	-0.820
		Valor máximo de la envolvente	4.293	0.044	-3.637	9.852	-0.205	1.677
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.001	-17.539	1.968	-0.621	-1.176
		Valor máximo de la envolvente	4.293	0.003	-3.555	9.710	-0.121	2.398
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.003	-17.539	1.968	0.121	-1.176
		Valor máximo de la envolvente	4.292	0.001	-3.555	9.710	0.621	2.398
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.003	-31.472	1.122	-0.566	-0.743
		Valor máximo de la envolvente	8.096	0.004	-6.380	5.533	-0.109	1.454
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.004	-31.472	1.122	0.109	-0.743
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.003	-6.380	5.533	0.566	1.454
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-4.707	-0.034	-36.892	0.000	-0.957	-0.029
		Valor máximo de la envolvente	9.517	0.034	-7.476	0.000	-0.185	0.029
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-4.707	-0.003	-36.513	0.000	-0.565	-0.003
		Valor máximo de la envolvente	9.517	0.003	-7.402	0.000	-0.109	0.003
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-4.707	-0.003	-36.513	0.000	0.109	-0.003
		Valor máximo de la envolvente	9.517	0.003	-7.402	0.000	0.565	0.003
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.034	-31.851	-5.646	-0.957	-0.981
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.060	-6.453	-1.145	-0.185	0.499
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.004	-31.472	-5.533	-0.566	-1.454
		Valor máximo de la envolvente	8.096	0.003	-6.380	-1.122	-0.109	0.743
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.003	-31.472	-5.533	0.109	-1.454
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.004	-6.380	-1.122	0.566	0.743
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.044	-17.959	-9.852	-1.053	-1.677
		Valor máximo de la envolvente	4.293	0.089	-3.637	-1.997	-0.205	0.820
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.003	-17.539	-9.710	-0.621	-2.398
		Valor máximo de la envolvente	4.293	0.001	-3.555	-1.968	-0.121	1.176
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.001	-17.539	-9.710	0.121	-2.398
		Valor máximo de la envolvente	4.292	0.003	-3.555	-1.968	0.621	1.176
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	-0.052	0.262	-11.735	-0.946	-1.109
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.106	1.296	-2.372	-0.192	0.535

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)
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	-0.106	0.262	-11.735	0.192	-1.110
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.052	1.296	-2.372	0.946	0.535
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.089	-17.959	-9.852	0.205	-1.677
		Valor máximo de la envolvente	4.292	0.044	-3.637	-1.997	1.053	0.820
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.337	-0.052	0.262	2.372	0.192	-0.535
		Valor máximo de la envolvente	0.160	0.106	1.296	11.735	0.946	1.110
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.044	-17.959	1.997	0.205	-0.820
		Valor máximo de la envolvente	4.292	0.089	-3.637	9.852	1.053	1.677
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.035	-31.851	1.145	0.185	-0.499
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.061	-6.453	5.646	0.957	0.981
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-3.973	-0.061	-31.851	-5.646	0.185	-0.981
		Valor máximo de la envolvente	8.095	0.035	-6.453	-1.145	0.957	0.499
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-4.707	-0.035	-36.892	0.000	0.185	-0.029
		Valor máximo de la envolvente	9.516	0.035	-7.476	0.000	0.957	0.029

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N2	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.854	-1.618	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	0.498	24.583	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.391	-1.494	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	0.483	15.364	0.00	0.00	0.00
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.334	-0.498	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	1.611	24.583	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-0.483	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	1.490	15.364	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.854	-0.498	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	1.618	24.583	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.390	-0.483	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	1.494	15.364	0.00	0.00	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.334	-1.611	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	0.498	24.583	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.066	-1.490	3.158	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.607	0.483	15.364	0.00	0.00	0.00

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 activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N9/N8	5.250	4.99	5.250	38.18	5.250	4.99	5.250	38.18
	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0
N6/N5	5.250	4.99	5.250	38.18	5.250	4.99	5.250	38.18
	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0
N5/N8	0.163	0.07	0.325	0.09	0.163	0.07	0.325	0.09
	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N1/N5	0.225	0.03	0.225	0.02	0.225	0.03	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N25/N1	5.250	4.99	5.250	38.19	5.250	4.99	5.250	38.19
	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0
N11/N12	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N12/N13	0.163	0.07	0.325	0.10	0.163	0.07	0.325	0.10
	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N10/N14	0.225	0.01	0.225	0.02	0.225	0.01	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N14/N15	0.488	0.04	0.325	0.09	0.488	0.04	0.325	0.09
	0.488	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.488	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N16/N17	0.225	0.00	0.225	0.02	0.225	0.00	0.225	0.02
	-	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N17/N18	0.488	0.00	0.325	0.09	0.488	0.00	0.325	0.09
	-	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N19/N20	0.225	0.01	0.225	0.02	0.225	0.01	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N20/N21	0.488	0.04	0.325	0.09	0.488	0.04	0.325	0.09
	0.488	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.488	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N22/N23	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N23/N24	0.163	0.07	0.325	0.10	0.163	0.07	0.325	0.10
	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N25/N6	0.225	0.03	0.225	0.02	0.225	0.03	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N6/N9	0.163	0.07	0.325	0.09	0.163	0.07	0.325	0.09
	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)	0.163	L/(>1000)	0.325	L/(>1000)
N26/N28	5.250	4.99	5.250	38.19	5.250	4.99	5.250	38.19
	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0	5.250	L/(>1000)	5.250	L/275.0
N9/N26	0.225	0.03	0.225	0.02	0.225	0.03	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N8/N28	0.225	0.03	0.225	0.02	0.225	0.03	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N13/N29	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N15/N30	0.225	0.01	0.225	0.02	0.225	0.01	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N18/N32	0.225	0.00	0.225	0.02	0.225	0.00	0.225	0.02
	-	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N21/N31	0.225	0.01	0.225	0.02	0.225	0.01	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)
N24/N27	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02	0.225	0.02
	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)	0.225	L/(>1000)

Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M)											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N9/N7	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0.15 m □ = 0.4	x: 0.15 m η = 4.4	x: 0.15 m □ = 0.7	x: 0.15 m □ = 4.0	□ = 0.2	x: 0.15 m □ = 4.6	x: 0.15 m □ = 1.0	x: 0.15 m □ = 4.6	x: 0.15 m □ = 4.2	CUMPLE □ = 4.6
N7/N24	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 1.6 m □ = 38.0	x: 0 m □ = 4.4	x: 0 m □ = 3.1	x: 0 m □ = 35.6	□ = 0.2	x: 1.6 m □ = 40.8	x: 1.6 m □ = 40.9	x: 1.6 m □ = 14.5	x: 0 m □ = 35.8	CUMPLE □ = 40.9
N24/N21	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 1.75 m □ = 63.0	x: 1.75 m □ = 4.8	x: 0 m □ = 2.1	x: 0 m □ = 23.3	□ = 0.2	x: 1.75 m □ = 66.3	x: 1.75 m □ = 23.8	x: 1.75 m □ = 66.3	x: 0 m □ = 23.5	CUMPLE □ = 66.3
N21/N18	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 1.75 m □ = 71.4	x: 1.75 m □ = 3.8	x: 0 m □ = 1.0	x: 0 m □ = 10.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m □ = 74.0	x: 1.75 m □ = 8.5	x: 1.75 m □ = 74.1	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE □ = 74.1
N18/N15	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 71.4	x: 0 m □ = 3.8	x: 1.75 m □ = 1.0	x: 1.75 m □ = 10.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m □ = 74.0	x: 0 m □ = 8.5	x: 0 m □ = 74.1	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE □ = 74.1
N15/N13	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 63.0	x: 0 m □ = 4.8	x: 1.75 m □ = 2.1	x: 1.75 m □ = 23.3	□ = 0.2	x: 0 m □ = 66.3	x: 0 m □ = 23.8	x: 0 m □ = 66.3	x: 1.75 m □ = 23.5	CUMPLE □ = 66.3
N13/N3	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 38.0	x: 1.6 m □ = 4.4	x: 1.6 m □ = 3.1	x: 1.6 m □ = 35.6	□ = 0.2	x: 0 m □ = 40.8	x: 0 m □ = 40.9	x: 0 m □ = 14.5	x: 1.6 m □ = 35.8	CUMPLE □ = 40.9
N3/N8	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 0.4	x: 0 m □ = 4.4	x: 0 m □ = 0.7	x: 0 m □ = 4.0	□ = 0.2	x: 0 m □ = 4.6	x: 0 m □ = 1.0	x: 0 m □ = 4.6	x: 0 m □ = 4.2	CUMPLE □ = 4.6
N6/N4	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 0.15 m □ = 0.4	x: 0.15 m □ = 4.5	□ = 1.1	x: 0.15 m □ = 4.0	□ = 0.2	x: 0.15 m □ = 4.8	x: 0.15 m □ = 4.3	x: 0.15 m □ = 1.1	x: 0.15 m □ = 4.2	CUMPLE □ = 4.8
N4/N23	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 1.6 m □ = 38.0	x: 0 m □ = 4.5	x: 0 m □ = 3.6	x: 0 m □ = 35.6	□ = 0.2	x: 1.6 m □ = 40.5	x: 1.6 m □ = 14.5	x: 1.6 m □ = 40.6	x: 0 m □ = 35.8	CUMPLE □ = 40.6
N23/N20	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 1.75 m □ = 63.0	x: 1.75 m □ = 4.5	x: 0 m □ = 2.6	x: 0 m □ = 23.3	□ = 0.2	x: 1.75 m □ = 66.1	x: 1.75 m □ = 66.1	x: 1.75 m □ = 23.7	x: 0 m □ = 23.5	CUMPLE □ = 66.1
N20/N17	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 1.75 m □ = 71.4	x: 1.313 m □ = 3.7	x: 0 m □ = 1.5	x: 0 m □ = 10.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m □ = 73.8	x: 1.75 m □ = 73.9	x: 1.75 m □ = 8.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE □ = 73.9
N17/N14	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 71.4	x: 0.438 m □ = 3.7	x: 1.75 m □ = 1.5	x: 1.75 m □ = 10.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m □ = 73.8	x: 0 m □ = 73.9	x: 0 m □ = 8.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE □ = 73.9
N14/N12	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 63.0	x: 0 m □ = 4.5	x: 1.75 m □ = 2.6	x: 1.75 m □ = 23.3	□ = 0.2	x: 0 m □ = 66.1	x: 0 m □ = 66.1	x: 0 m □ = 23.7	x: 1.75 m □ = 23.5	CUMPLE □ = 66.1
N12/N2	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 38.0	x: 1.6 m □ = 4.5	x: 1.6 m □ = 3.6	x: 1.6 m □ = 35.6	□ = 0.2	x: 0 m □ = 40.5	x: 0 m □ = 14.5	x: 0 m □ = 40.6	x: 1.6 m □ = 35.8	CUMPLE □ = 40.6
N2/N5	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 0.4	x: 0 m □ = 4.5	□ = 1.1	x: 0 m □ = 4.0	□ = 0.2	x: 0 m □ = 4.8	x: 0 m □ = 4.3	x: 0 m □ = 1.1	x: 0 m □ = 4.2	CUMPLE □ = 4.8

Notación:

- N_{t,0,d}: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
- N_{c,0,d}: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra
- M_{y,d}: Resistencia a flexión en el eje y
- M_{z,d}: Resistencia a flexión en el eje z
- V_{y,d}: Resistencia a cortante en el eje y
- V_{z,d}: Resistencia a cortante en el eje z
- M_{x,d}: Resistencia a torsión
- M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión esviada
- N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas
- N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas
- M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}: Resistencia a cortante y torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	□ □	□ _w	N _t	N _c	M _v	M _z	V _z	V _y	M _v V _z	M _z V _y	NM _v M _z	NM _v M _z V _y V _z	M _t	MV _z	MV _y	
N5/N8	□ □ 2.0 Cumple	N.P. ⁽¹⁾	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 9.9	x: 0 m □ = 20.7	x: 0 m □ < 0.1	□ = 2.2	x: 0 m □ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 30.6	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 30.6
N1/N5	□ □ 2.0 Cumple	N.P. ⁽¹⁾	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0.45 m □ = 9.4	x: 0.45 m □ = 21.2	x: 0.45 m □ = 1.2	□ = 2.9	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.45 m □ = 29.8	□ < 0.1	□ = 0.8	x: 0.45 m □ = 1.2	□ = 2.9	CUMPLE □ = 29.8
N25/N22	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	x: 1.094 m □ = 0.2	□ = 0.9	x: 1.313 m □ = 8.0	x: 0 m □ = 6.1	x: 0 m □ = 1.0	□ = 0.7	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 1.75 m □ = 13.4	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 1.0	□ = 0.7	CUMPLE □ = 13.4
N22/N19	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	x: 0.875 m □ = 0.4	□ = 2.1	x: 1.313 m □ = 15.1	x: 1.75 m □ = 4.1	x: 0 m □ = 1.0	□ = 0.5	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 1.75 m □ = 19.8	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 1.0	□ = 0.5	CUMPLE □ = 19.8
N19/N16	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	□ = 0.6	□ = 2.8	x: 1.094 m □ = 18.7	x: 1.75 m □ = 2.0	x: 0 m □ = 0.7	□ = 0.2	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 1.094 m □ = 21.5	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 21.5
N16/N10	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	x: 1.531 m □ = 0.6	□ = 2.8	x: 0.656 m □ = 18.7	x: 0 m □ = 2.0	x: 1.75 m □ = 0.7	□ = 0.2	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.656 m □ = 21.5	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 21.5
N10/N11	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	x: 0.875 m □ = 0.4	□ = 2.1	x: 0.438 m □ = 15.1	x: 0 m □ = 4.1	x: 1.75 m □ = 1.0	□ = 0.5	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 19.8	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 1.75 m □ = 1.0	□ = 0.5	CUMPLE □ = 19.8
N11/N1	□ □ 2.0 Cumple	□ _w □ _{w,max} Cumple	x: 0.656 m □ = 0.2	□ = 0.9	x: 0.438 m □ = 8.0	x: 1.75 m □ = 6.1	x: 1.75 m □ = 1.0	□ = 0.7	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 13.4	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 1.75 m □ = 1.0	□ = 0.7	CUMPLE □ = 13.4
N11/N12	□ □ 2.0 Cumple	x: 0 m □ = 0.4 □ _w □ _{w,max} Cumple	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.45 m □ = 11.0	x: 0.45 m □ = 25.1	x: 0.45 m □ = 1.5	□ = 3.7	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.45 m □ = 36.0	□ < 0.1	□ = 0.2	x: 0.45 m □ = 1.5	□ = 3.7	CUMPLE □ = 36.0
N12/N13	□ □ 2.0 Cumple	N.P. ⁽¹⁾	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 11.0	x: 0 m □ = 22.0	x: 0 m □ < 0.1	□ = 2.4	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0 m □ = 32.7	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 32.7
N10/N14	□ □ 2.0 Cumple	N.P. ⁽¹⁾	□ = 0.1	□ < 0.1	x: 0.45 m □ = 9.5	x: 0.45 m □ = 14.5	x: 0.45 m □ = 1.3	□ = 2.1	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.45 m □ = 24.0	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 24.0
N14/N15	□ □ 2.0 Cumple	N.P. ⁽¹⁾	□ < 0.1	□ = 0.1	x: 0 m □ = 10.1	x: 0.65 m □ = 12.8	x: 0 m □ < 0.1	□ = 1.4	□ < 0.1	□ < 0.1	x: 0.65 m □ = 22.6	□ < 0.1	M _t = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE □ = 22.6

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	\square	\square_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	MV_z	MV_y		
N16/N17	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square = 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 9.7$	x: 0.45 m $\square = 0.5$	x: 0.45 m $\square = 1.3$	$\square = 0.1$	x: 0.225 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 9.6$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 9.7$
N17/N18	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 10.0$	x: 0 m $\square < 0.1$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\square = 10.1$	x: 0 m $\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 10.1$
N19/N20	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square = 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 9.5$	x: 0.45 m $\square = 14.5$	x: 0.45 m $\square = 1.3$	$\square = 2.1$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 24.0$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 24.0$
N20/N21	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 10.1$	x: 0.65 m $\square = 12.8$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square = 1.4$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.65 m $\square = 22.6$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 22.6$
N22/N23	\square \square 2.0 Cumple	x: 0 m \square_w \square \square_w mx Cumple		$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 11.0$	x: 0.45 m $\square = 25.1$	x: 0.45 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 36.0$	$\square < 0.1$	$\square = 0.2$	x: 0.45 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	CUMPLE $\square = 36.0$
N23/N24	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 11.0$	x: 0 m $\square = 22.0$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square = 2.4$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 32.7$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 32.7$
N25/N6	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0.45 m $\square = 9.4$	x: 0.45 m $\square = 21.2$	x: 0.45 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.45 m $\square = 29.8$	$\square < 0.1$	$\square = 0.8$	x: 0.45 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	CUMPLE $\square = 29.8$
N6/N9	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 9.9$	x: 0 m $\square = 20.7$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square = 2.2$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 30.6$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 30.6$
N26/N27	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 0.6$	x: 1.094 m $\square = 0.3$	x: 1.313 m $\square = 8.0$	x: 0 m $\square = 6.1$	x: 0 m $\square = 1.0$	$\square = 0.7$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 1.75 m $\square = 13.4$	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 1.0$	$\square = 0.7$	CUMPLE $\square = 13.4$
N27/N31	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 1.4$	x: 0.875 m $\square = 0.7$	x: 1.313 m $\square = 15.1$	x: 1.75 m $\square = 4.1$	x: 0 m $\square = 1.0$	$\square = 0.5$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 1.75 m $\square = 19.8$	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 1.0$	$\square = 0.5$	CUMPLE $\square = 19.8$
N31/N32	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 1.8$	$\square = 0.9$	x: 1.094 m $\square = 18.7$	x: 1.75 m $\square = 2.0$	x: 0 m $\square = 0.7$	$\square = 0.2$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 1.094 m $\square = 21.5$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 21.5$
N32/N30	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 1.8$	$\square = 0.9$	x: 1.531 m $\square = 18.7$	x: 0 m $\square = 2.0$	x: 1.75 m $\square = 0.7$	$\square = 0.2$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0.656 m $\square = 21.5$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 21.5$
N30/N29	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 1.4$	x: 0.875 m $\square = 0.7$	x: 0.438 m $\square = 15.1$	x: 0 m $\square = 4.1$	x: 1.75 m $\square = 1.0$	$\square = 0.5$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 19.8$	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 1.75 m $\square = 1.0$	$\square = 0.5$	CUMPLE $\square = 19.8$
N29/N28	\square \square 2.0 Cumple	\square_w \square \square_w mx Cumple		$\square = 0.6$	x: 0.656 m $\square = 0.3$	x: 0.438 m $\square = 8.0$	x: 1.75 m $\square = 6.1$	x: 1.75 m $\square = 1.0$	$\square = 0.7$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 13.4$	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 1.75 m $\square = 1.0$	$\square = 0.7$	CUMPLE $\square = 13.4$
N9/N26	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square = 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 9.4$	x: 0 m $\square = 21.1$	x: 0 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 30.4$	$\square < 0.1$	$\square = 0.8$	x: 0 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	CUMPLE $\square = 30.4$
N8/N28	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square = 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 9.4$	x: 0 m $\square = 21.1$	x: 0 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 30.4$	$\square < 0.1$	$\square = 0.8$	x: 0 m $\square = 1.2$	$\square = 2.9$	CUMPLE $\square = 30.4$
N13/N29	\square \square 2.0 Cumple	x: 0.45 m \square_w \square \square_w mx Cumple		$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 11.0$	x: 0 m $\square = 25.1$	x: 0 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 34.9$	$\square < 0.1$	$\square = 0.2$	x: 0 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	CUMPLE $\square = 34.9$
N15/N30	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 9.5$	x: 0 m $\square = 14.5$	x: 0 m $\square = 1.3$	$\square = 2.1$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 23.0$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 23.0$
N18/N32	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 9.7$	x: 0 m $\square = 0.5$	x: 0 m $\square = 1.3$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 9.7$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 9.7$
N21/N31	\square \square 2.0 Cumple		N.P. ⁽¹⁾	$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 9.5$	x: 0 m $\square = 14.5$	x: 0 m $\square = 1.3$	$\square = 2.1$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 23.0$	$\square < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\square = 23.0$
N24/N27	\square \square 2.0 Cumple	x: 0.45 m \square_w \square \square_w mx Cumple		$\square < 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0 m $\square = 11.0$	x: 0 m $\square = 25.1$	x: 0 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	$\square < 0.1$	$\square < 0.1$	x: 0 m $\square = 34.9$	$\square < 0.1$	$\square = 0.2$	x: 0 m $\square = 1.5$	$\square = 3.7$	CUMPLE $\square = 34.9$

Notación:

- \square : Limitación de esbeltez
- \square_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_t : Resistencia a tracción
- N_c : Resistencia a compresión
- M_y : Resistencia a flexión eje Y
- M_z : Resistencia a flexión eje Z
- V_z : Resistencia a corte Z
- V_y : Resistencia a corte Y
- M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
- $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t : Resistencia a torsión
- M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- \square : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resultados. Escalera

Envoltorios de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N211	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-10.911	-2.966	53.725	0.78	-32.41	-0.72
		Valor máximo de la envolvente	3.773	-0.807	206.934	2.68	14.15	0.11
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-7.113	-1.964	53.884	0.78	-20.38	-0.50
		Valor máximo de la envolvente	4.205	-0.809	137.982	1.73	14.67	0.10
N215	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-15.390	-5.634	56.329	3.81	-53.12	-4.19
		Valor máximo de la envolvente	5.989	9.461	216.307	14.29	20.86	8.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-9.870	-5.523	56.462	3.82	-33.62	-4.91
		Valor máximo de la envolvente	6.706	10.230	143.852	9.07	20.92	4.94
N221	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-10.173	-6.819	-0.953	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	3.665	5.310	3.030	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.880	-7.250	-0.977	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	3.822	5.212	1.890	0.00	0.00	0.00
N222	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-8.459	-0.046	-1.151	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	3.961	0.296	2.293	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-5.497	-0.055	-1.190	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.199	0.211	1.427	0.00	0.00	0.00

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N3/N4	0.599	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N5/N6	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N7/N8	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N9/N10	0.599	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N11/N12	0.601	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N13/N14	0.599	0.00	0.525	0.12	0.599	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N15/N16	0.599	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N17/N18	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N19/N20	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N21/N22	0.449	0.00	0.525	0.12	0.449	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N23/N24	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N21/N25	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N26/N21	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N21/N27	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)
N21/N28	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)
N29/N30	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N31/N32	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N33/N34	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N35/N36	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N37/N38	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N39/N40	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N41/N42	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N43/N44	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N45/N46	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N47/N48	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N49/N50	0.601 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.601 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N51/N52	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.749 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N50/N53	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N54/N50	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N55/N50	1.060 -	0.00 L/(>1000)	0.955 0.955	0.50 L/(>1000)	1.060 -	0.00 L/(>1000)	0.955 0.955	0.50 L/(>1000)
N56/N50	1.060 -	0.00 L/(>1000)	0.955 0.955	0.50 L/(>1000)	1.060 -	0.00 L/(>1000)	0.955 0.955	0.50 L/(>1000)
N58/N57	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N59/N60	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N61/N62	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N63/N64	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N65/N66	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N67/N68	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N69/N70	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N71/N72	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N73/N74	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N75/N76	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N77/N78	0.599	0.00	0.525	0.12	0.599	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N79/N80	0.451	0.00	0.525	0.12	0.451	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N81/N82	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N79/N83	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N84/N79	0.675	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N79/N85	0.742	0.00	0.742	0.50	0.742	0.00	0.742	0.50
	-	L(>1000)	0.742	L(>1000)	-	L(>1000)	0.742	L(>1000)
N79/N86	0.742	0.00	0.742	0.50	0.742	0.00	0.742	0.50
	-	L(>1000)	0.742	L(>1000)	-	L(>1000)	0.742	L(>1000)
N87/N88	0.675	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N89/N90	0.749	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N91/N92	0.751	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N93/N94	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N95/N96	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N97/N98	0.749	0.00	0.675	0.12	0.749	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N99/N100	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N101/N102	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N103/N104	0.675	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N105/N106	0.675	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N107/N108	0.601	0.00	0.675	0.12	0.599	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N109/N110	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N108/N111	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)	-	L(>1000)	0.525	L(>1000)
N112/N108	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)	-	L(>1000)	0.675	L(>1000)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N113/N108	1.062 -	0.00 L(>1000)	0.955 0.955	0.50 L(>1000)	1.062 -	0.00 L(>1000)	0.955 0.955	0.50 L(>1000)
N114/N108	1.060 -	0.00 L(>1000)	0.955 0.955	0.50 L(>1000)	1.060 -	0.00 L(>1000)	0.955 0.955	0.50 L(>1000)
N116/N115	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N117/N118	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N119/N120	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N121/N122	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N123/N124	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N125/N126	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N127/N128	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N129/N130	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N131/N132	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N133/N134	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N135/N136	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N137/N138	0.449 -	0.00 L(>1000)	0.599 0.599	0.59 L(>1000)	0.449 -	0.00 L(>1000)	0.599 0.599	0.59 L(>1000)
N139/N140	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N137/N141	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)	0.525 -	0.00 L(>1000)	0.525 0.525	0.12 L(>1000)
N142/N137	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N137/N143	0.742 -	0.00 L(>1000)	0.742 0.742	0.50 L(>1000)	0.742 -	0.00 L(>1000)	0.742 0.742	0.50 L(>1000)
N137/N144	0.742 -	0.00 L(>1000)	0.742 0.742	1.81 L/935.7	0.742 -	0.00 L(>1000)	0.742 0.742	1.81 L/935.7
N145/N146	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N147/N148	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N149/N150	0.751 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.751 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N151/N152	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.675 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N153/N154	0.751 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.751 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N155/N156	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)	0.749 -	0.00 L(>1000)	0.675 0.675	0.12 L(>1000)
N157/N158	0.749	0.00	0.675	0.12	0.749	0.00	0.675	0.12

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N159/N160	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N161/N162	0.749	0.00	0.675	0.12	0.749	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N163/N164	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N165/N166	0.599	0.00	0.675	0.12	0.599	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N167/N168	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N166/N169	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N170/N166	0.751	0.00	0.675	0.12	0.751	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N171/N166	1.060	0.00	0.955	0.50	1.062	0.00	0.955	0.50
	-	L/(>1000)	0.955	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.955	L/(>1000)
N172/N166	1.060	0.00	0.955	0.50	1.062	0.00	0.955	0.50
	-	L/(>1000)	0.955	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.955	L/(>1000)
N174/N173	0.675	0.00	0.675	0.12	0.675	0.00	0.675	0.12
	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.675	L/(>1000)
N175/N176	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N177/N178	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N179/N180	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N181/N182	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N183/N184	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N185/N186	0.599	0.00	0.525	0.12	0.599	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N187/N188	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N189/N190	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N191/N192	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N193/N194	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N195/N196	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N197/N198	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N199/N200	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N201/N202	0.525	0.00	0.525	0.12	0.525	0.00	0.525	0.12
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N203/N204	0.449	0.00	0.525	0.12	0.449	0.00	0.525	0.12

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.525	L/(>1000)
N203/N205	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)	0.525 -	0.00 L/(>1000)	0.525 0.525	0.12 L/(>1000)
N203/N206	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)
N203/N207	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)	0.742 -	0.00 L/(>1000)	0.742 0.742	0.50 L/(>1000)
N208/N203	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)	0.751 -	0.00 L/(>1000)	0.675 0.675	0.12 L/(>1000)
N211/N210	9.815 9.815	12.89 L/(>1000)	1.890 1.890	0.08 L/(>1000)	9.815 9.815	14.36 L/(>1000)	1.890 1.890	0.08 L/(>1000)
N215/N209	9.712 9.712	13.07 L/(>1000)	2.275 9.071	0.06 L/(>1000)	9.712 9.712	14.42 L/(>1000)	2.275 9.071	0.06 L/(>1000)
N209/N210	1.959 1.959	0.06 L/(>1000)	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)	1.763 1.959	0.06 L/(>1000)	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)
N166/N214	0.980 0.980	0.02 L/(>1000)	1.372 1.372	0.03 L/(>1000)	1.372 0.980	0.03 L/(>1000)	1.372 1.372	0.03 L/(>1000)
N220/N137	1.763 1.763	0.03 L/(>1000)	1.959 1.959	0.04 L/(>1000)	1.763 1.763	0.03 L/(>1000)	1.959 1.959	0.04 L/(>1000)
N219/N79	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)	1.959 1.959	0.04 L/(>1000)	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)	1.959 1.959	0.04 L/(>1000)
N50/N212	1.763 1.763	0.02 L/(>1000)	1.372 1.372	0.03 L/(>1000)	1.372 1.763	0.04 L/(>1000)	1.372 1.372	0.03 L/(>1000)
N217/N21	1.763 1.763	0.07 L/(>1000)	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)	1.763 1.763	0.07 L/(>1000)	1.763 1.763	0.04 L/(>1000)
N108/N213	0.980 0.980	0.02 L/(>1000)	1.176 1.176	0.03 L/(>1000)	1.372 0.980	0.02 L/(>1000)	1.176 1.176	0.03 L/(>1000)
N201/N179	1.715 1.715	0.08 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)	1.544 1.715	0.14 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)
N175/N139	1.887 1.887	0.27 L/(>1000)	1.887 1.887	0.14 L/(>1000)	1.887 1.887	0.30 L/(>1000)	1.887 1.887	0.14 L/(>1000)
N177/N81	2.230 2.230	0.15 L/(>1000)	1.887 1.887	0.16 L/(>1000)	2.230 2.230	0.15 L/(>1000)	1.887 1.887	0.16 L/(>1000)
N215/N23	1.544 1.544	0.35 L/(>1000)	2.230 2.230	0.11 L/(>1000)	1.715 1.544	0.39 L/(>1000)	2.230 2.230	0.11 L/(>1000)
N173/N168	1.715 1.715	0.22 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)	1.887 1.715	0.24 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)
N115/N110	1.887 1.887	0.25 L/(>1000)	1.887 1.887	0.16 L/(>1000)	2.058 1.887	0.27 L/(>1000)	1.887 1.887	0.16 L/(>1000)
N57/N52	1.201 1.201	0.04 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)	1.029 1.201	0.06 L/(>1000)	1.887 1.887	0.15 L/(>1000)
N221/N209	1.100 1.100	0.01 L/(>1000)	0.801 0.801	1.09 L/(>1000)	1.100 1.100	0.01 L/(>1000)	0.801 0.801	1.11 L/(>1000)
N221/N210	2.420 2.420	0.05 L/(>1000)	1.540 1.540	1.61 L/(>1000)	2.420 2.420	0.06 L/(>1000)	1.540 1.540	1.61 L/(>1000)
N222/N210	0.900 0.900	0.03 L/(>1000)	0.801 0.801	1.06 L/(>1000)	0.900 0.900	0.03 L/(>1000)	0.801 0.801	1.12 L/(>1000)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	l _w	N _i	N _c	M _V	M _Z	V _Z	V _V	M _V V _Z	M _Z V _V	N _M M _Z	N _M M _Z V _V Z	M _t	M _V Z	M _V V _V	
N197/N198	N.P.(1)	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 7.6	M _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0 m h = 1.9	V _{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N199/N200	N.P.(1)	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 7.6	M _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0 m h = 1.9	V _{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0 m h < 0.1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N201/N202	N.P.(1)	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 4.1	x: 0 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N203/N204	N.P.(1)	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 3.9	x: 0 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N203/N205	N.P.(1)	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 3.9	x: 0 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N203/N206	x: 1.697 m l < 2.0 Cumple	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 1.697 m h < 0.1	x: 1.697 m h < 0.1	x: 0 m h = 15.2	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 2.6	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.9	x: 0 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 15.2
N203/N207	x: 1.697 m l < 2.0 Cumple	x: 0 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 1.697 m h < 0.1	x: 1.697 m h < 0.1	x: 0 m h = 15.2	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 2.6	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.0	x: 0 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 15.2
N208/N203	N.P.(1)	x: 1.2 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 1.2 m h = 7.6	x: 1.2 m h = 0.3	x: 1.2 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0.074 m h < 0.1	x: 0.037 m h < 0.1	x: 1.2 m h = 3.9	x: 0.074 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(9)	N.P.(10)	N.P.(10)	CUMPLE h = 7.6
N211/N23	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.9	x: 2.1 m h = 1.6	x: 0 m h = 13.2	h = 0.4	h = 1.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 19.4	h < 0.1	h = 0.4	h = 0.4	h = 1.1	CUMPLE h = 19.4
N23/N21	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.5	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 8.2	h = 0.1	h = 1.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 11.5	h < 0.1	h = 2.0	x: 0 m h = 1.3	h = 1.3	CUMPLE h = 11.5
N21/N57	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 5.9	x: 0.175 m h = 2.7	x: 0 m h = 7.2	h = 1.2	h = 1.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.4	h < 0.1	h = 2.6	h = 1.2	h = 1.2	CUMPLE h = 12.4
N57/N212	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 5.5	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 5.8	h = 0.1	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 9.9	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.1	h = 0.8	CUMPLE h = 9.9
N212/N81	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 5.4	x: 2.275 m h = 1.6	x: 2.275 m h = 6.4	h = 0.3	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 10.9	h < 0.1	x: 0.948 m h = 0.3	h = 0.3	h = 0.6	CUMPLE h = 10.9
N81/N79	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 4.6	x: 0.175 m h = 1.3	x: 0.175 m h = 10.1	h = 0.5	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 14.4	h < 0.1	h = 1.3	h = 0.5	h = 0.6	CUMPLE h = 14.4
N79/N115	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 4.1	x: 0 m h = 2.1	x: 0.175 m h = 10.5	h = 0.4	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 15.4	h < 0.1	h = 1.5	h = 0.4	h = 0.6	CUMPLE h = 15.4
N115/N213	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 3.6	x: 0 m h = 1.0	x: 2.275 m h = 6.8	h = 0.2	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 9.1	h < 0.1	h = 0.2	h = 0.2	h = 0.2	CUMPLE h = 9.1
N213/N139	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 3.4	x: 2.275 m h = 1.1	x: 2.275 m h = 7.3	h = 0.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 9.8	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.2	h = 0.1	CUMPLE h = 9.8
N139/N137	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 2.7	x: 0.175 m h = 2.6	x: 0 m h = 11.8	h = 0.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 15.3	h < 0.1	h = 1.6	x: 0 m h = 0.3	h = 0.4	CUMPLE h = 15.3
N137/N173	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 2.9	x: 0 m h = 12.2	h = 0.4	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 15.9	h < 0.1	h = 1.4	h = 0.4	h = 0.5	CUMPLE h = 15.9
N173/N214	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 7.6	h = 0.2	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.8	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.2	h = 0.5	CUMPLE h = 8.8
N214/N179	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 1.3	x: 2.275 m h = 1.2	x: 0 m h = 3.8	h = 0.2	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 4.7	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.2	h = 0.6	CUMPLE h = 4.7
N179/N203	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 0.6	x: 0.175 m h = 2.3	x: 0.175 m h = 1.2	h = 0.5	h = 1.0	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.3	h < 0.1	h = 1.8	h = 0.5	h = 1.1	CUMPLE h = 3.3
N203/N210	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 0.175 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.7	x: 0.175 m h = 1.5	x: 0 m h = 1.2	h = 1.0	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 1.7	h < 0.1	h = 1.8	x: 0 m h = 1.2	h = 1.1	CUMPLE h = 1.8
N215/N216	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.4	x: 0 m h = 0.6	x: 0 m h = 14.0	h = 0.2	h = 1.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 19.0	h < 0.1	h = 0.2	h = 0.2	h = 1.1	CUMPLE h = 19.0
N216/N217	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.7	x: 2.084 m h = 0.6	x: 0 m h = 13.2	h = 0.2	h = 1.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 18.2	h < 0.1	h = 0.2	h = 0.2	h = 1.1	CUMPLE h = 18.2
N217/N218	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.6	x: 2.084 m h = 1.4	x: 0 m h = 5.1	h = 0.4	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 10.8	h < 0.1	h = 0.4	h = 0.4	h = 0.8	CUMPLE h = 10.8
N218/N52	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 6.2	x: 0.191 m h = 1.7	x: 0.191 m h = 2.5	h = 0.4	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.191 m h = 9.0	h < 0.1	h = 0.4	h = 0.4	h = 0.8	CUMPLE h = 9.0
N52/N50	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 2.9	h = 1.2	h = 1.0	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 9.3	h < 0.1	h = 2.0	h = 1.2	h = 1.0	CUMPLE h = 9.3
N50/N177	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 5.1	x: 0.175 m h = 2.7	x: 0.175 m h = 3.0	h = 1.3	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 10.8	h < 0.1	h = 1.7	h = 1.3	h = 0.8	CUMPLE h = 10.8
N177/N219	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 4.5	x: 0 m h = 0.9	x: 2.275 m h = 5.4	h = 0.1	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 9.0	h < 0.1	h = 0.2	h = 0.1	h = 0.5	CUMPLE h = 9.0
N219/N110	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 4.3	x: 2.275 m h = 1.5	x: 2.275 m h = 7.9	h = 0.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.275 m h = 11.6	h < 0.1	h = 0.5	h = 0.3	h = 0.3	CUMPLE h = 11.6
N110/N108	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 3.4	x: 0 m h = 1.3	x: 0.175 m h = 10.3	h = 0.5	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 12.0	h < 0.1	h = 1.7	h = 0.5	h = 0.4	CUMPLE h = 12.0
N108/N175	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 2.9	x: 0.175 m h = 2.3	x: 0.175 m h = 10.3	h = 0.6	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 12.7	h < 0.1	h = 1.6	h = 0.6	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 12.7
N175/N220	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 7.7	h = 0.1	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 9.9	h < 0.1	h = 0.4	h = 0.1	h = 0.2	CUMPLE h = 9.9
N220/N168	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 2.2	x: 2.275 m h = 1.3	x: 0 m h = 6.6	h = 0.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.5	h < 0.1	h = 0.3	h = 0.3	h = 0.4	CUMPLE h = 8.5
N168/N166	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 1.6	x: 0 m h = 5.9	h = 0.6	h = 0.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 7.2	h < 0.1	h = 1.4	h = 0.6	h = 0.7	CUMPLE h = 7.2
N166/N201	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m h = 0.9	x: 0.175 m h = 2.2	x: 0 m h = 5.5	h = 0.7	h = 0.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.175 m h = 7.1	h < 0.1	h = 1.8	h = 0.8	h = 0.8	CUMPLE h = 7.1
N201/N209	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 2.45 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 5.1	h = 0.2	h = 0.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 6.1	h < 0.1	h = 0.4	h = 0.2	h = 0.7	CUMPLE h = 6.1
N209/N210	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	h = 0.1	x: 0 m h = 0.7	x: 3.135 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.547 m h = 1.2	h < 0.1	h = 0.6	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 1.2
N166/N214	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	h = 0.1	h < 0.1	x: 3.135 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.8	x: 3.135 m h = 0.3	x: 3.135 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.135 m h = 1.1	h < 0.1	h = 0.3	x: 3.135 m h = 0.3	x: 3.135 m h = 0.2	CUMPLE h = 1.1
N220/N137	l < 2.0 Cumple	l _w ≤ l _{w,max} Cumple	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 0.8	x: 3.135 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.2	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m		

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	I	I _w	N _i	N _e	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _z M _y V _z	M _x	MV _z	MV _y	
N191/N193	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.6	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.3	h < 0.1	h = 0.9	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.3
N193/N195	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.6	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.1	h < 0.1	h = 0.6	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 2.1
N195/N197	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.6	x: 0 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.0	h < 0.1	h = 0.6	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 2.0
N197/N199	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 0.6	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.8	h < 0.1	h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.8
N199/N183	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.3	h < 0.1	h = 1.3	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.3
N183/N181	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 0.8	h < 0.1	h = 1.7	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.4	CUMPLE h = 1.7
N181/N179	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 1.8	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.1	h < 0.1	h = 2.2	x: 0.343 m h = 1.2	x: 0.343 m h = 0.4	CUMPLE h = 2.2
N175/N117	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.8	x: 0.343 m h = 1.6	x: 0 m h = 1.1	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.2	h < 0.1	h = 2.8	x: 0 m h = 1.2	h = 0.2	CUMPLE h = 3.2
N117/N119	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 1.8	x: 0 m h = 0.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.4	h < 0.1	h = 2.6	x: 0 m h = 0.9	h = 0.2	CUMPLE h = 2.6
N119/N121	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h = 0.7	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.6	h < 0.1	h = 2.4	x: 0 m h = 0.7	h = 0.2	CUMPLE h = 2.6
N121/N123	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.3	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h = 0.5	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.0	h < 0.1	h = 2.5	x: 0 m h = 0.5	h = 0.2	CUMPLE h = 3.0
N123/N125	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.6	x: 0.172 m h = 2.0	x: 0 m h = 0.2	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.2	h < 0.1	h = 2.5	x: 0 m h = 0.2	h = 0.2	CUMPLE h = 3.2
N125/N127	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.6	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.3	h < 0.1	h = 2.6	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.3
N127/N129	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.6	x: 0.343 m h = 2.0	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.4	h < 0.1	h = 2.8	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.4
N129/N131	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.3	x: 0 m h = 2.1	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.2	h < 0.1	h = 3.1	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.2
N131/N133	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 2.2	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.9	h < 0.1	h = 3.5	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.5
N133/N135	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 0.8	x: 0 m h = 2.2	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.5	h < 0.1	h = 3.8	x: 0.343 m h = 1.0	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.8
N135/N139	1 E 3.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h = 2.2	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.4	h < 0.1	h = 4.2	x: 0.343 m h = 1.2	x: 0.343 m h = 0.3	CUMPLE h = 4.2
N177/N59	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.1	h < 0.1	h = 2.3	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.1
N59/N61	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.6	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.7	h < 0.1	h = 1.8	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.8
N61/N63	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 1.6	h < 0.1	h = 1.4	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.6
N63/N65	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0.343 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.0	h < 0.1	h = 1.0	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.0
N65/N67	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.4	h < 0.1	h = 1.1	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.4
N67/N69	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.1	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.7	h < 0.1	h = 1.2	x: 0 m h = 0.1	h = 0.2	CUMPLE h = 2.7
N69/N71	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.3	x: 0.343 m h = 0.2	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.8	h < 0.1	h = 1.5	x: 0.343 m h = 0.2	h = 0.2	CUMPLE h = 2.8
N71/N73	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.6	x: 0.343 m h = 1.5	x: 0.343 m h = 0.4	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.8	h < 0.1	h = 1.9	x: 0.343 m h = 0.4	h = 0.2	CUMPLE h = 2.8
N73/N75	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 0.6	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.7	h < 0.1	h = 2.2	x: 0.343 m h = 0.6	h = 0.2	CUMPLE h = 2.7
N75/N77	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.6	x: 0 m h = 1.8	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.3	h < 0.1	h = 2.6	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.6
N77/N81	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0 m h = 1.9	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.9	h < 0.1	h = 2.9	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.9
N215/N1	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 3.4	x: 0 m h = 5.2	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.2	h < 0.1	h = 5.3	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 0.6	CUMPLE h = 8.2
N1/N3	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 4.6	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 6.5	h < 0.1	h = 4.9	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.5	CUMPLE h = 6.5
N3/N5	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.172 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 4.0	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 4.9	h < 0.1	h = 4.6	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.5	CUMPLE h = 4.9
N5/N7	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 3.5	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.9	h < 0.1	h = 4.2	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.5	CUMPLE h = 4.2
N7/N9	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 1.2	x: 0 m h = 3.0	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.8	h < 0.1	h = 3.9	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 3.9
N9/N11	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0 m h = 2.6	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.6	h < 0.1	h = 3.5	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 3.6
N11/N13	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0 m h = 2.2	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.4	h < 0.1	h = 3.5	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 3.5
N13/N15	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 1.9	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.0	h < 0.1	h = 3.4	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.4
N15/N17	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 1.6	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.4	h < 0.1	h = 3.3	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.3
N17/N19	1 < 2.0 Cumple	I _w E I _{w, máx} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 1.4	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.8	h < 0.1	h = 3.2	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.2

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	l _w	N _i	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _{Vz}	M _{Vy}	
N88/N90	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 2.0	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.4	h < 0.1	h = 3.7	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.7
N90/N92	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.0	x: 0.343 m h = 2.0	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.8	h < 0.1	h = 3.4	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.4
N92/N94	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.2	h < 0.1	h = 3.0	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 3.2
N94/N96	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.4	h < 0.1	h = 2.7	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.4
N96/N98	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.1	x: 0.343 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 3.3	h < 0.1	h = 2.3	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.3
N98/N100	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.172 m h = 3.2	h < 0.1	h = 2.3	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.2
N100/N102	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 1.5	x: 0.343 m h = 1.9	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.0	h < 0.1	h = 2.2	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 3.0
N102/N104	x: 0 m h < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 1.8	x: 0.343 m h = 0.7	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.6	h < 0.1	x: 0 m h = 2.1	x: 0.343 m h = 0.7	h = 0.2	CUMPLE h = 2.6
N104/N106	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0.343 m h = 0.5	x: 0 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 0.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.2	h < 0.1	x: 0.172 m h = 2.4	x: 0.343 m h = 0.9	h = 0.2	CUMPLE h = 2.4
N106/N110	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0.343 m h = 1.5	x: 0 m h = 1.7	x: 0.343 m h = 1.1	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.9	h < 0.1	h = 2.6	x: 0.343 m h = 1.1	h = 0.2	CUMPLE h = 2.9
N57/N30	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 2.0	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.1	h < 0.1	h = 2.3	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.5	CUMPLE h = 3.1
N30/N32	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.9	h < 0.1	h = 1.9	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 1.9
N32/N34	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 1.6	h < 0.1	h = 1.4	x: 0 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 1.6
N34/N36	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 1.4	x: 0 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0.343 m h = 1.0	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.4	CUMPLE h = 1.9
N36/N38	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 1.6	x: 0 m h = 0.5	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 1.9	h < 0.1	x: 0.343 m h = 0.8	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.9
N38/N40	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	x: 0.343 m h = 1.7	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.9	h < 0.1	h = 0.8	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 1.9
N40/N42	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.3	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.0	h < 0.1	h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 2.0
N42/N44	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.5	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.0	h < 0.1	h = 1.5	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 2.0
N44/N46	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 1.1	x: 0.343 m h = 0.6	x: 0.343 m h = 0.6	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.8	h < 0.1	h = 1.8	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 1.8
N46/N48	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	x: 0 m h = 0.5	x: 0.343 m h = 0.7	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.4	h < 0.1	h = 2.2	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.2
N48/N52	l < 2.0 Cumple	l _w E l _{w,max} Cumple	x: 0.343 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.2	x: 0.343 m h = 1.5	x: 0.343 m h = 0.9	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.343 m h = 2.4	h < 0.1	h = 2.7	x: 0.343 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.2	CUMPLE h = 2.7
N221/N209	x: 0 m h < 2.0 Cumple	x: 1.6 m h < 2.0 Cumple	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.8	x: 1.6 m h = 20.2	x: 1.6 m h = 1.0	x: 0 m h = 4.9	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.6 m h = 21.5	h < 0.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 4.9	h = 0.1	CUMPLE h = 21.5
N221/N210	x: 0 m h < 2.0 Cumple	x: 3.52 m h < 2.0 Cumple	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 3.8	x: 3.52 m h = 7.3	x: 3.52 m h = 1.3	x: 0 m h = 1.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.52 m h = 7.7	h < 0.1	x: 0 m h = 1.0	x: 0 m h = 1.3	h < 0.1	CUMPLE h = 7.7
N222/N210	x: 0 m h < 2.0 Cumple	x: 1.6 m h < 2.0 Cumple	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 0.9	x: 1.6 m h = 19.5	x: 1.6 m h = 2.1	x: 0 m h = 4.7	h = 0.1	x: 0.05 m h < 0.1	x: 0.05 m h < 0.1	x: 1.6 m h = 21.2	h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 21.2

Notación:

- l: Limitación de esbeltez
- l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_i: Resistencia a tracción
- N_c: Resistencia a compresión
- M_y: Resistencia a flexión eje Y
- M_z: Resistencia a flexión eje Z
- V_z: Resistencia a corte Z
- V_y: Resistencia a corte Y
- M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
- NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t: 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 axil de compresión ni de tracción.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁷⁾ 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.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Cálculo de Sismo

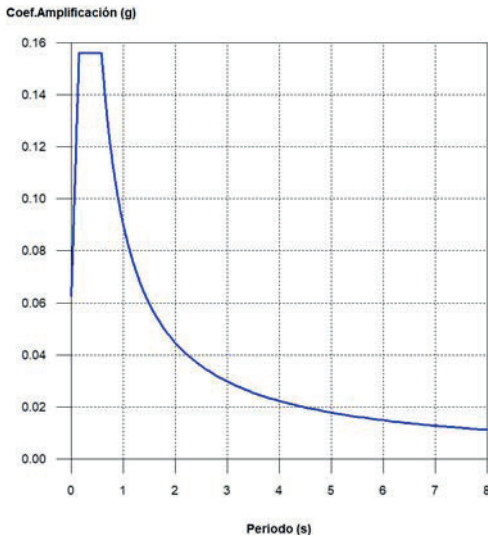
Norma utilizada: NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

Espectro de cálculo

Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot v - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \quad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot v \quad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot v \quad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.156 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2)

a_c : 0.062 g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

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

a_b : 0.060 g

: Coeficiente adimensional de riesgo

: 1.00

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2)

S : 1.04

$$S = \frac{C}{1,25}$$

$$\rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25})$$

$$0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0$$

$$0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

C : 1.30

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

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

a_b : 0.060 g

: Coeficiente adimensional de riesgo

: 1.00

: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5)

: 1.00

$$v = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

: 5.00 %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

T_A : 0.14 s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

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

K: 1.10

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

C: 1.30

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

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

T_B: 0.57 s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

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

K: 1.10

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

C: 1.30

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

Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (β) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{v}{\mu} - 1 \right) \cdot \frac{T}{T_A} \right) \quad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{v}{\mu} \quad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{v}{\mu} \quad T > T_B$$

β : Coeficiente de respuesta

β : 0.50

$$\beta = \frac{v}{\mu}$$

μ : Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5)

μ : 1.00

$$v = \left(\frac{5}{\Omega} \right)^{0,4}$$

Ω : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

Ω : 5.00 %

Ω : Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1)

Ω : 2.00

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

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2)

a_c: 0.062 g

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

K: 1.10

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

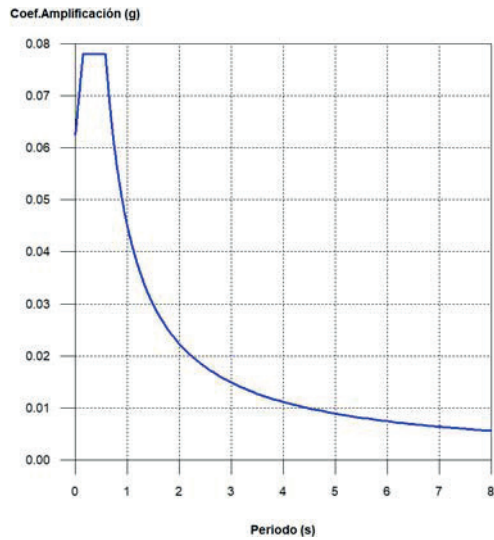
C: 1.30

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

T_A: 0.14 s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

T_B: 0.57 s



Coefficientes de participación

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.311	1	0	81.18 %	0 %	R = 2 A = 0.765 m/s ² D = 1.87137 mm	R = 2 A = 0.765 m/s ² D = 1.87137 mm
Modo 2	0.126	0	1	0 %	0 %	R = 2 A = 0.747 m/s ² D = 0.30188 mm	R = 2 A = 0.747 m/s ² D = 0.30188 mm
Modo 3	0.069	1	0	6.94 %	0 %	R = 2 A = 0.686 m/s ² D = 0.08367 mm	R = 2 A = 0.686 m/s ² D = 0.08367 mm
Modo 4	0.046	0.0891	0.996	0 %	0 %	R = 2 A = 0.661 m/s ² D = 0.03529 mm	R = 2 A = 0.661 m/s ² D = 0.03529 mm
Modo 5	0.035	1	0.0009	0.51 %	0 %	R = 2 A = 0.65 m/s ² D = 0.02074 mm	R = 2 A = 0.65 m/s ² D = 0.02074 mm
Modo 6	0.032	0.0031	1	0 %	0 %	R = 2 A = 0.646 m/s ² D = 0.01629 mm	R = 2 A = 0.646 m/s ² D = 0.01629 mm
Modo 7	0.031	0	1	0 %	36.06 %	R = 2 A = 0.646 m/s ² D = 0.01617 mm	R = 2 A = 0.646 m/s ² D = 0.01617 mm
Modo 8	0.009	1	0	0.07 %	0 %	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00119 mm	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00119 mm
Modo 9	0.009	0.4812	0.8766	0 %	0 %	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00119 mm	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00119 mm
Modo 10	0.009	0	1	0 %	56.76 %	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00114 mm	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00114 mm
Modo 11	0.008	0.0028	1	0 %	0 %	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00111 mm	R = 2 A = 0.621 m/s ² D = 0.00111 mm
Modo 12	0.006	0.9999	0.0145	0.01 %	0 %	R = 2 A = 0.619 m/s ² D = 0.00059 mm	R = 2 A = 0.619 m/s ² D = 0.00059 mm
Modo 13	0.006	1	0	11.27 %	0 %	R = 2 A = 0.619 m/s ² D = 0.00059 mm	R = 2 A = 0.619 m/s ² D = 0.00059 mm
Total				99.98 %	92.82 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

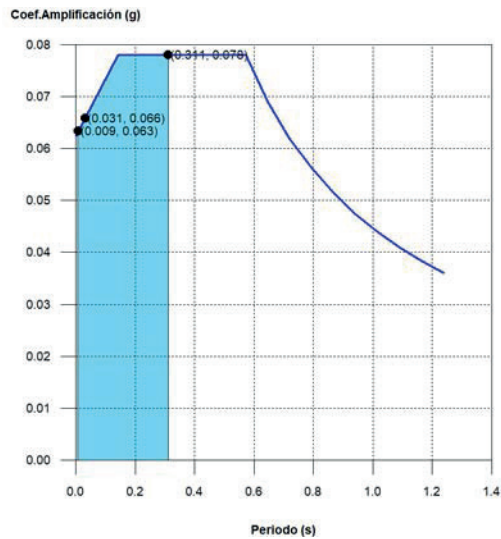
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.311	0.078
Modo 7	0.031	0.066
Modo 10	0.009	0.063

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice

1. JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE DOCUMENTO.
 - 1.1.- Justificación del Estudio Básico según art. 4 del R.D. 1627/1997.
2. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.
 - 2.1.- Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 - 2.2.- Proyecto al que se refiere.
 - 2.3.- Descripción del emplazamiento.
 - 2.4.- Descripción de las obras y sus fases.
 - 2.5.- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.
 - 2.6.- Maquinaria de obra.
 - 2.7.- Medios auxiliares.
3. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.
4. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.
5. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.
6. PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.
 - 6.1.- Elementos previstos para la seguridad de los trabajos de mantenimiento.
 - 6.2.- Otras informaciones útiles para trabajos posteriores.
7. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.

1.- JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE DOCUMENTO.**1.1.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO SEGÚN ART. 4 DEL R.D. 1627/1997.**

SUPUESTOS	SÍ	NO
El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).		X
La duración estimada es superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.		X
El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es superior a 500.		X
Se contemplan obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y/o presas.		X

Al no estar el proyecto de obras redactado incluido en ninguno de los supuestos anteriores, en la fase de redacción del proyecto se elabora un estudio básico de seguridad y salud.

2.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.**2.1.- OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al art. 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Este Estudio Básico De Seguridad y Salud hace referencia al Proyecto de Intervención a cota de cubiertas en la Parroquia Mayor de Santa Cruz de Écija, Sevilla. Su autor es el arquitecto Javier de Sola Carballo.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

2.2.- PROYECTO AL QUE SE REFIERE.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

PROYECTO DE REFERENCIA	
Tipo de Proyecto	Proyecto de Intervención a cota de cubiertas en la Parroquia Mayor de Santa Cruz de Écija, Sevilla
Técnico autor del proyecto	Javier de Sola Caraballo
Promotor y autores del encargo	Archidiócesis de Sevilla
Emplazamiento	Plz. Ntra. Sra. Del Valle, 5. Écija, Sevilla
Presupuesto de Ejecución Material	171.869,77 €
Presupuesto de seguridad	1701,20 €
Número máximo de operarios	10
Plazo de ejecución previsto	1 mes
Total aproximado de jornadas	29
OBSERVACIONES:	

2.3.- DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

DATOS EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Directo desde la calle
Topografía del terreno	Calle de acceso sin pendiente
Edificaciones colindantes	La iglesia existente
Suministro de energía eléctrica	Existe
Suministro de agua	Existe
Sistema de saneamiento	Existe / Alcantarillado a red general
Servidumbres y condicionantes	No procede
Lugares de acopio previstos	Exterior e interior
OBSERVACIONES:	

2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES

El carácter patrimonial del edificio donde se desarrolla la obra, dificulta la instalación de medios auxiliares y de protección. Parte de los trabajos se realizarán en altura, sin instalación de barandillas, por lo que se realizarán por personal especializado para trabajos en altura, en todo momento con uso permanente de anclajes a líneas de vida, y con la previa instalación de redes horizontales que cubran todo el espacio vacío y vallas y marquesinas exteriores de protección

Fase 1: Actuaciones previas.

Colocación de vallado, señalización, instalaciones provisionales.
Colocación de malla de seguridad cubriendo los vanos descubiertos del atrio
Instalación de torre de andamios para ascenso a cota superior.
Colocación de líneas de vida.
Desbroce y limpieza de cornisas y cota superior de muros.
Replanteo con topógrafo de situación de zapatas prefabricadas.
Cajeado de 60 cm en la base de la escalera y de 20cm en la coronación de muros
Consolidación e hidrófugo de muros

Fase 2: Cimentaciones y ensamblado.

Recepción de zapatas y primeras piezas modulares de pasarelas y escalera.

Izado y colocación de zapatas. Fijación mediante barras y mezcla ligeramente expansiva.

Ensamblado de peldañeado, solería de madera y barandillas sobre la estructura principal triangulada de la escalera.

Ensamblado de módulos de vigas laminadas.

Ensamblado de piezas de bastidor del tablero y barandillas de las pasarelas.

Fase 3: Izado y colocación de módulos.

Izado y colocación de módulos de la escalera, atornillado

Replanteo de apoyos de pasarelas.

Izado y colocación de vigas laminadas.

Izado y colocación de bastidores del tablero, atornillado.

Fase 4: Acabados.

Revestimiento de núcleo de escalera, y colocación de malla de barandilla.

Colocación de chapa de acero galvanizado protectora, y omegas auxiliares sobre vigas laminadas.

Entarimado de pasarelas y colocación de malla de barandillas.

Instalación de puertas en barandilla y escalerillas de ascenso a la siguiente cornisa.

Colocación de pasamanos.

Limpieza y repasos finales.

2.5.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo IV parte A del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

SERVICIOS HIGIÉNICOS	
	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave
	Lavabos con agua fría.
	Duchas con agua fría y caliente.
	Retretes.
OBSERVACIONES: Serán alojados en dependencias de la parroquia.	

De acuerdo con el apartado 14 anexo IV parte A del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

NIVEL DE ASISTENCIA SANITARIA			
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX.	TELÉFONO
Primeros auxilios	Botiquín Portátil en Obra	-	-
Asistencia Primaria (Urgencias)	Centro Salud El Almorón, Écija	800 m	-
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital de la Merced, Osuna. Sevilla	36 km	-
OBSERVACIONES: El botiquín portátil dispondrá como mínimo de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado. TELEFONO URGENCIAS 112			

2.6.- MAQUINARIA DE OBRA.

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de tabla adjunta:

MAQUINARIAS	
Grúas móvil	Hormigoneras
Montacargas	Camiones
Atornilladoras	Cabrestantes mecánicos
Sierra circular	Martillo neumático
OBSERVACIONES:	

2.7.- MEDIOS AUXILIARES.

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERISTICAS
<input type="checkbox"/> Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa. Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos. Los pescantes serán preferiblemente metálicos. Los cabrestantes se revisarán trimestralmente. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
<input checked="" type="checkbox"/> Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas. Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados. Correcta disposición de las plataformas de trabajo. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.
<input checked="" type="checkbox"/> Andamios sobre borriqueta	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
<input checked="" type="checkbox"/> Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
<input type="checkbox"/> Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1m$: I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. I. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24V$. I. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro. La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será $\square 80 \square$.
OBSERVACIONES: Los medios auxiliares dependerán de los medios y disposición del contratista, siendo este el encargado de actualizar dicha lista en el plan de seguridad en el caso de que en la ejecución de la obra se previera la utilización de otros medios.	

3.-RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

No procede

4.-RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al mismo nivel	
X	Caídas de operarios a distinto nivel	
X	Caídas de objetos sobre operarios	
X	Caídas de objetos sobre terceros	
X	Choques o golpes contra objetos	
X	Fuertes vientos	
X	Trabajos en condiciones de humedad	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Cuerpos extraños en los ojos	
X	Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
	GRADO DE ADOPCION	
X	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	permanente
X	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	permanente
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	permanente
X	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	permanente
X	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	permanente
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	permanente
X	Vallado perímetro completo de la obra, resistente y de altura $\geq 2m$	permanente
X	Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	permanente
X	Pantalla inclinada rígidas sobre aceras, vías de circulación o edificaciones colindantes	permanente
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	permanente
X	Evacuación de escombros	permanente
X	Escaleras auxiliares	ocasional
X	Información específica	para riesgos concretos
X	Cursos y charlas de formación	Inicio nuevos tajos
X	Grúa parada	con viento fuerte o sin uso
X	Redes de Seguridad contra caídas, colocadas horizontalmente o con inclinación, cubriendo la zona de trabajo en los elementos de cubierta.	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Cascos de seguridad	permanente
X	Calzado protector	permanente
X	Ropa de trabajo	permanente
X	Ropa impermeable o de protección	mal tiempo
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Cinturones de protección del tronco	ocasional
X	Cinturones de Seguridad para anclaje	Siempre en altura
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		GRADO DE EFICACIA
Para trabajos en altura, uso permanente de líneas de vida previamente instaladas		alto
OBSERVACIONES:		

FASE 1: ACTUACIONES PREVIAS		
RIESGOS		
	Desplomes en edificios colindantes	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Desplome de andamios	
	Atrapamientos y aplastamientos	
	Atropellos, colisiones y vuelcos	
	Contagios por lugares insalubres	
X	Ruidos	
X	Vibraciones	
X	Ambiente pulvígeno	
	Electrocuciones	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
	Observación y vigilancia de los edificios colindantes	diaria
	Apuntalamientos y apeos	frecuente
X	Pasos o pasarelas	frecuente
	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas	permanente
X	Redes verticales	permanente
X	Líneas de vida	permanente
X	Arriostamiento cuidadoso de los andamios	permanente
	Riegos con agua	frecuente
X	Andamios de protección	permanente
	Conductos de desescombro	permanente
X	Anulación de instalaciones antiguas	definitivo
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Botas de seguridad	permanente
X	Guantes contra agresiones mecánicas	frecuente
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Mascarilla filtrante	ocasional
X	Protectores auditivos	ocasional
X	Cinturones y arneses de seguridad	Siempre en altura
X	Mástiles y cables fiadores	permanente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

FASE 2: CIMENTACIÓN Y ENSAMBLADOS	
RIESGOS	
	Desplomes y hundimientos del terreno
	Desplomes en edificios colindantes
X	Caídas de operarios al vacío
X	Caídas de materiales transportados
X	Atrapamientos y aplastamientos
	Atropellos, colisiones y vuelcos
	Contagios por lugares insalubres
X	Lesiones y cortes en brazos y manos
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies
	Dermatitis por contacto con hormigones y morteros
	Ruidos
x	Vibraciones
	Ambiente pulvígeno
	Electrocuciones
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
	Apuntalamientos y apeos
	Achique de aguas
	Entibación
X	Pasos o pasarelas
	Separación de tránsito de vehículos y operarios
	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)
X	No acopiar junto al borde
	Observación y vigilancia de los edificios colindantes
X	No permanecer bajo acción de maquinas
	Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)
X	Redes horizontales (interiores y bajo los forjados)
	Andamios y plataformas para encofrados
	Plataformas de carga y descarga de material
	Barandillas resistentes (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)
	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales
X	Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIS)	
	Gafas de seguridad
	Guantes de cuero o goma
	Botas de seguridad
	Botas de goma o P.V.C. de seguridad
	Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar
	Cinturones y arneses de seguridad
	Mástiles y cables fiadores
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION	
OBSERVACIONES:	

FASE 3: IZADO Y COLOCACIÓN DE MÓDULOS		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al vacío, o por el plano inclinado de la cubierta	
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
	Dermatitis por contacto con materiales	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
	Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
X	Vientos fuertes	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
	Derrame de productos	
	Electrocuciones	
	Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
	Proyecciones de partículas	
X	Condiciones meteorológicas adversas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
	GRADO DE ADOPCION	
X	Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	permanente
X	Redes de seguridad (interiores y/o exteriores)	permanente
	Andamios perimetrales en aleros	permanente
	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
	Barandillas rígidas y resistentes (con listón intermedio y rodapié)	permanente
	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
	Escaleras de tejador, o pasarelas	permanente
	Parapetos rígidos (si la obra lo permite, antes que cualquier otro trabajo en cubierta)	permanente
X	Acopio adecuado de materiales	permanente
X	Señalizar obstáculos	permanente
X	Plataforma adecuada para gruiста	permanente
X	Ganchos de servicio y líneas de vida	permanente
X	Accesos adecuados a las cubiertas	permanente
X	Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	ocasional
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Guantes de cuero o goma	ocasional
X	Botas de seguridad	permanente
X	Arneses de seguridad	permanente
X	Mástiles y cables fiadores	permanente
X	Calzado con suela resistente	permanente
X	Casco de seguridad homologado	permanente
X	Cinturón de seguridad	Siempre en altura
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

FASE 4: ACABADOS		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al vacío	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Ambiente pulvígeno	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
	Dermatitis por contacto con materiales	
X	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
X	Inhalación de sustancias tóxicas	
	Quemaduras	
	Electrocución	
X	Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
X	Deflagraciones, explosiones e incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCION
X	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
X	Andamios	permanente
	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
X	Barandillas	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Evitar focos de inflamación	permanente
	Equipos autónomos de ventilación	permanente
X	Almacenamiento correcto de los productos	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	frecuente
X	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
X	Mástiles y cables fiadores	ocasional
X	Mascarilla filtrante	ocasional
	Equipos autónomos de respiración	ocasional

5.- RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECIFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de operarios o caídas de objetos.	Uso permanente de líneas de vida para trabajos en altura, y colocación de red resistente horizontal.
Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	Realizado por personal especializado con guantes de seguridad, herramientas adecuadas y asistidos por maquinaria.
OBSERVACIONES:	

6.- PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.

6.1.-ELEMENTOS PREVISTOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

En el Proyecto de Ejecución a que se refiere el presente Estudio de Seguridad y Salud se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras. Estos elementos son los que se relacionan en la tabla siguiente:

UBICACION	ELEMENTOS	PREVISION
Cubiertas	Líneas de vida	Permanente
	Ganchos de servicio	Permanente
	Elementos de acceso a cubierta (puertas, escalera)	Permanente

7.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.

NORMATIVA APLICABLE

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que Reglamenta de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 17/2003, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Decreto 34/2008, de 5 de febrero, por el que se aprueban los Estatutos del Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales.

Orden de 7 de febrero de 2008, sobre publicación de las Sanciones por Infracciones muy graves en materia de Riesgos Laborales.

Orden de 31 de enero de 2007, por la que se convoca la concesión de subvenciones a las Universidades públicas al desarrollo de actividades de promoción de la prevención de los riesgos laborales para el año 2007, con sujeción a las bases reguladoras aprobadas por la Orden que se cita.

Orden de 31 de enero de 2007, por la que se convoca la concesión de subvenciones a los Colegios Profesionales de la Comunidad Autónoma de Andalucía para el desarrollo de actividades de promoción de la prevención de los riesgos laborales para el año 2007, con sujeción a las bases reguladoras por la Orden que se cita.

Resolución de 15 de febrero de 2007, de la Consejería de Empleo, por la que se establece el complemento de productividad en el método directo en los Centros de Prevención de Riesgos Laborales para las funciones comprobatorias en colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Orden de 20 de febrero de 2007, de la Consejería de Empleo, por la que se crean y regulan los Premios a la Prevención de Riesgos Laborales de la Comunidad Autónoma de Andalucía y se convocan los correspondientes a 2007.

Orden de 22 de noviembre de 2007, por la que se desarrolla el procedimiento de habilitación del Libro de Subcontratación en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.

Decreto 396/2006 por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos de exposición al amianto.

Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo.
Túneles. Requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del estado.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.
Seguridad y Salud. Se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Resolución de 11 de abril de 2006.
Inspección de trabajo y seguridad social. Libro de Visitas de la inspección de trabajo y seguridad social.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo.
Ruido. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Orden TAS/4053/2005, de 27 de diciembre.
Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de Seguridad Social

Real Decreto 688/2005, de 10 de junio.
Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de Seguridad Social

Real Decreto 689/2005, de 10 de junio.
Inspección de Trabajo y Seguridad Social

Real Decreto 59/2005, de 1 de junio.
Industrias en general

Orden de 27 de mayo de 2005.

Industrias en general

Real Decreto 119/2005, de 4 de febrero.

Real Decreto 119/2005, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de Julio, por el que medidas de control de los riesgos inherentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.

Salud Laboral. Modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio de 1997, por el que se establecen disposiciones de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero.

Prevención de Riesgos Laborales. Empresarios y Empresas. Desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Ley 62/2003 de 30 de diciembre.

Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social. Infracciones y Sanciones de Orden Social, y modifica la Ley 5/2003, de 8 de agosto.

Ley 54/2003, de 12 de diciembre.

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, sobre la Salud Laboral, por la que se reforma el marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

Decreto 313/2003, de 11 de noviembre.

Salud Laboral. Aprueba el Plan General para la Prevención de Riesgos Laborales en Andalucía.

Ley 5/2003, de 9 de octubre.

Ley de Salud en Andalucía. Ley por la que se modifica la Ley 2/1998, de 15 de junio sobre Normas Reguladoras de la Salud en Andalucía.

Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre.

Industrias en general. Aprueba la Directriz Básica de Protección Civil, para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio.

Grúas. Aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Real Decreto 837/2003, de 27 de junio.

Grúas. Aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-4, del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio.

Salud Laboral. Protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas contaminadas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 349/2003 de 21 de marzo.

Salud Laboral. Modifica el Real Decreto 655/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.

Accidentes de Trabajo. Establece nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y posibilita la tramitación del procedimiento electrónico.

Real Decreto 707/2002, de 19 de julio.

Salud Laboral. Aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de Prevención de Riesgos Laborales, en el ámbito de la Administración General del Estado.

Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero.

Ruido. Comunidad Económica Europea. Regula las emisiones sonoras en el entorno, debidas a determinadas máquinas y equipos.

Ley 24/2001 de 27 de diciembre.

Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social. Texto refundido de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden de la Prevención de Riesgos Laborales, y modifica el Real Decreto 5/2000 de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley sobre infracciones y sanciones en el Orden Social.

Acuerdo de 6 de noviembre de 2001.

Funcionarios y Personal Laboral de la Comunidad Autónoma. Acuerdo Plenario de la Mesa General de Negociación Social de participación en materia de Prevención de Riesgos Laborales, en el ámbito de la Administración de la Junta de Andalucía.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.

Salud Laboral. Disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al riesgo de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril.

Salud Laboral. Protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes biológicos durante el trabajo.

Orden 18 de octubre de 2000.

Industrias en general. Desarrollo y aplicación del artículo 2º del Decreto 46/2000, de 7/2/2000 que determina las competencias y funciones de los órganos de la Junta en relación con las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

que intervengan sustancias peligrosas.

Real Decreto 5/2000 de 16 de mayo.

Trabajo y Seguridad Social. Aprueba el texto Refundido de la Ley sobre infracciones y Sanciones en el Orden Social.

Real Decreto 1124/2000 de 16 de mayo.

Salud Laboral. Modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a los agentes cancerígenos durante el trabajo.

Decreto 117/2000, de 11 de abril.

Funcionarios y Personal Laboral de la Comunidad Autónoma. Creación de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales en el personal al servicio de la Administración de la Junta de Andalucía.

Decreto 46/2000, de 7 de febrero.

Industrias en general. Determina las competencias y funciones de los Órganos de la Junta en relación con las medidas de prevención de los riesgos inherentes a los accidentes graves en las que intervengan sustancias peligrosas.

Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero.

Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Aprueba el Reglamento de Organización y Funcionamiento.

Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio.

Industrias en general. Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Orden 29 de abril de 1999.

Empresas y Centros de Trabajo. Modifica la Orden de 6/5/1988, de requisitos y datos de las comunicaciones de apertura y reanudación de actividades.

Orden 8 de marzo de 1999. (II)

Salud Laboral. Crea el Registro Andaluz de Servicios de Prevención y Personal o Entidades para efectuar auditorias o inspecciones de los sistemas de prevención.

Orden 8 de marzo de 1999. (I)

Salud Laboral. Crea los Requisitos Provinciales de Delegados de Prevención y Órganos específicos que los sustituya.

Orden 2988/1998, de 30 de junio.

Requisitos mínimos exigibles para el montaje, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en la construcción.

Ley 2/1998 de 15 de junio.

Salud en Andalucía. Ley por la que se aprueba las Normas reguladoras de Salud en Andalucía.

Real Decreto 780/1998 de 30 de abril.

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Modifica el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, que aprueba el reglamento de organización y funcionamiento.

Orden de 25 de marzo de 1998.

Salud Laboral. Adapta el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo de 1997, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Resolución de 18 de febrero de 1998.

Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Regula el modelo y requisitos del libro de visitas.

Ley 42/1997, de 14 de noviembre.

Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Ordenación.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio.

Seguridad e Higiene en el trabajo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo.

Seguridad e higiene en el trabajo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril.

Seguridad e higiene en el trabajo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril.

Seguridad e higiene en el trabajo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril.

Seguridad e higiene en el trabajo. Disposiciones mínimas de señalización de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Reglamento.

Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de ruidos.

Real Decreto 245/1989 de 27 de febrero.

Ruidos-Comunidad Económica Europea. Determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinadas maquinarias para construcción y cortadoras de césped.

Orden 6 de mayo de 1988.

Empresas y Centros de Trabajo. Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa a reanudación de actividad.

Real Decreto 1403/1986 de 9 de mayo.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Comunidad Económica Europea. Señalización de seguridad en los centros y locales.

Orden 9 de abril de 1986.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Reglamento para la prevención de riesgos y Protección de la Salud por la presencia de monóxido de carbono en el ambiente de trabajo.

Orden 31 de marzo de 1986.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Modifica el artículo 13º de control médico preventivo de los trabajadores del Reglamento de trabajos con riesgos por amianto, aprobado por Orden 31/10/1984.

Real Decreto 555/1986, de 21 de febrero.

Seguridad e Higiene en el trabajo. Obligatoriedad e inclusión de su estudio en los proyectos de edificación y obras públicas.

Orden de 29 de noviembre de 1984.

Protección Civil. Manual de Autoprotección. Guía para desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en edificios.

Orden de 31 de octubre de 1984.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Reglamento sobre trabajos por amianto.

Orden Ministerial de 29 de julio de 1982.

Sociedades de Seguros. Clasifica los ramos.

Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento.

Las Normas UNE e ISO que algunas de las disposiciones anteriores señalan como de obligado cumplimiento.

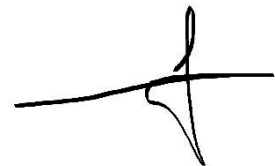
En Sevilla, Septiembre 2021

El Promotor

El autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Fdo:

Fdo: **Javier de Sola Caraballo**



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

0. DATOS DE LA OBRA.

Tipo de obra	PROYECTO DE INTERVENCIÓN EN LAS CUBIERTAS
Emplazamiento	PLAZA NUESTRA SEÑORA DEL VALLE, 5, ÉCIJA (SEVILLA)
Fase de proyecto	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
Técnico redactor	Javier de Sola Caraballo
Dirección facultativa	Javier de Sola Caraballo
Productor de residuos (1)	ARCHIDIÓCESIS DE SEVILLA

1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA.

1.a. Estimación cantidades totales.

Tipo de obra	Superficie construida (m ²)	Coefficiente (m ³ /m ²) (2)	Volumen RCDs (m ³) total	Peso RCDs (t) (3) Total
Nueva construcción	186	0,12	22,32	17,856
Demolición	3	0,5	1,5	1,2
Reforma	267	0,05	13,35	10,68
Total			37,17	29,736

Volumen en m³ de Tierras no reutilizadas procedentes de excavaciones y movimientos (4) 2

1b. Estimación cantidades por tipo de RCDs, codificados según Listado Europeo de Residuos (LER).

Introducir: Peso Total de RCDs (t) de la tabla anterior		29,74	
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
Código LER	Tipo de RCD	Porcentaje sobre totales (5)	Peso (t) (6)
17 01 01	Hormigón	0,000	0
17 01 02; 17 01 03	Ladrillos; Tejas y materiales cerámicos	0,200	5,948
17 02 01	Madera	0,250	7,435
17 02 02	Vidrio	0,000	0
17 02 03	Plástico	0,050	1,487
17 04 07	Metales mezclados	0,350	10,409
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso no contaminados con sustancias peligrosas	0,000	0
20 01 01	Papel y cartón	0,050	1,487
17 09 04	Otros RCDs mezclados que no contengan mercurio, PCB o sustancias peligrosas	0,100	2,974

RESIDUOS PELIGROSOS (obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma) (7)		
Código LER	Tipo de RCD	Peso (t) o Volumen (m ³)
----	----	----

2. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.

Marcar las que se consideren oportunas. El redactor introducirá además aquellas medidas que considere necesarias para minimizar el volumen de residuos.

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se dispondrá en obra de maquinaria para el machaqueo de residuos pétreos, con el fin de fabricar áridos reciclados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.
- Otras (indicar cuáles)

3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RCDs QUE SE GENERARÁN EN OBRA. (8)

OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN

Marcar las operaciones que se consideren oportunas. Hay que tener en cuenta que los materiales reutilizados deben cumplir las características adecuadas para el fin al que se destinan y que se deberá acreditar de forma fehaciente la reutilización y destino de los mismos.

- Las tierras procedentes de la excavación se reutilizarán para rellenos, ajardinamientos, etc...
- Las tierras procedentes de la excavación se reutilizarán para propia obra trasdosados de muros, bases de soleras, etc...
- Se reutilizarán materiales como tejas, maderas, etc...
- Otras (indicar cuáles)

OPERACIONES DE VALORIZACIÓN, ELIMINACIÓN.

En este apartado debemos definir qué operaciones se llevarán a cabo y cuál va a ser el destino de los RCDs que se produzcan en obra. (9)

	(10)	
17 01 01: Hormigón	Ninguna	Tratamiento en vertedero autorizado
17 01 02; 17 01 03: Ladrillos; Tejas y materiales cerámicos	Ninguna	Tratamiento en vertedero autorizado
17 02 01: Madera	Separación	Tratamiento en vertedero autorizado
17 02 02: Vidrio	Ninguna	Tratamiento en vertedero autorizado
17 02 03: Plástico	Ninguna	Reciclado en planta de reciclaje autorizado
17 04 07: Metales mezclados	Separación	Reciclado en planta de reciclaje autorizado
17 08 02 : Materiales de construcción a base de yeso	Ninguna	Tratamiento en vertedero autorizado
20 01 01: Papel y cartón	Separación	Reciclado en planta de reciclaje autorizado
17 09 04: Otros RCDs	Ninguna	Tratamiento en vertedero autorizado

RESIDUOS PELIGROSOS (obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma)

Tipo de RCD	Peso (t) o Volumen (m ³)	Operación en obra (10)	Tratamiento y destino (11)
-----	----	---	-----

4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

El poseedor de RCDs (contratista) separará en obra los siguientes residuos, para lo cual se habilitarán los contenedores adecuados:

- Hormigón.
- Ladrillos, tejas y cerámicos.
- x Madera.
- Vidrio.
- x Plástico.
- x Metales.
- x Papel y cartón.
- Otros (indicar cuáles).

El poseedor de RCDs (contratista) no hará separación in situ por falta de espacio físico en la obra. Encargará la separación de los siguientes residuos a un agente externo:

- Madera
- Plásticos
- Metales.
- Papel y cartón

En el caso de que el poseedor de residuos encargue la gestión a un agente externo, deberá obtener del gestor la documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en este apartado.

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE LOS RCDs DENTRO DE LA OBRA.

Las siguientes prescripciones se modificarán y ampliarán con las que el técnico redactor considere oportunas.

Evacuación de Residuos de Construcción y demolición (RCDs).

- La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:
- Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.
- Mediante canales. El último tramo del canal se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2 m. por encima del suelo o de la plataforma del camión que realice el transporte. El canal no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales.
- El espacio donde cae escombros estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.
- Se protegerán los huecos abiertos de los forjados para vertido de escombros.
- Se señalizarán las zonas de recogida de escombros.
- El conducto de evacuación de escombros será preferiblemente de material plástico, perfectamente anclado, debiendo contar en cada planta de una boca de carga dotada de faldas.
- El final del conducto deberá quedar siempre por debajo de la línea de carga máxima del contenedor.
- El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del polvo.
- Durante los trabajos de carga de escombros se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas (palas cargadoras, camiones, etc.)
- Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o, en su defecto, se regarán para evitar propagación del polvo en su desplazamiento hacia vertedero.

Carga y transporte de RCDs.

- Toda la maquinaria para el movimiento y transporte de tierras y escombros (camión volquete, pala cargadora, dumper, etc.), serán manejadas por personal perfectamente adiestrado y cualificado.
- Nunca se utilizará esta maquinaria por encima de sus posibilidades. Se revisarán y mantendrán de forma adecuada. Con condiciones climatológicas adversas se extremará la precaución y se limitará su utilización y, en caso necesario, se prohibirá su uso.
- Si existen líneas eléctricas se eliminarán o protegerán para evitar entrar en contacto con ellas.
- Antes de iniciar una maniobra o movimiento imprevisto deberá avisarse con una señal acústica.
- Ningún operario deberá permanecer en la zona de acción de las máquinas y de la carga. Solamente los conductores de camión podrán permanecer en el interior de la cabina si ésta dispone de visera de protección.
- Nunca se sobrepasará la carga máxima de los vehículos ni los laterales de cierre.
- La carga, en caso necesario, se asegurará para que no pueda desprenderse durante el transporte.
- Se señalizarán las zonas de acceso, recorrido y vertido.
- El ascenso o descenso de las cabinas se realizará utilizando los peldaños y asideros de que disponen las máquinas. Éstos se mantendrán limpios de barro, grasa u otros elementos que los hagan resbaladizos.
- En el uso de palas cargadoras, además de las medidas reseñadas se tendrá en cuenta:
- El desplazamiento se efectuará con la cuchara lo más baja posible.
- No se transportarán ni izarán personas mediante la cuchara.
- Al finalizar el trabajo la cuchara deberá apoyar en el suelo.
- En el caso de dumper se tendrá en cuenta:
- Estarán dotados de cabina antivuelco o, en su defecto, de barra antivuelco. El conductor usará cinturón de seguridad.
- No se sobrecargará el cubilote de forma que impida la visibilidad ni que la carga sobresalga lateralmente.
- Para transporte de masas, el cubilote tendrá una señal de llenado máximo.
- No se transportarán operarios en el dumper, ni mucho menos en el cubilote.

- En caso de fuertes pendientes, el descenso se hará marcha atrás.
- Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías recirculación.
- Cuando en las proximidades de una excavación existan tendidos eléctricos con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:
 - Desvío de la línea.
 - Corte de la corriente eléctrica.
 - Protección de la zona mediante apantallados.
 - Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.
- En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar. Por ello es conveniente la colocación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén y, como mínimo, 2 m.
- Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.
- En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.
- Para transportes de tierras situadas a niveles inferiores a la cota 0, el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m., en ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.
- La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala a no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

Almacenamiento de RCDs.

- Para los caballeros o depósitos de tierras en obra se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
 - Deberán tener forma regular.
 - Deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa, y se cuidará de evitar arrastres hacia la zona de excavación o las obras de desagüe y no obstaculizará las zonas de circulación.
 - No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.
 - Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.
 - Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.
 - Si se prevé la separación de residuos en obra, éstos se almacenarán, hasta su transporte a planta de valorización, en contenedores adecuados, debidamente protegidos y señalizados.
- El responsable de obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.

7. VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE RCDs.

Tipo de Residuo	Volumen (m ³) (12)	Coste gestión (€/m ³) (13)	Total (€) (14)
Residuos de Construcción y Demolición.	37,17	10	371,7
Tierras no reutilizadas.	3	5	15
			386,7

Sevilla, septiembre de 2021

El Arquitecto,

Javier de Sola Caraballo

El promotor, Archidiócesis de Sevilla

NOTA

S:

(1) Según las definiciones del RD 105/2008, el productor de residuos es la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

(2) Coeficientes basados en estudios realizados por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. Estos coeficientes pueden variarse en función de las características del proyecto.

(8) Según el Anexo I. Definiciones del Decreto 99/2004, de 9 de marzo, por el que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos en Andalucía (2004-2010), se entiende por:

Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Valorización: todo procedimiento que permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

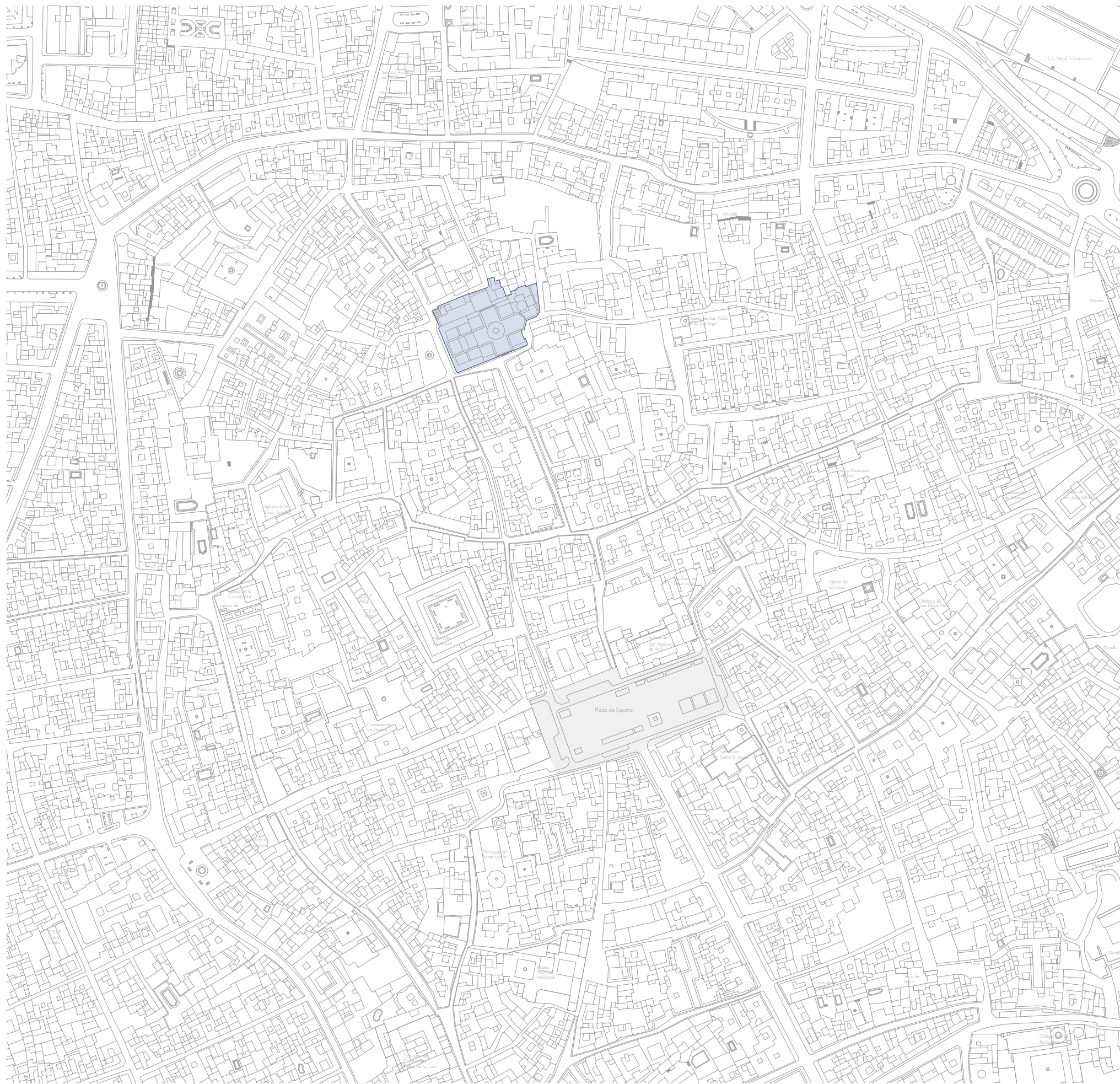
Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

3 PLANOS

Planimetría base: La Iglesia de Santa Cruz
Planimetría de Análisis y Ensayos realizados
Planimetría de Propuesta de Intervención

PLANIMETRÍA BASE.
LA IGLESIA DE SANTA CRUZ

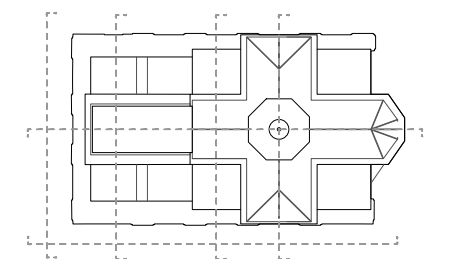


E: 1/15000

Situación. Écija

MPRE-TFM Javier de Sala Caraballo

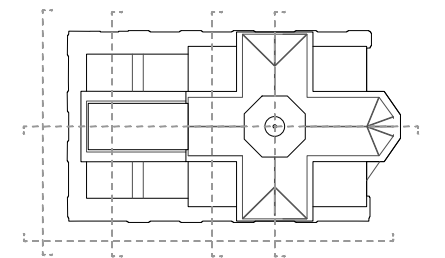
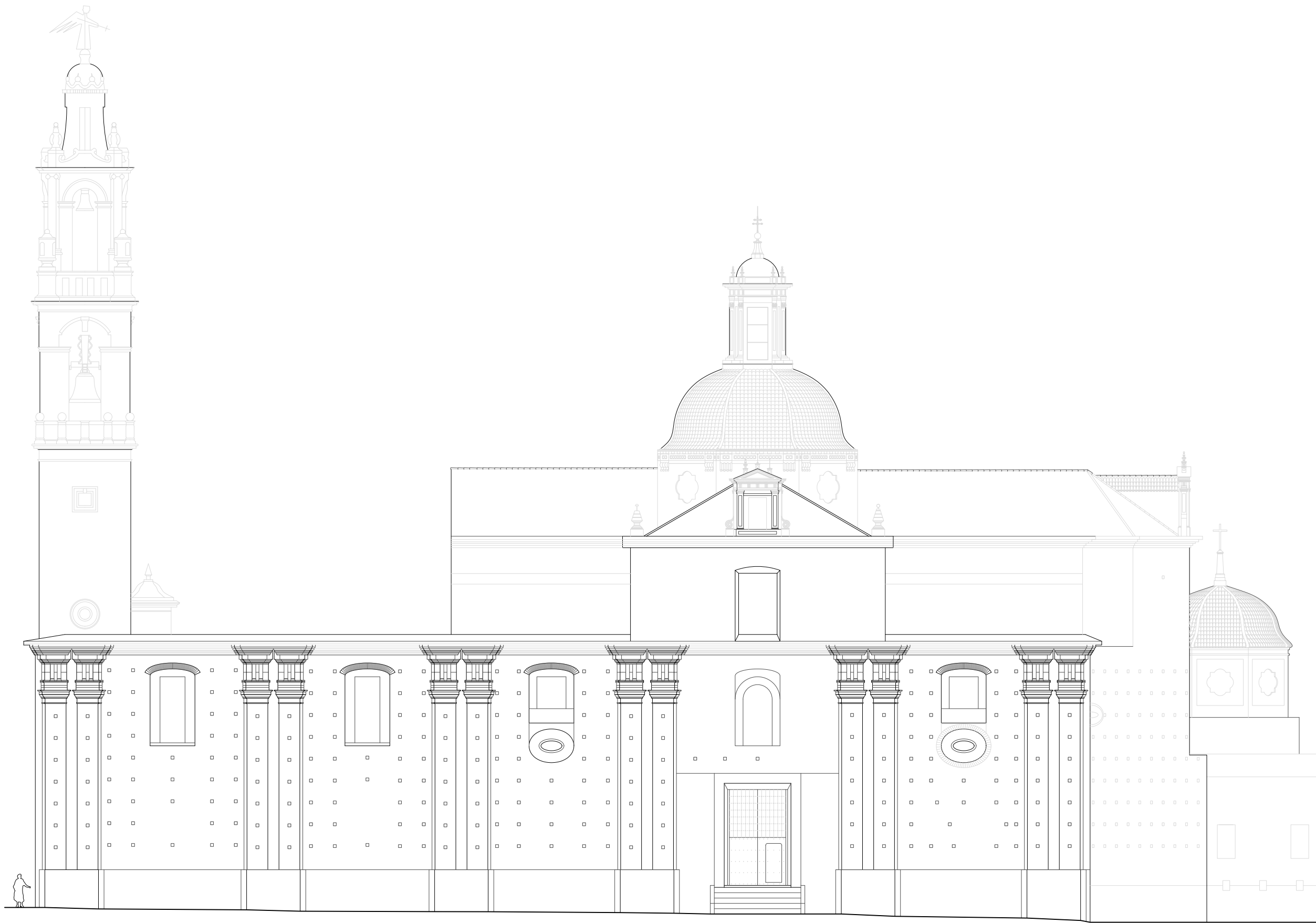
E= 1:3000



Alzado Frontal

MPRE-TFM Javier de Sala Caraballo

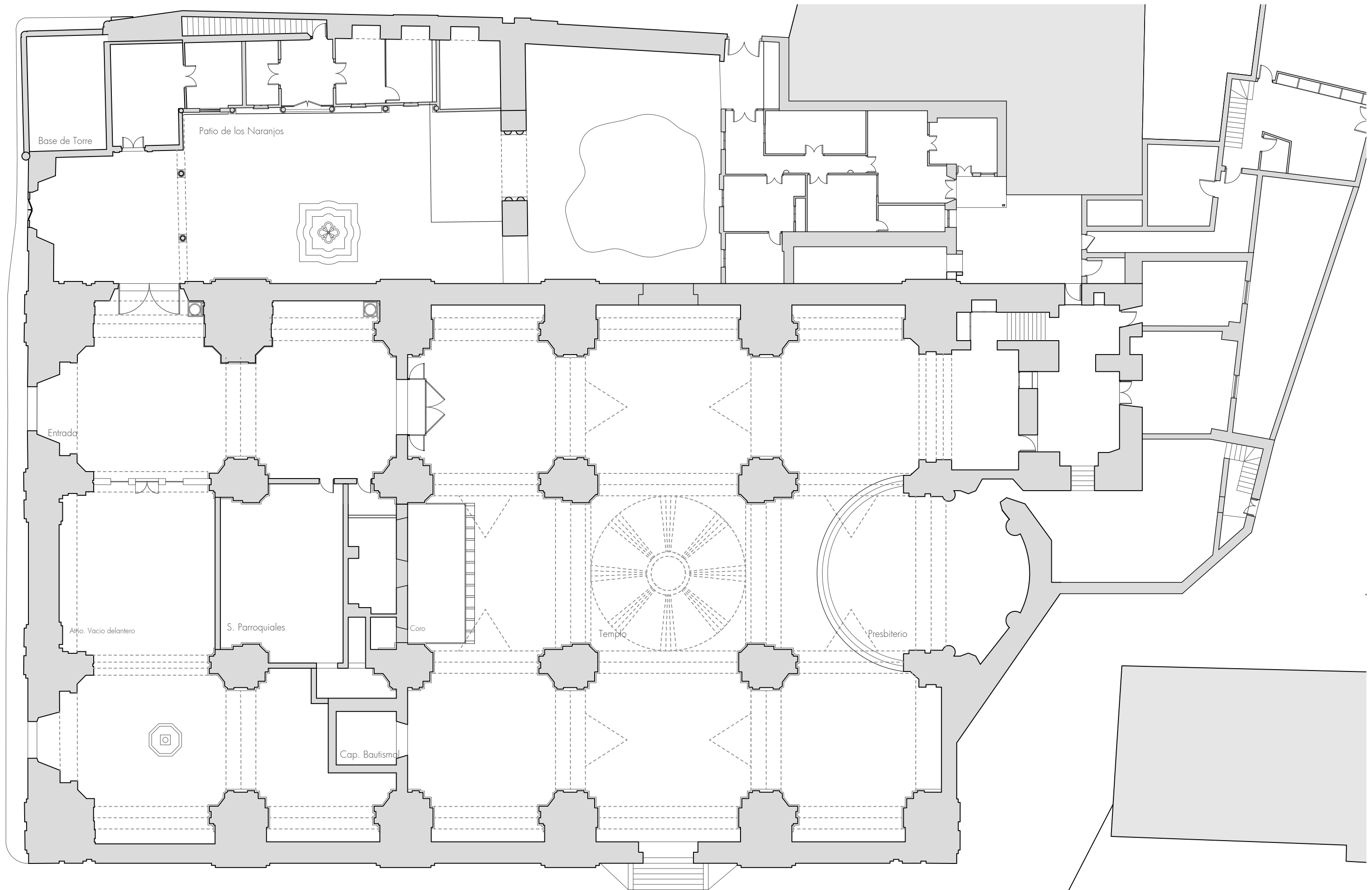
E= 1:200



Alzado Lateral

MPRE-TFM Javier de Sala Caraballo

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 E= 1:200

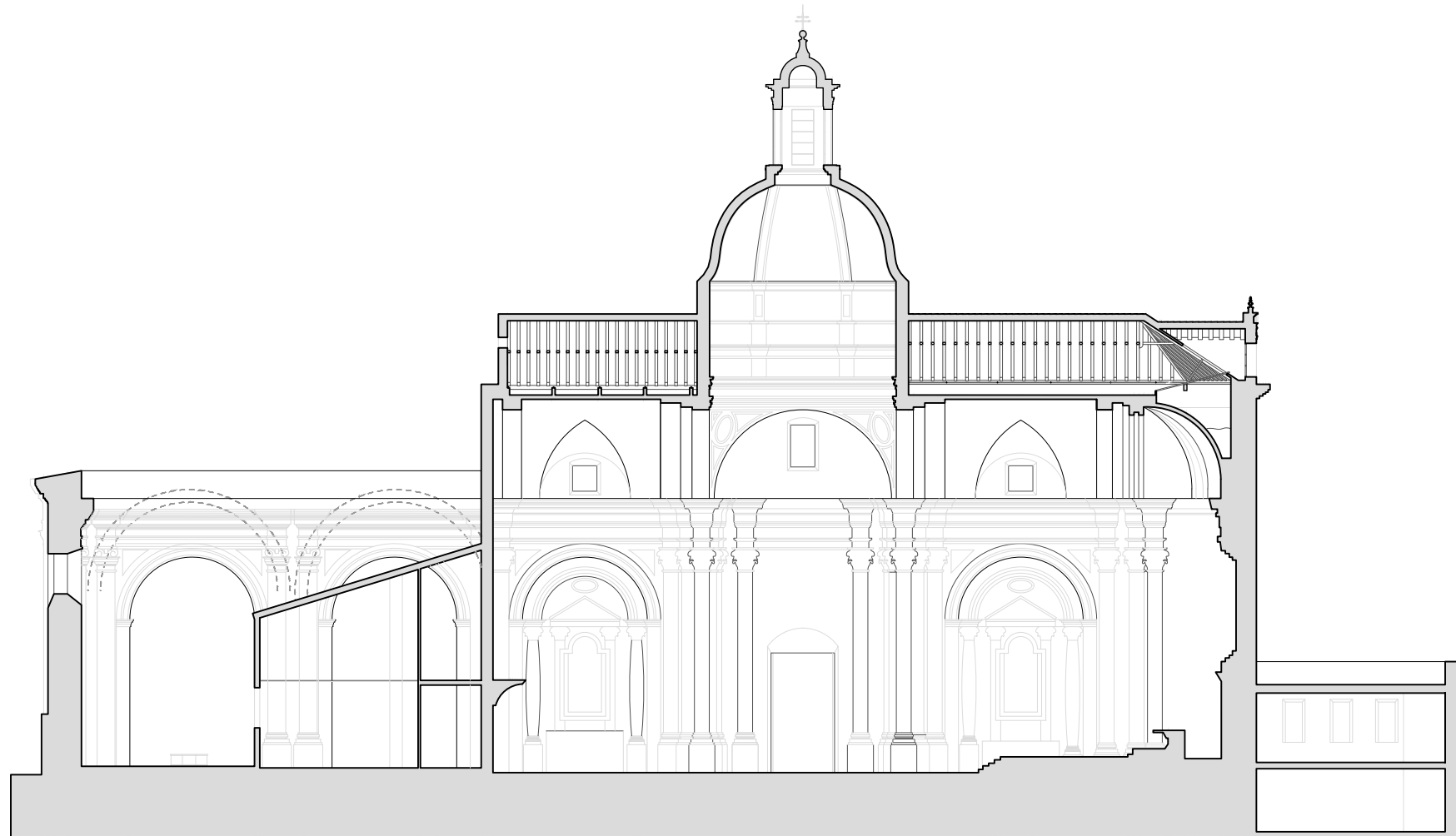


Planta Baja. Cota +0.5 m

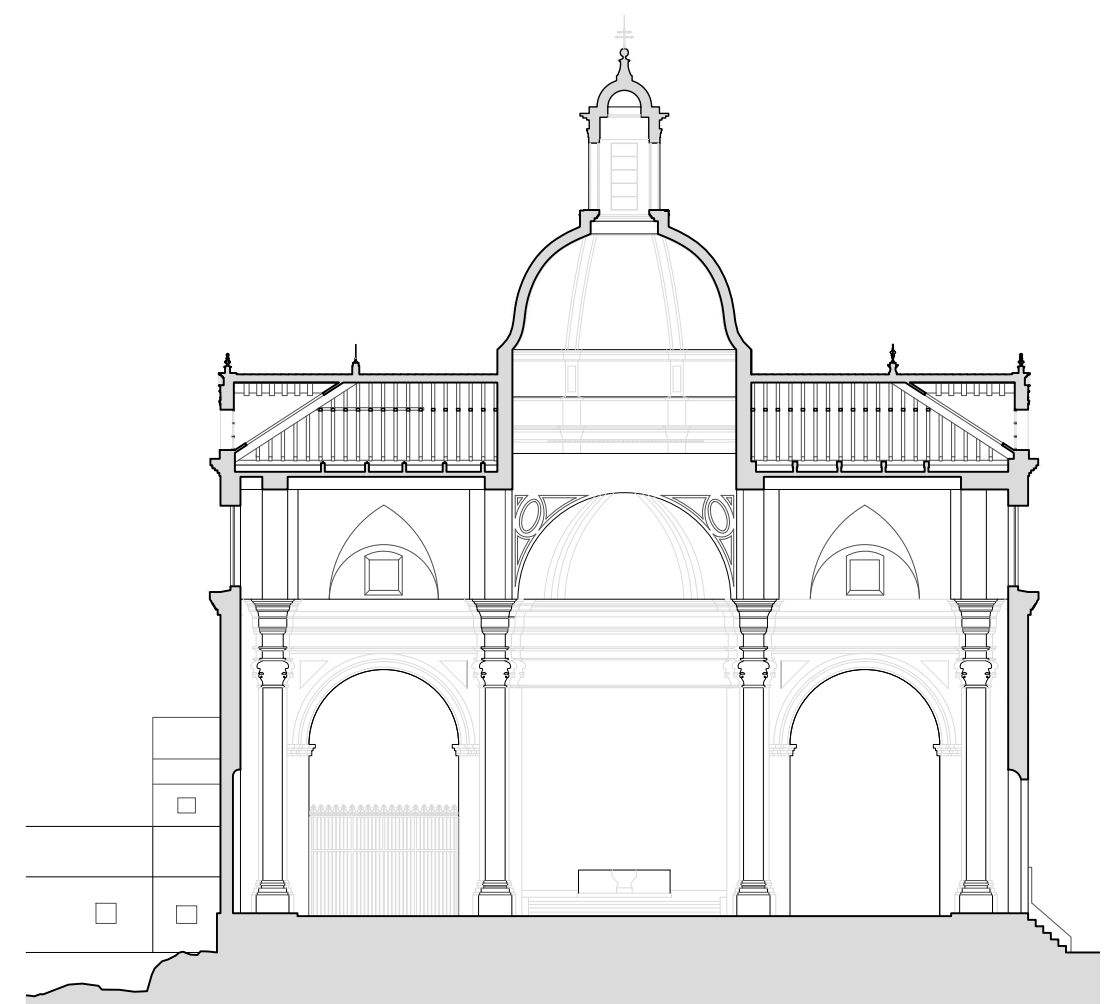
I-4

MPRE-TFM Javier de Sala Caraballo

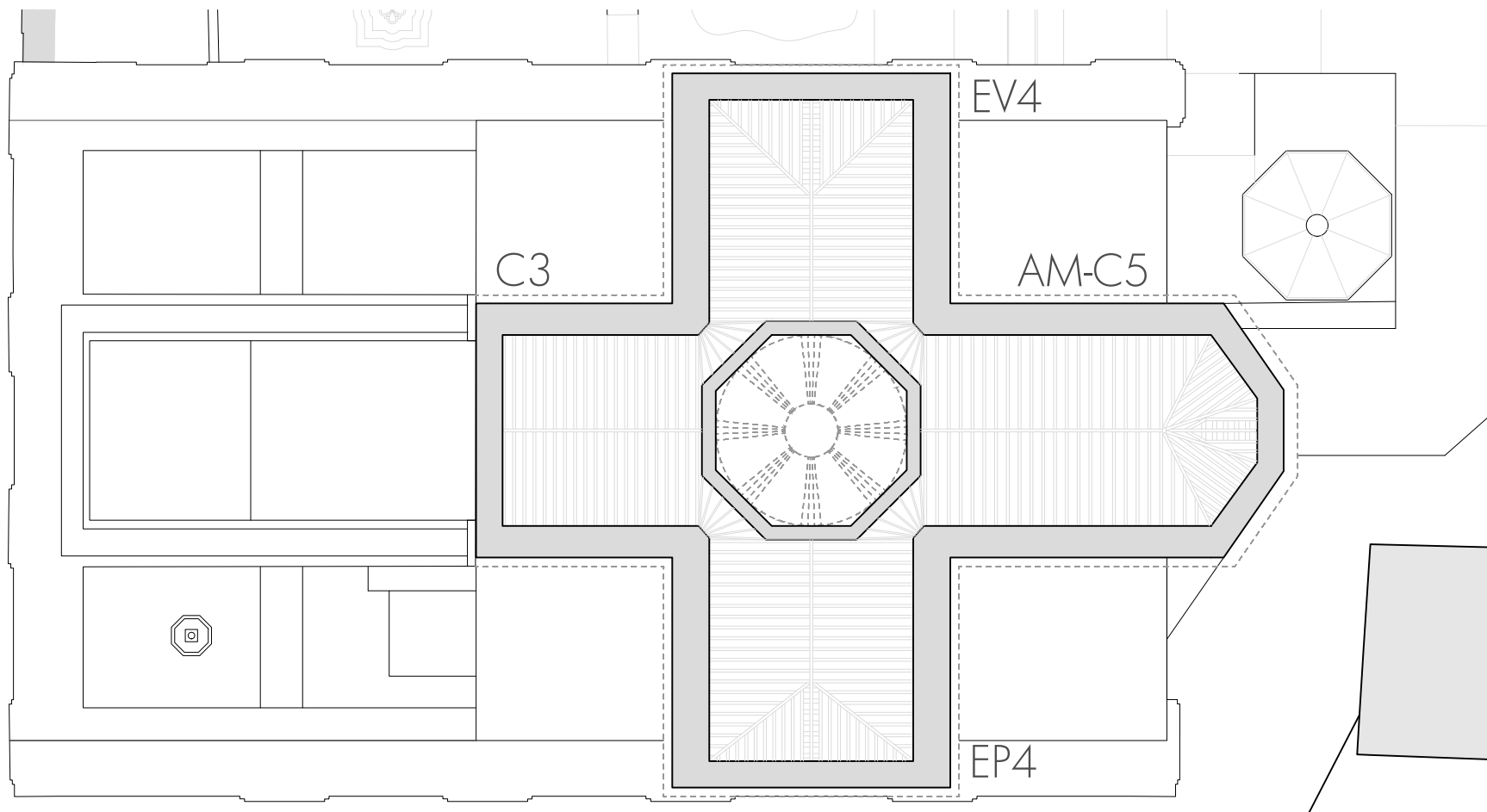
0 1 2 3 4 m E= 1:200



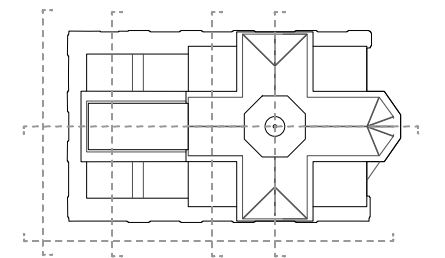
Sección A



Sección B

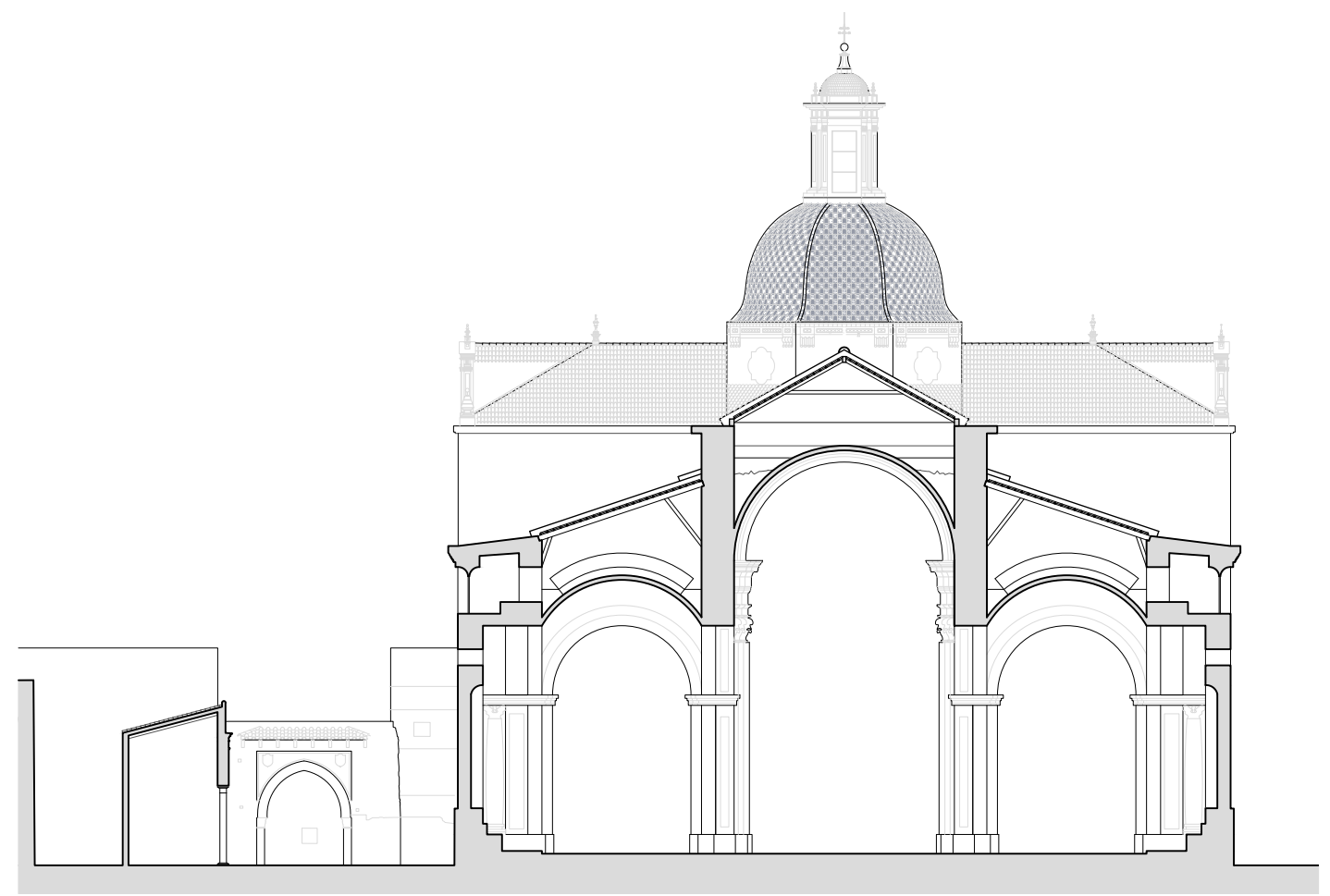


Planta de camaranchón (+18.55 m)

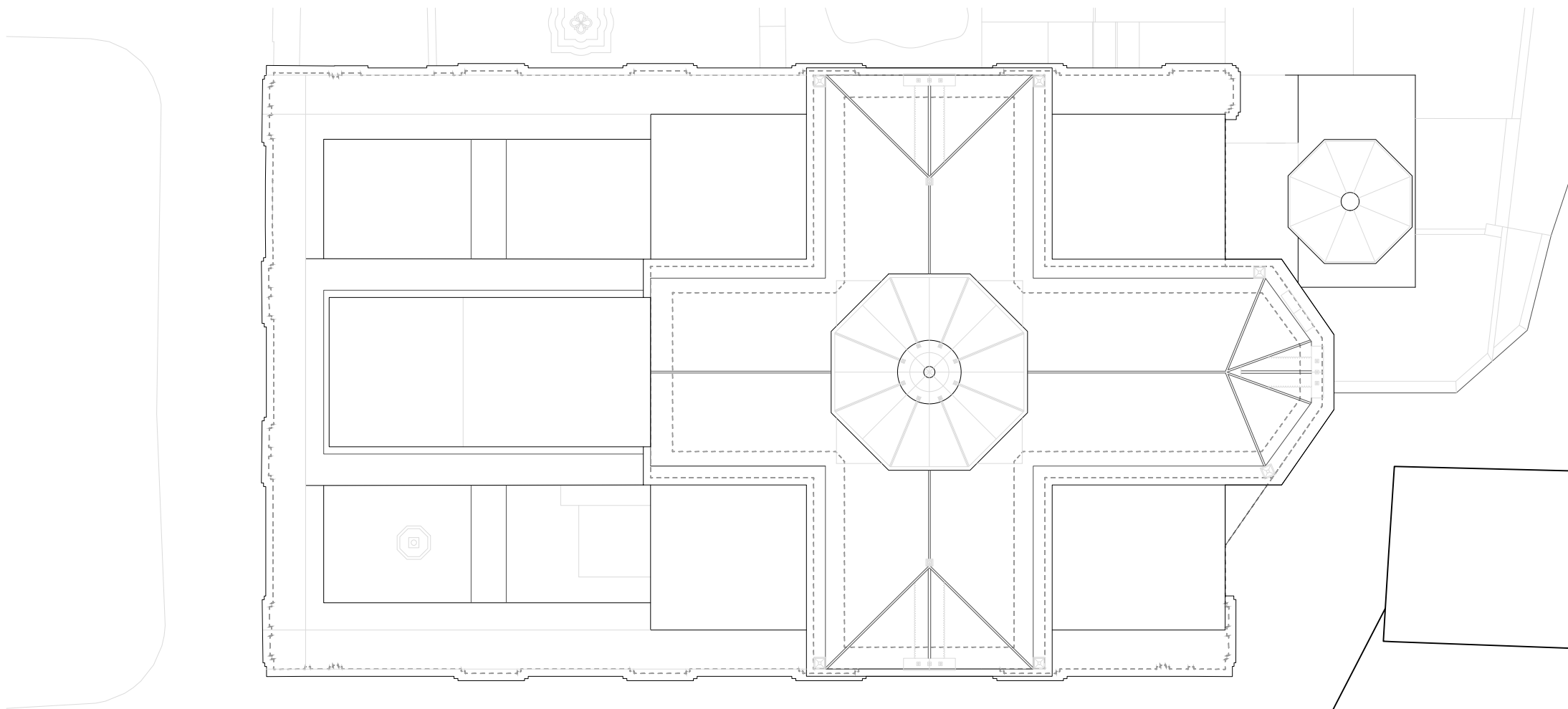




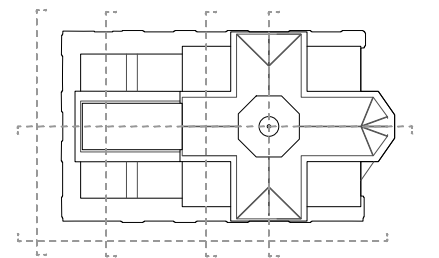
Sección D



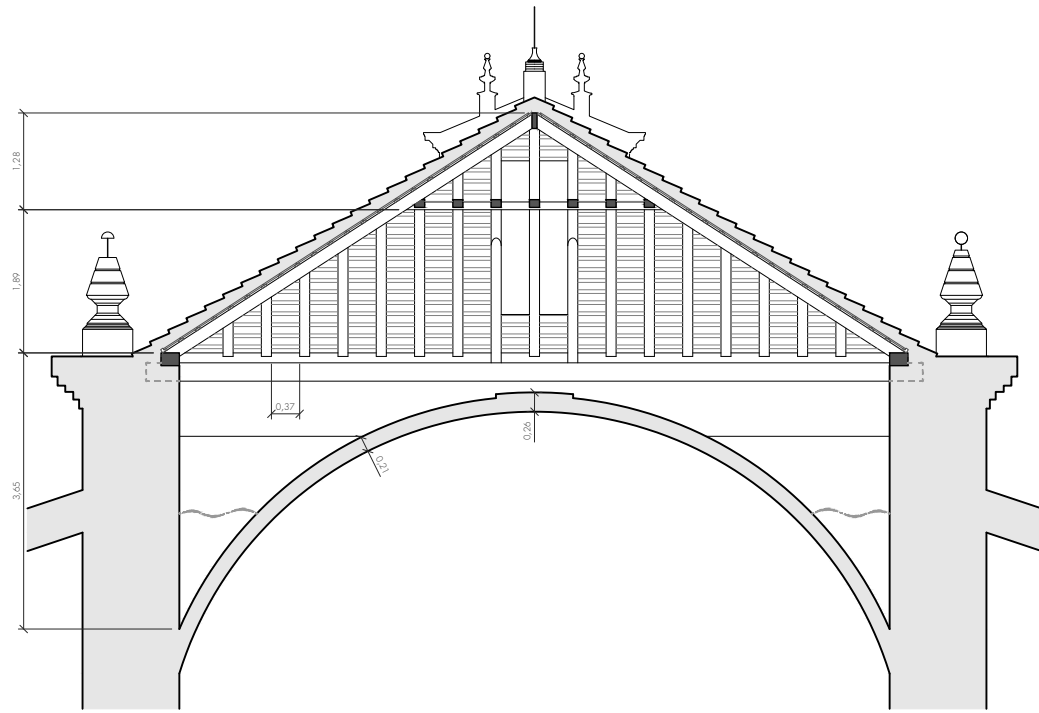
Sección C



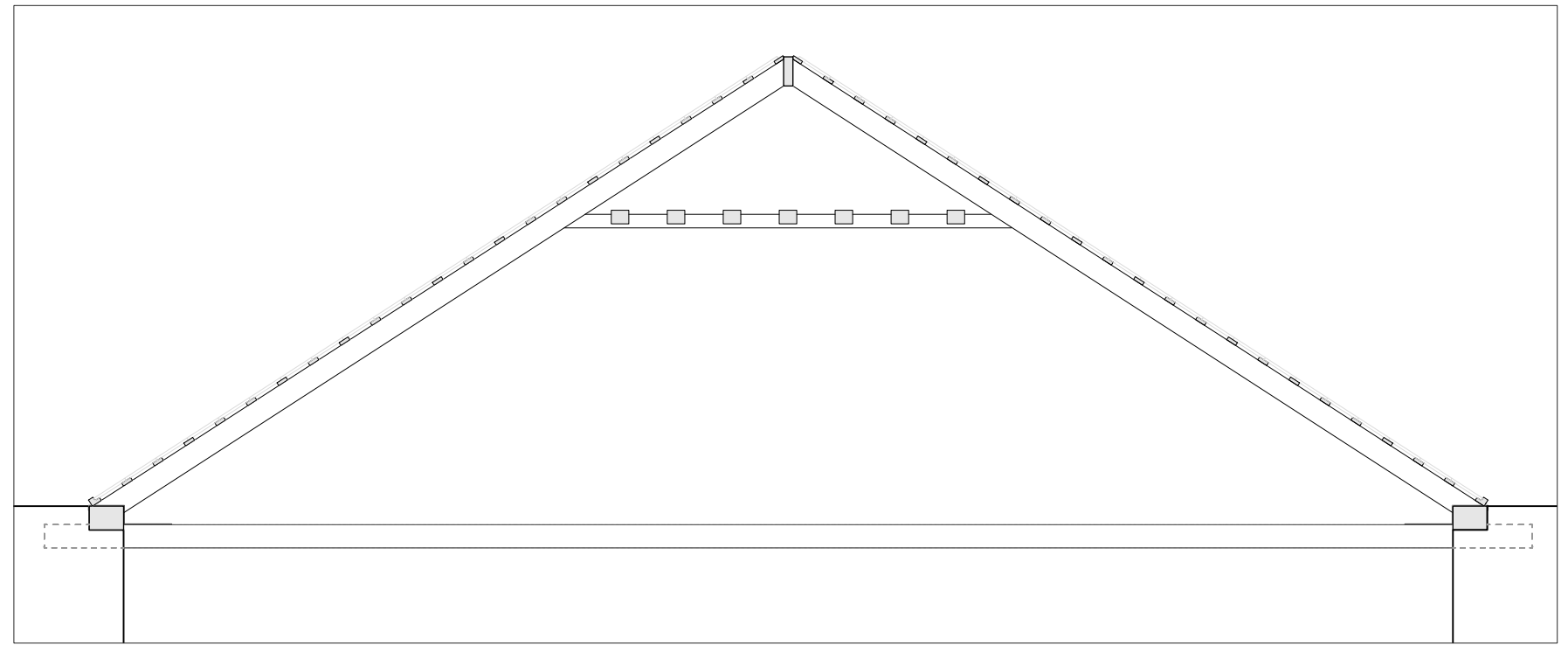
Planta de cubiertas



PLANIMETRÍA DE ANÁLISIS Y ENSAYOS REALIZADOS

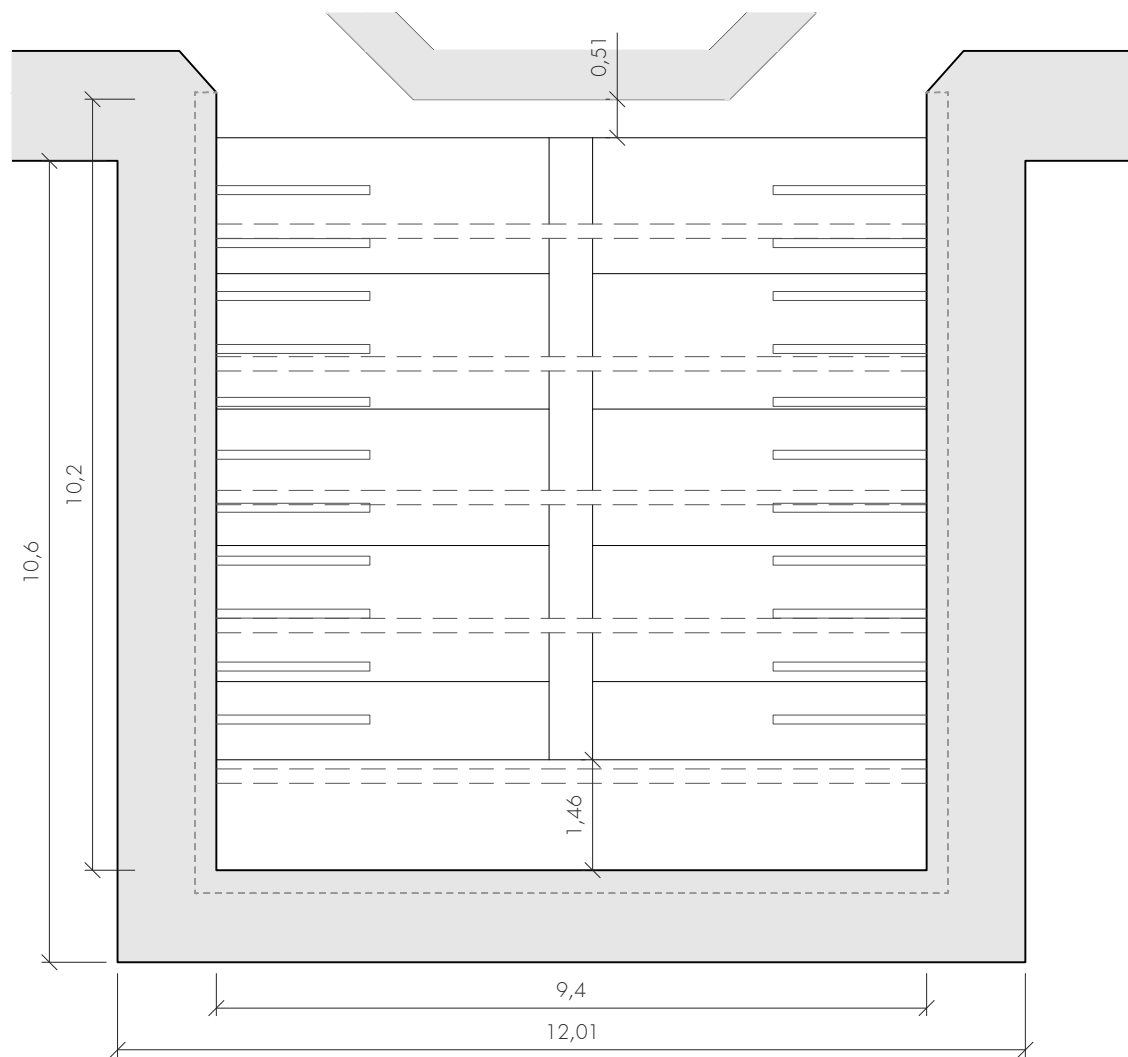


Sección transversal

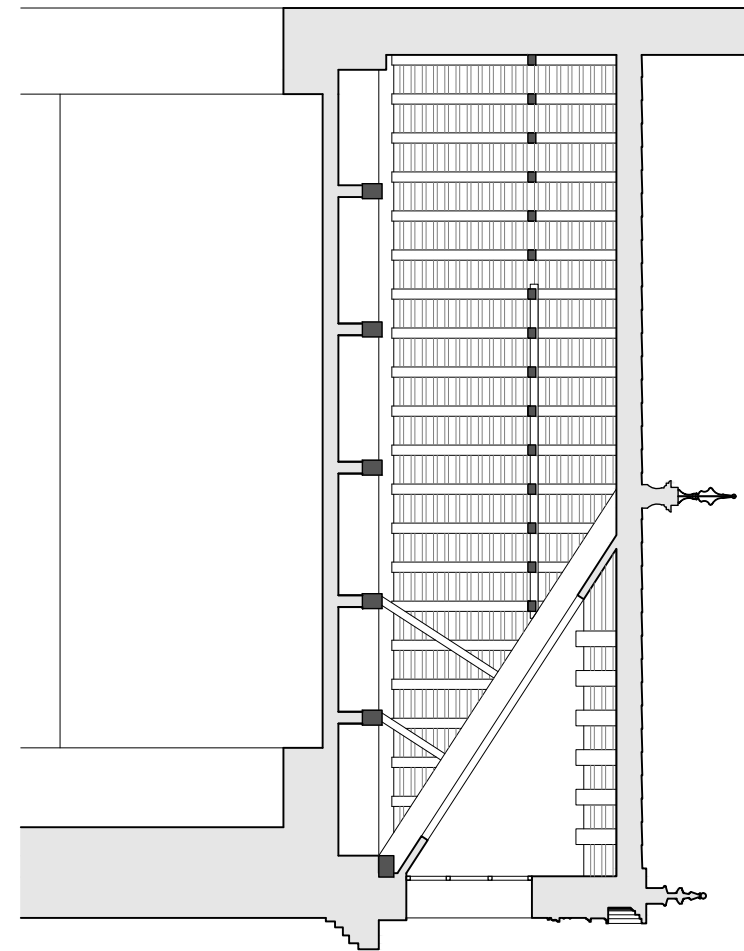


Sección tipo de armadura EP4

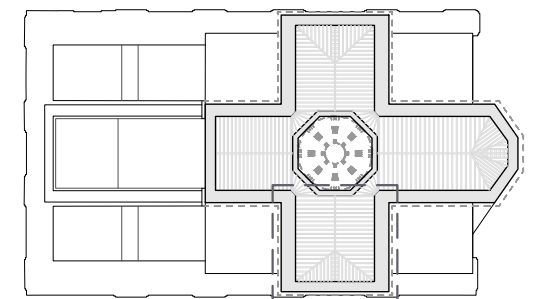
E: 1/50



Planta de camaranchón

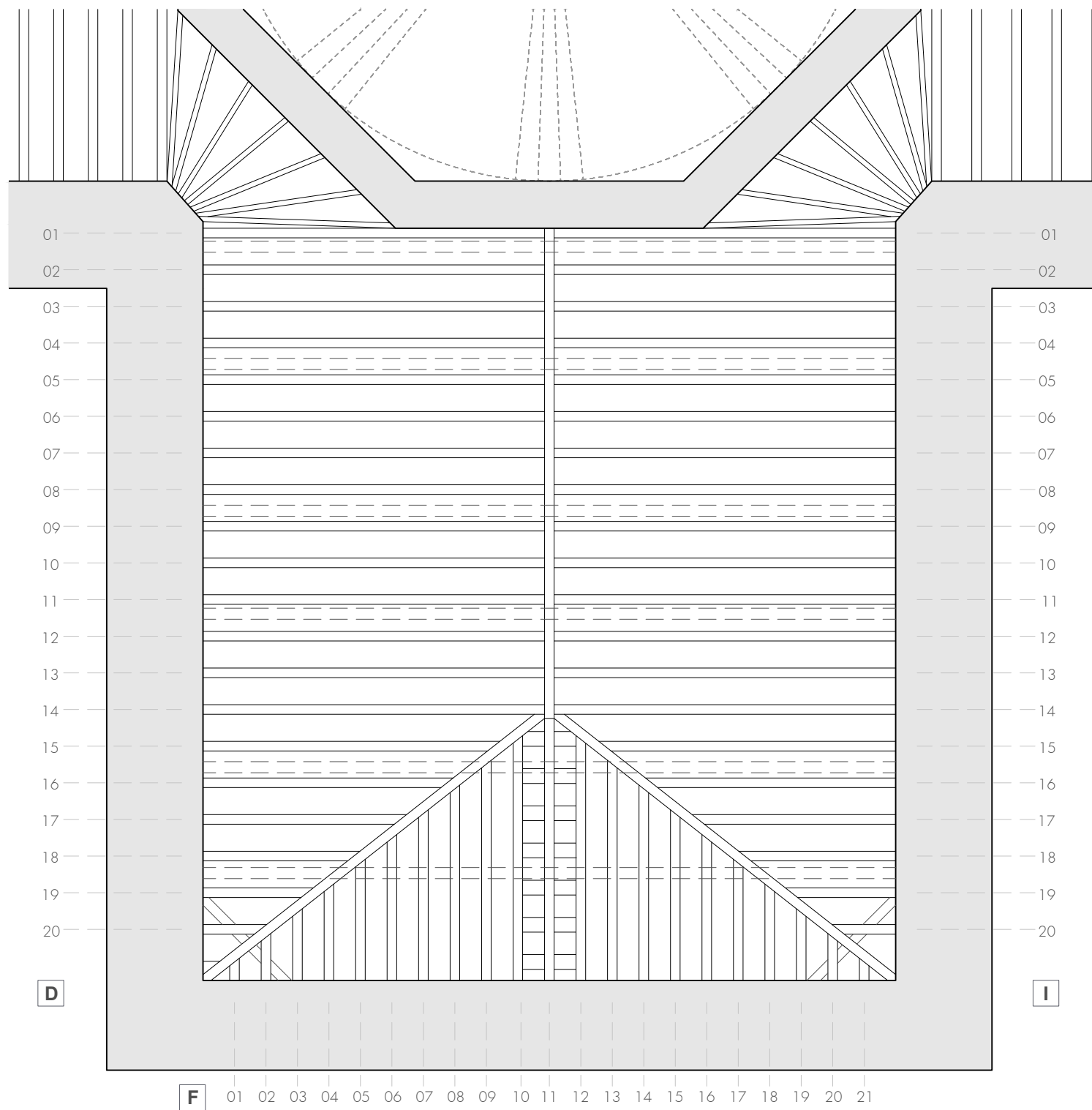


Sección longitudinal A

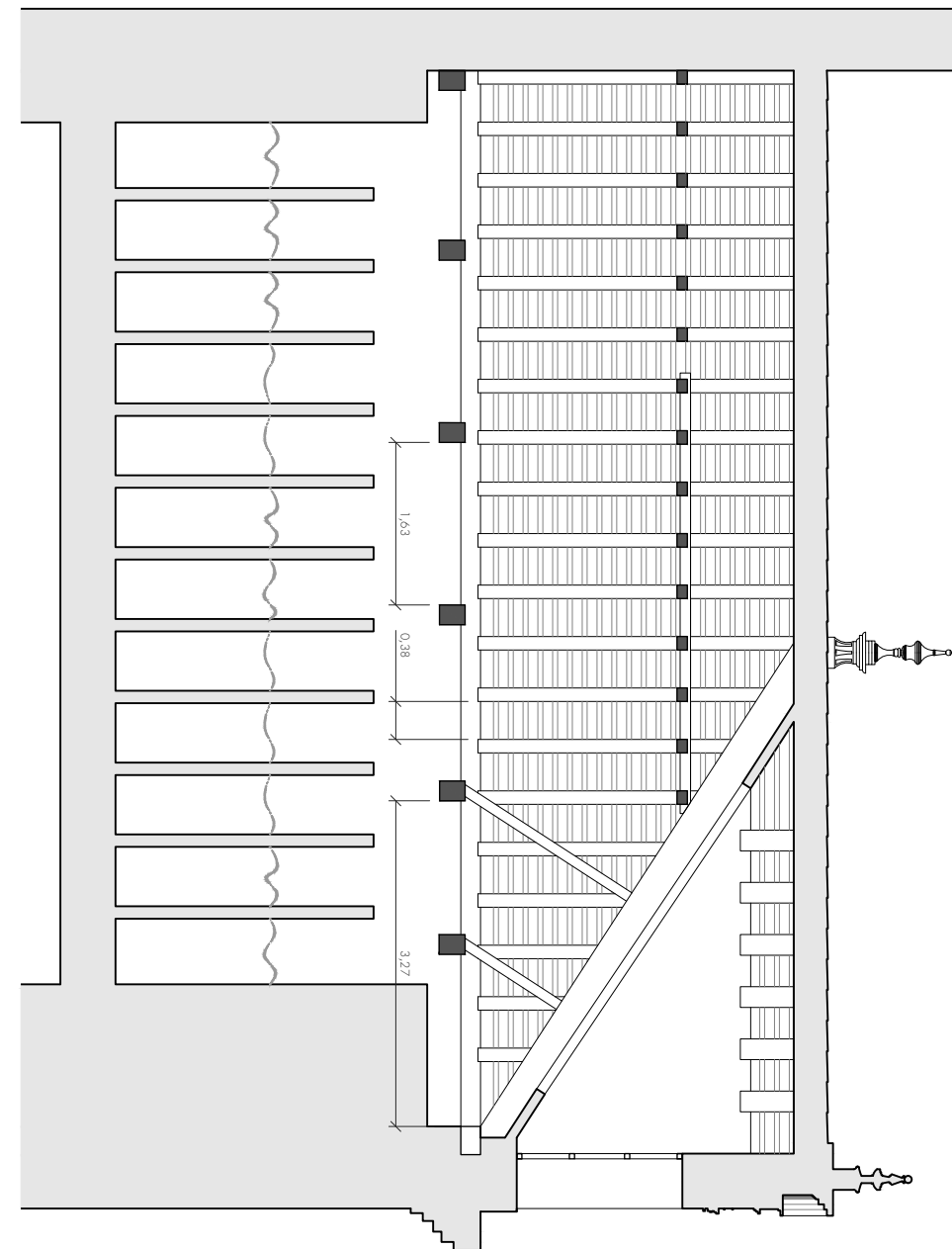


Sector de cubierta. EP4

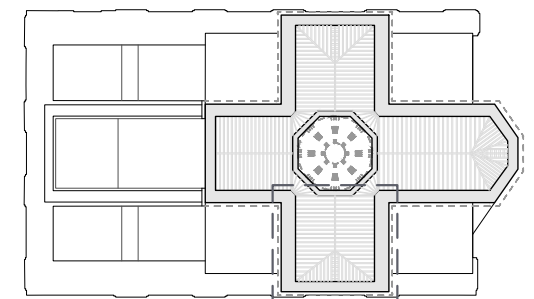
S-1.1

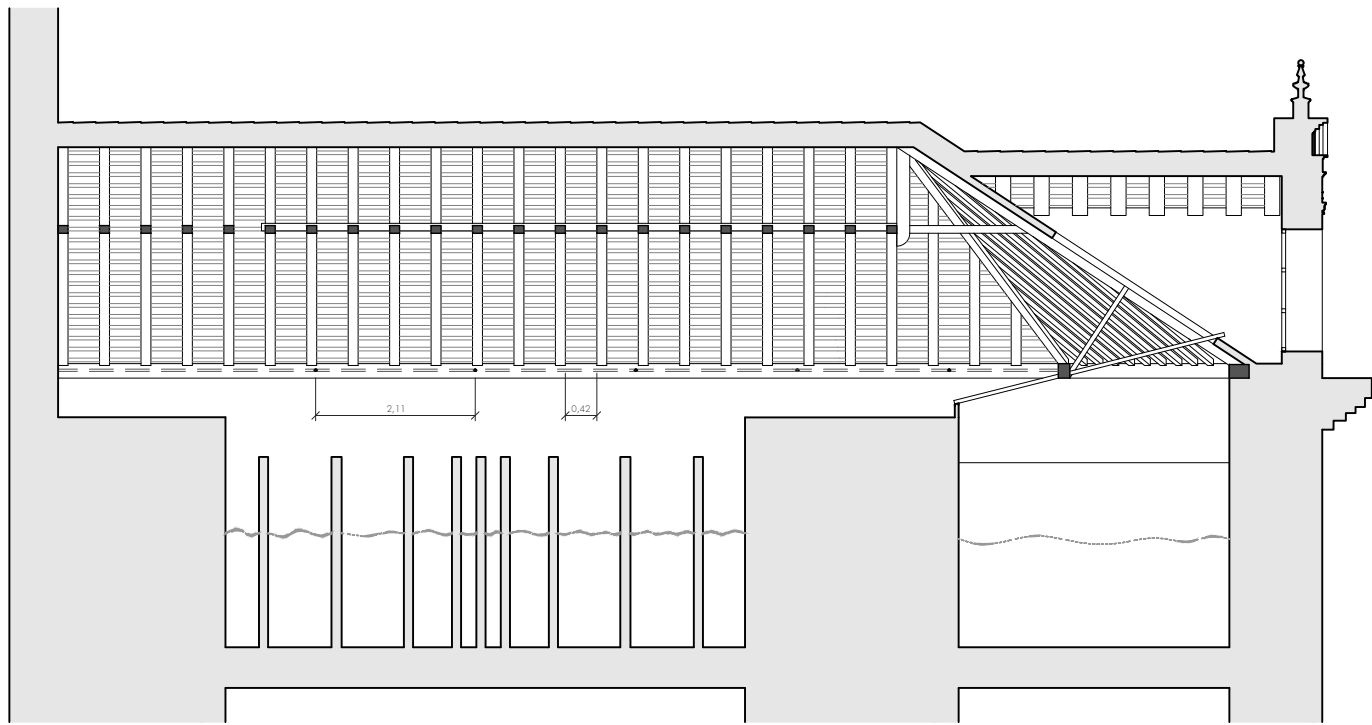


Planta de armadura

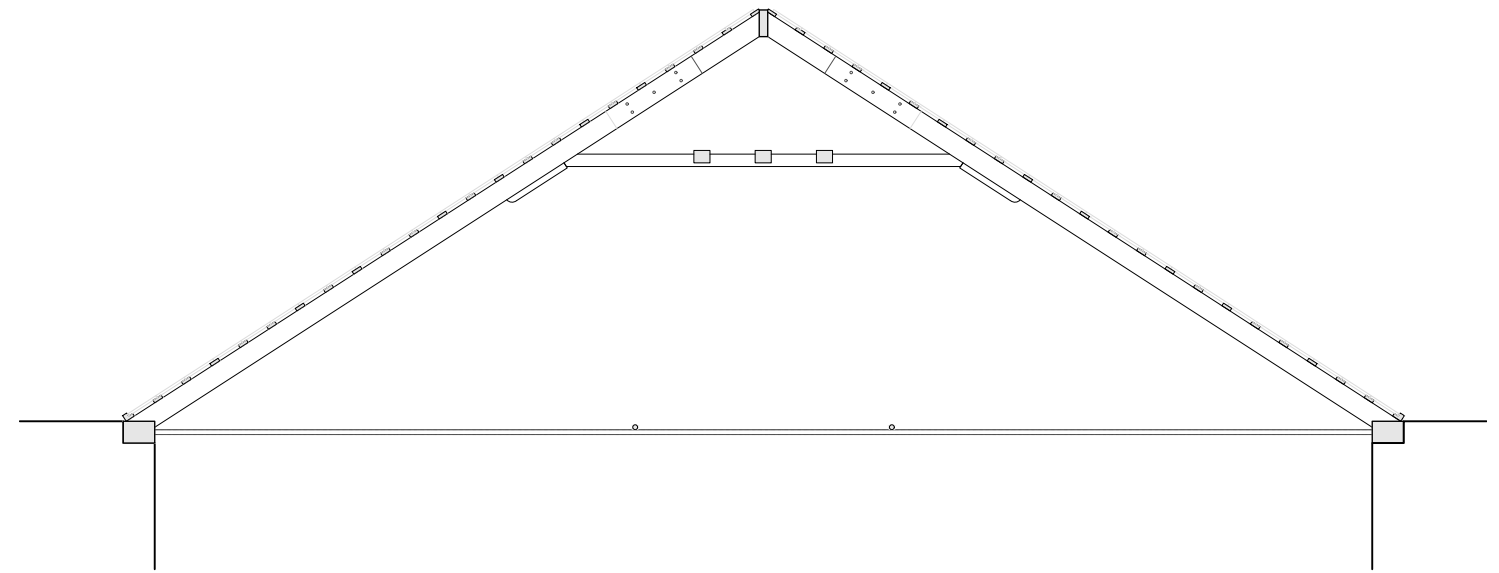


Sección longitudinal B



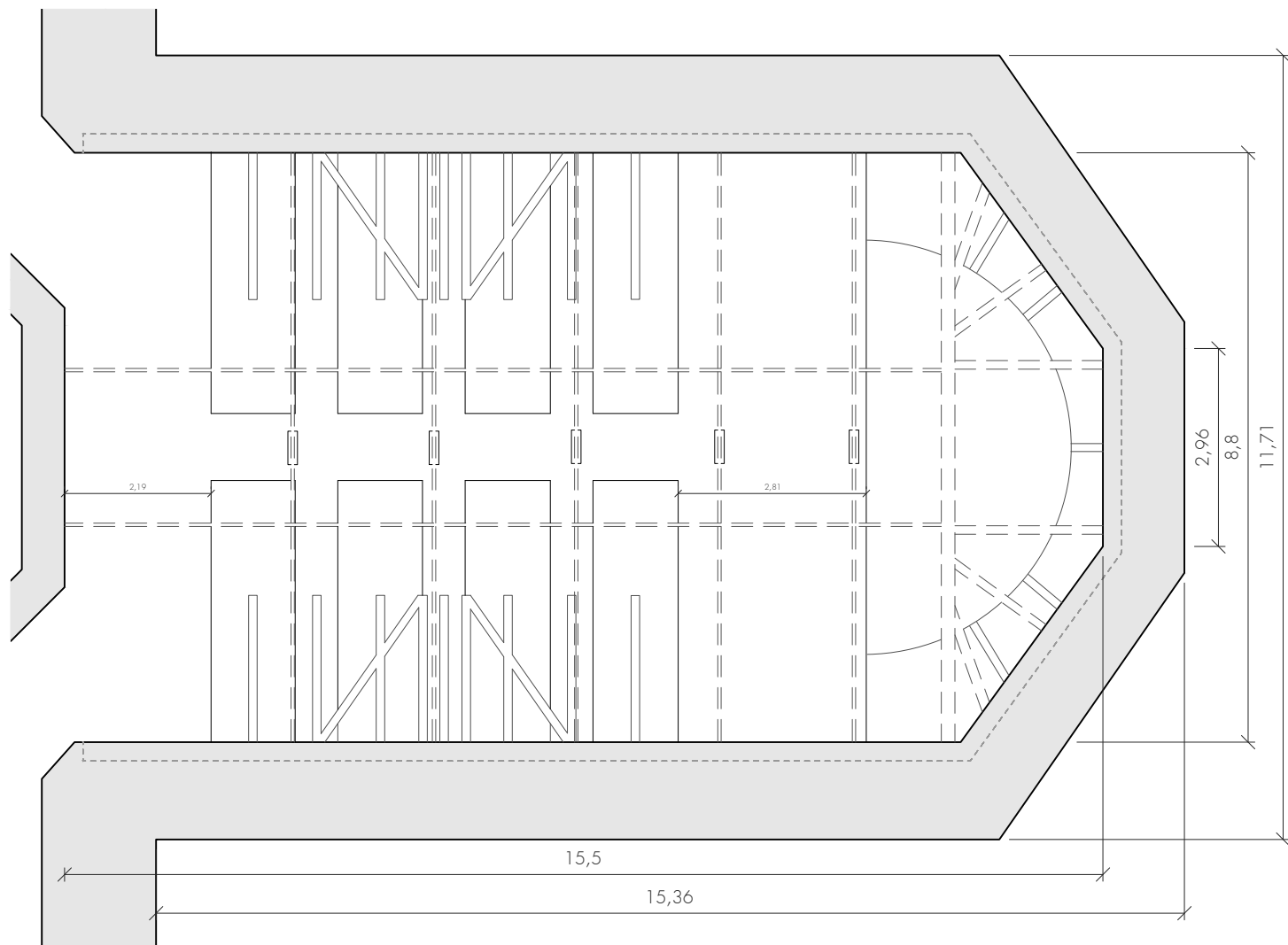


Sección longitudinal A

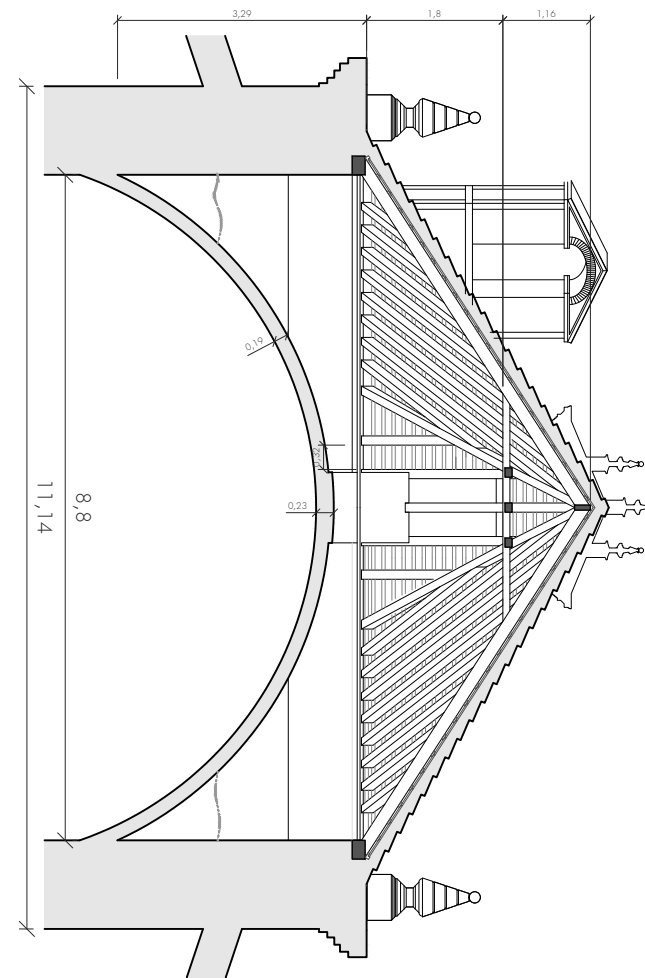


Sección tipo armadura C5-AM

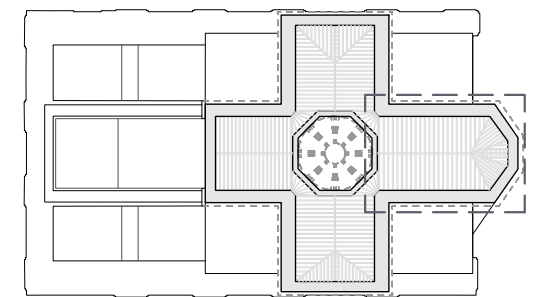
E: 1/50



Planta de camaranchón

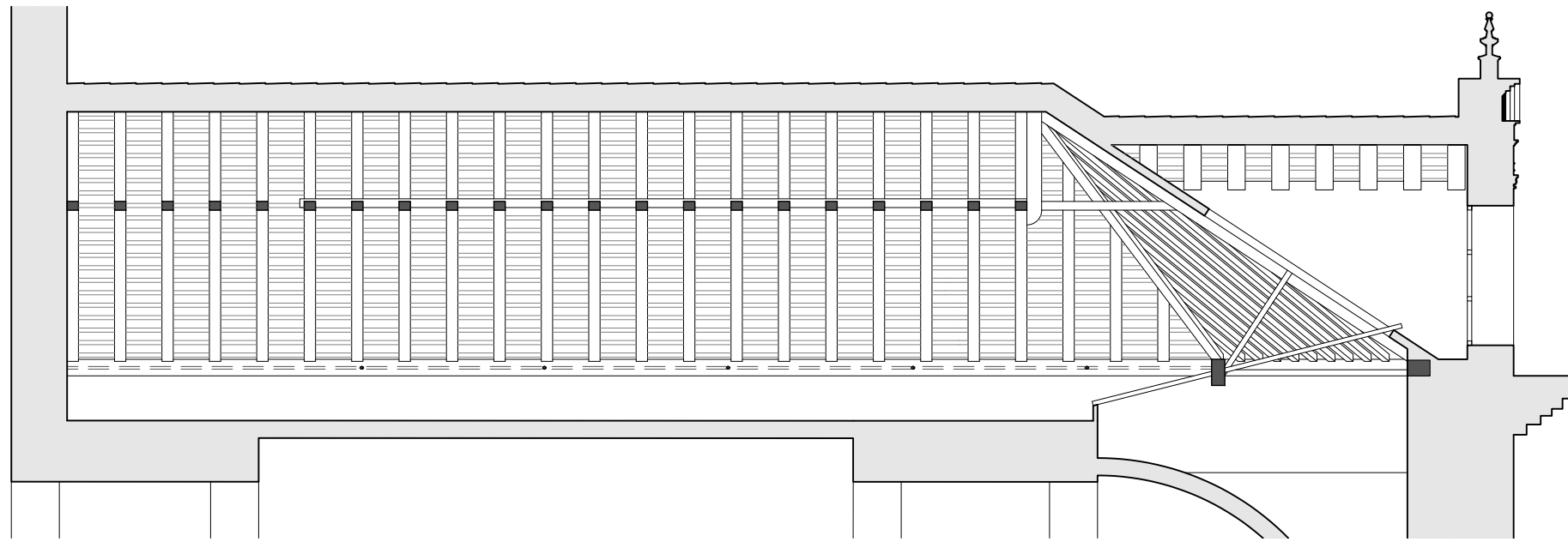


Sección transversal

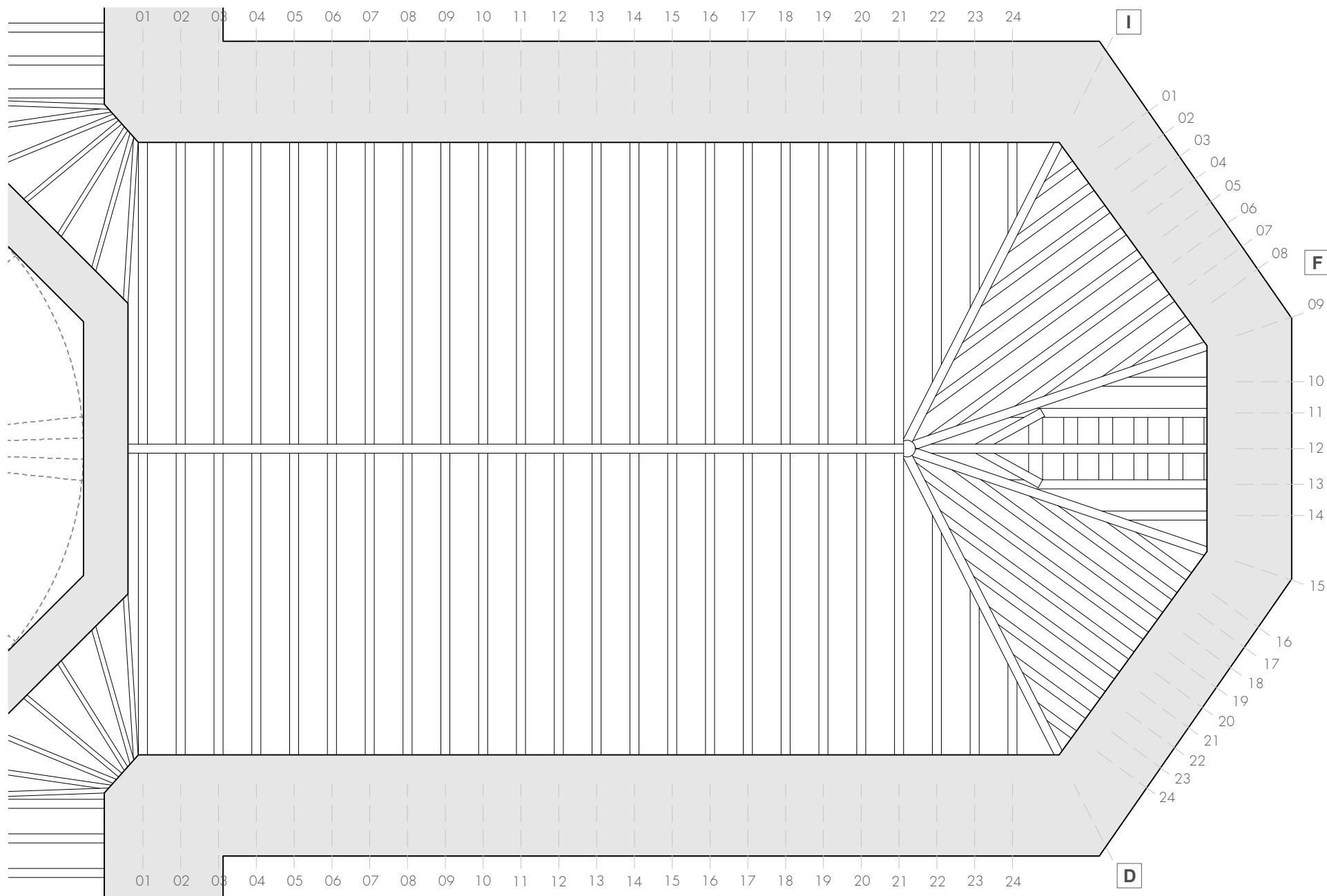


Sector de cubierta. C5-AM

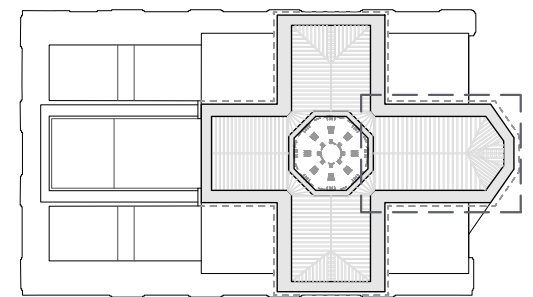
S-2.1

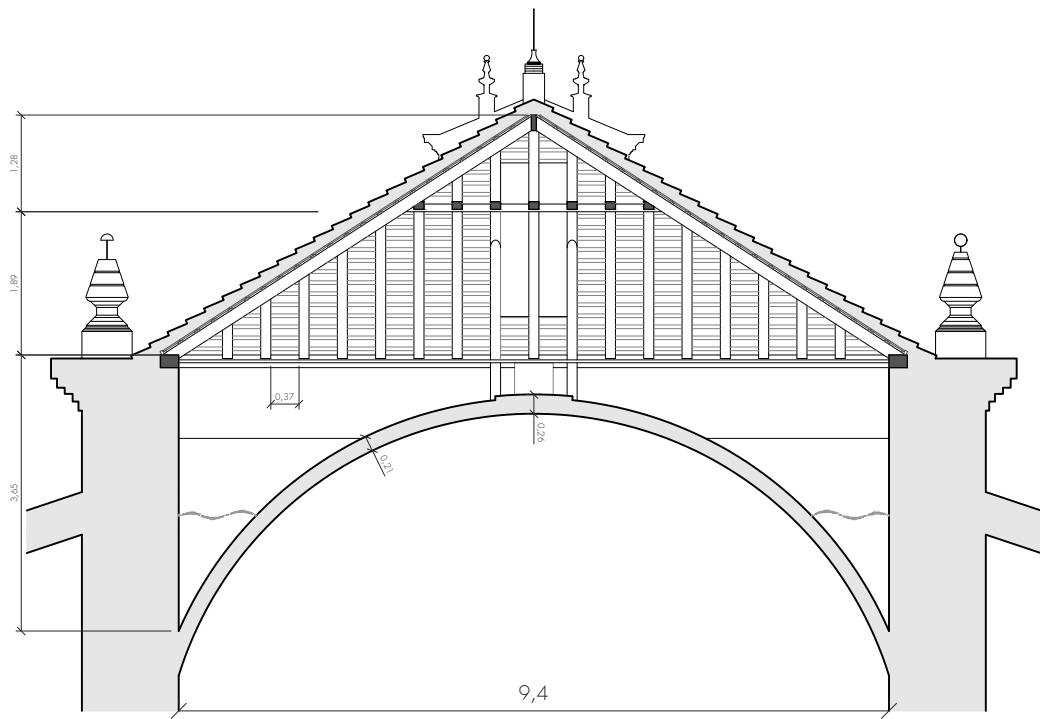


Sección longitudinal B

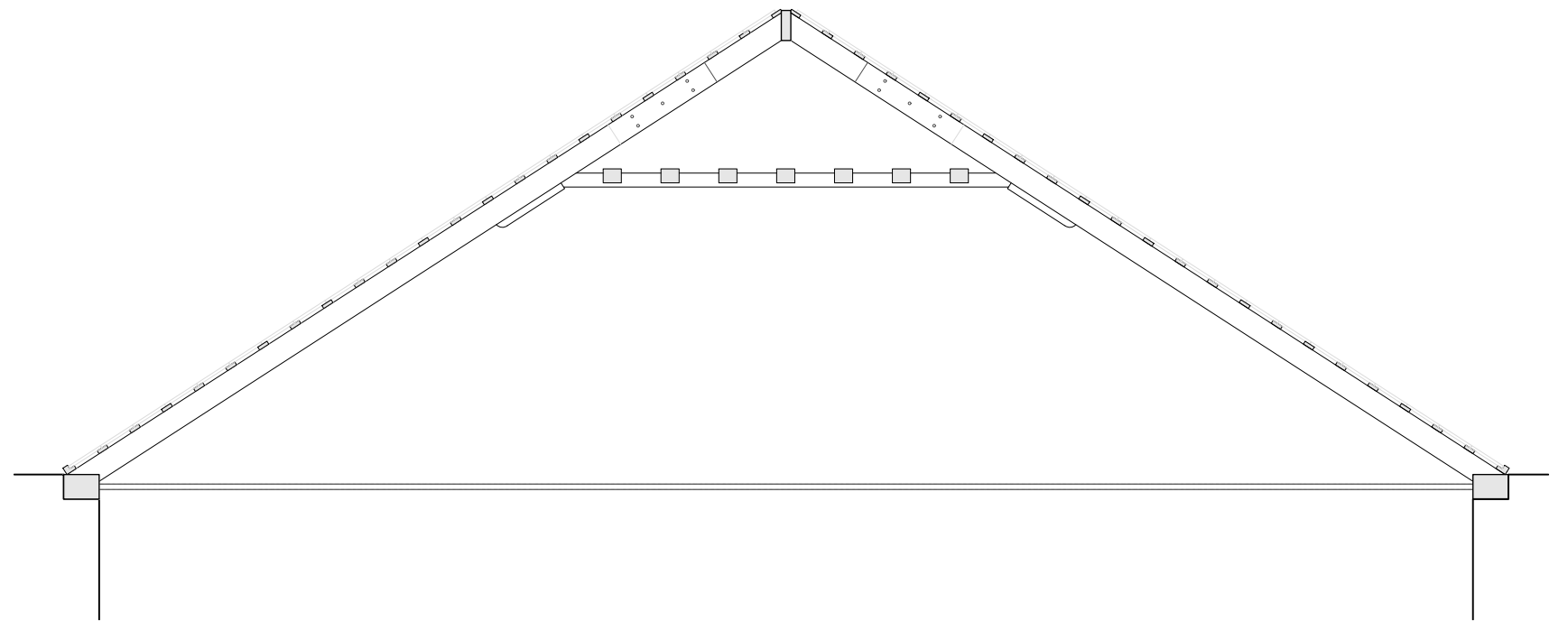


Planta de armadura

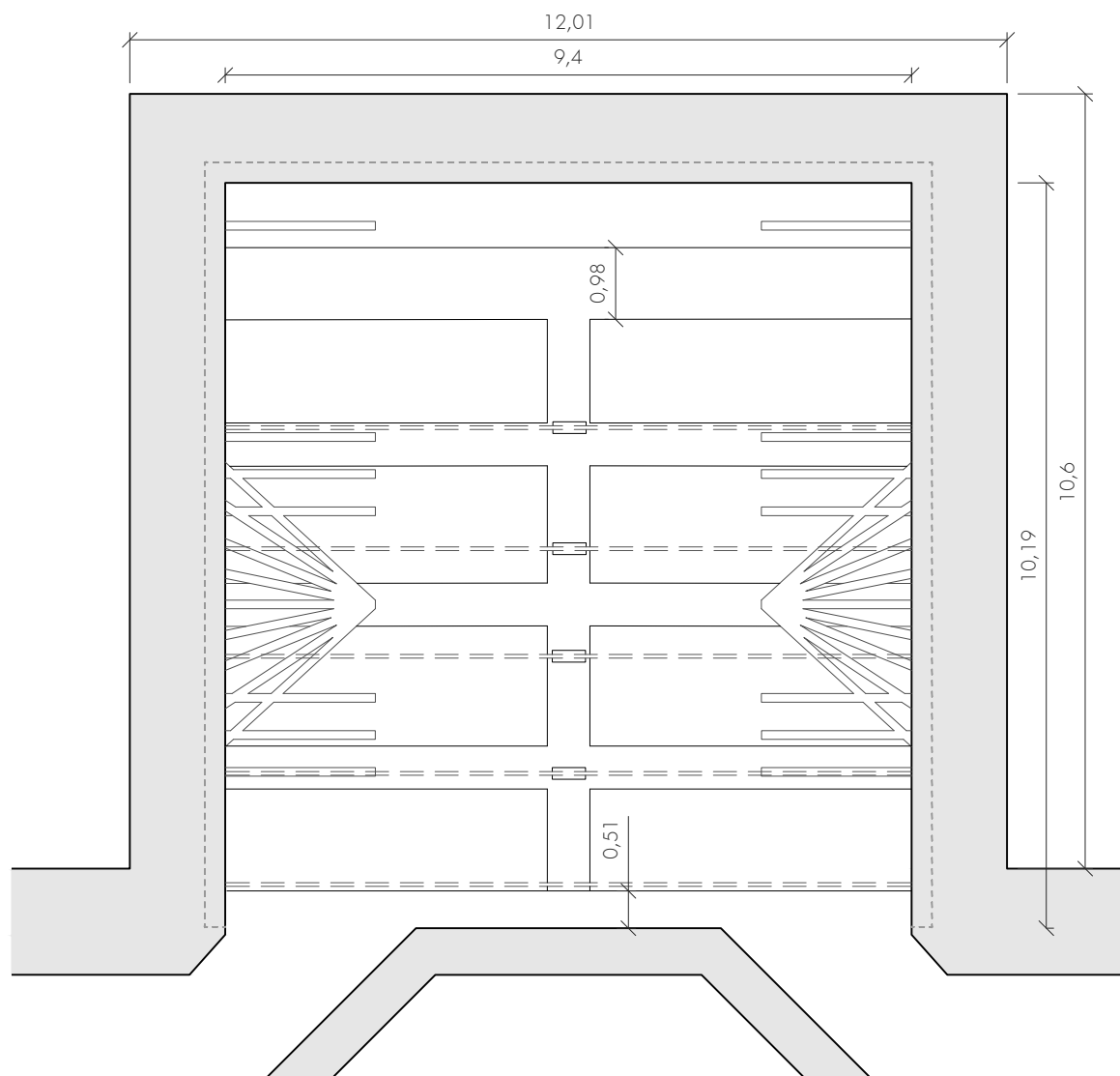




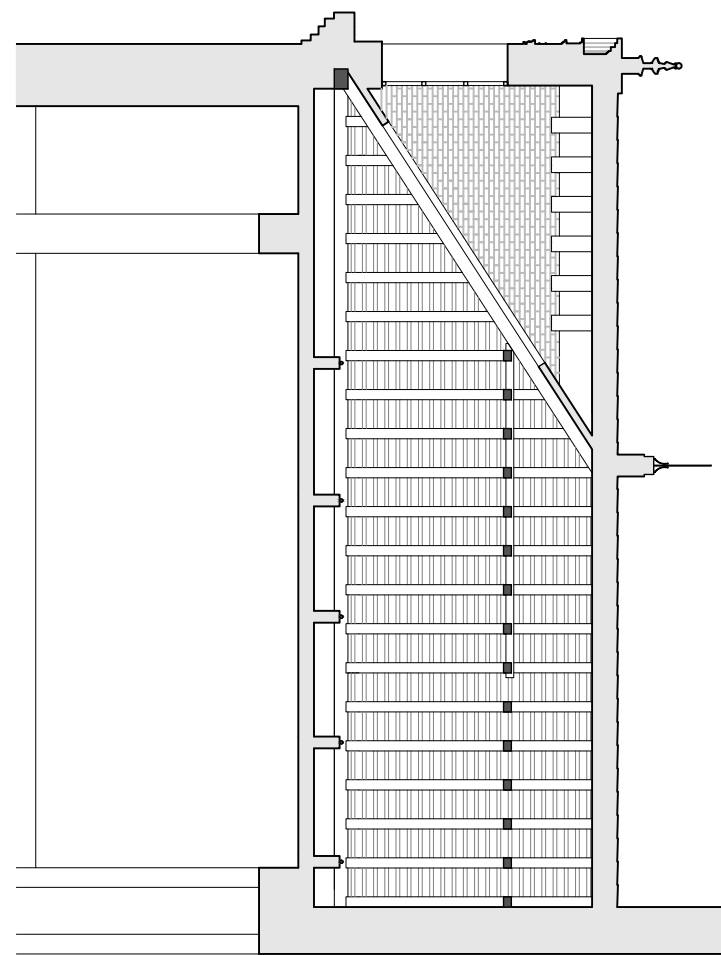
Sección transversal



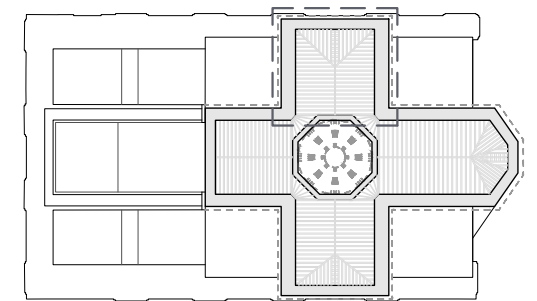
Sección tipo de armadura EP4

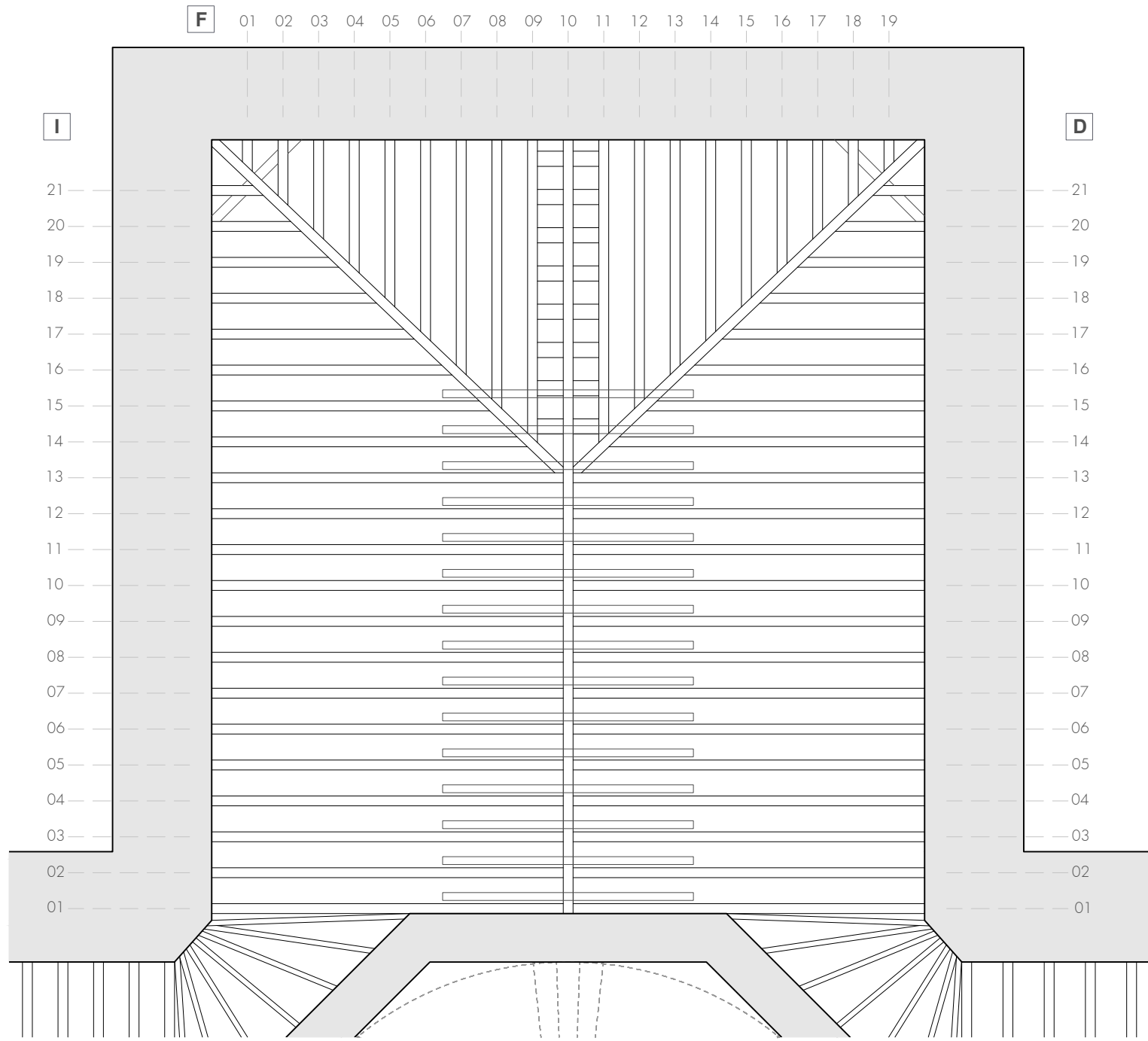


Planta de camaranchón

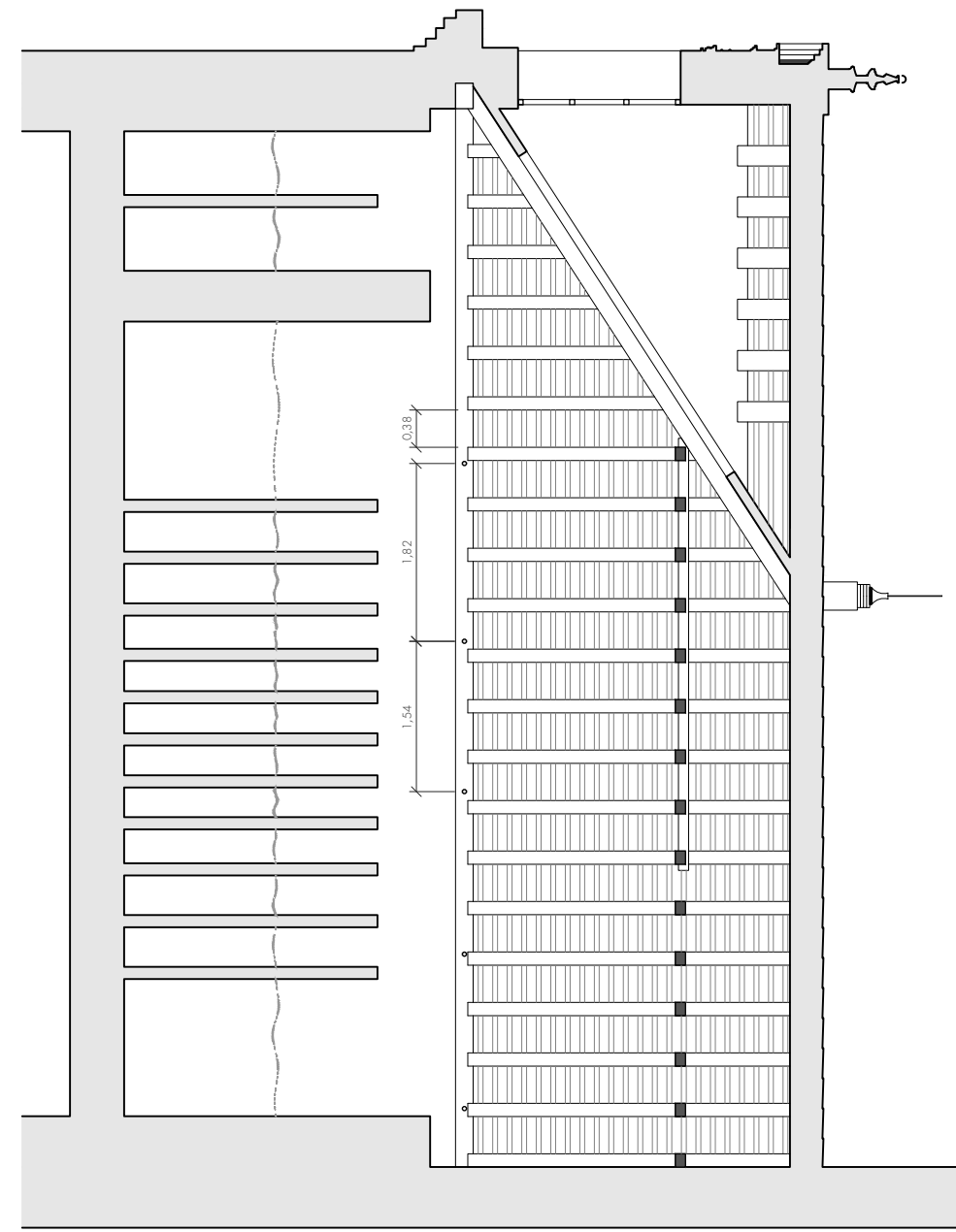


Sección longitudinal A

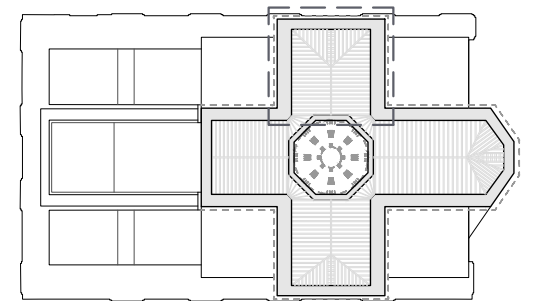


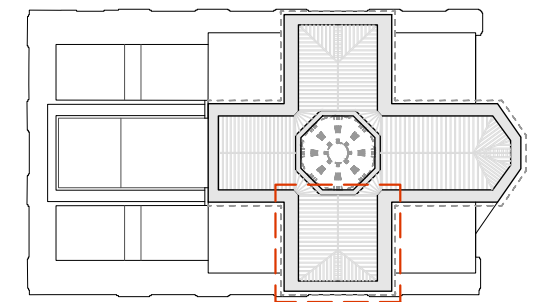
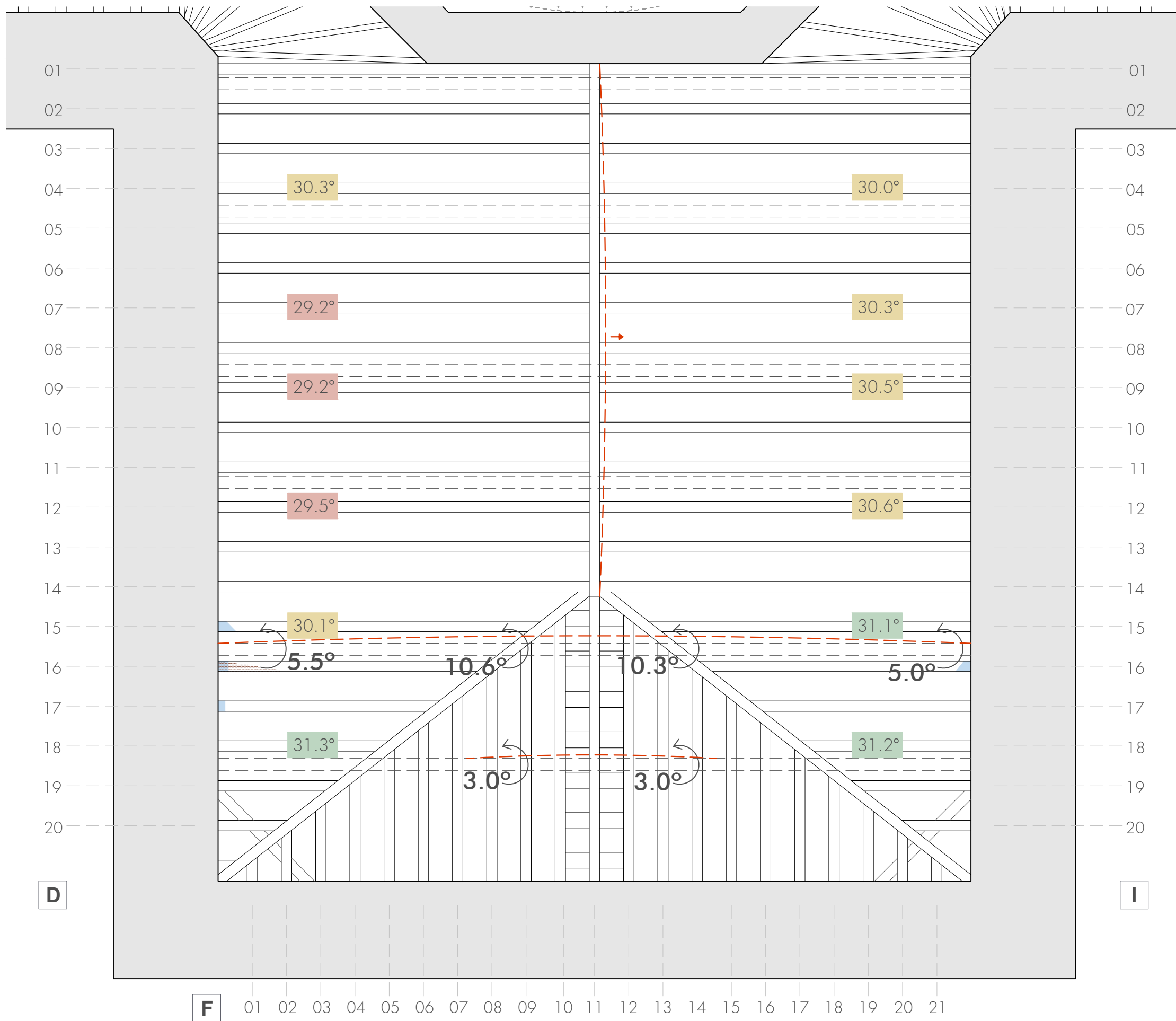


Planta de armadura



Sección longitudinal B



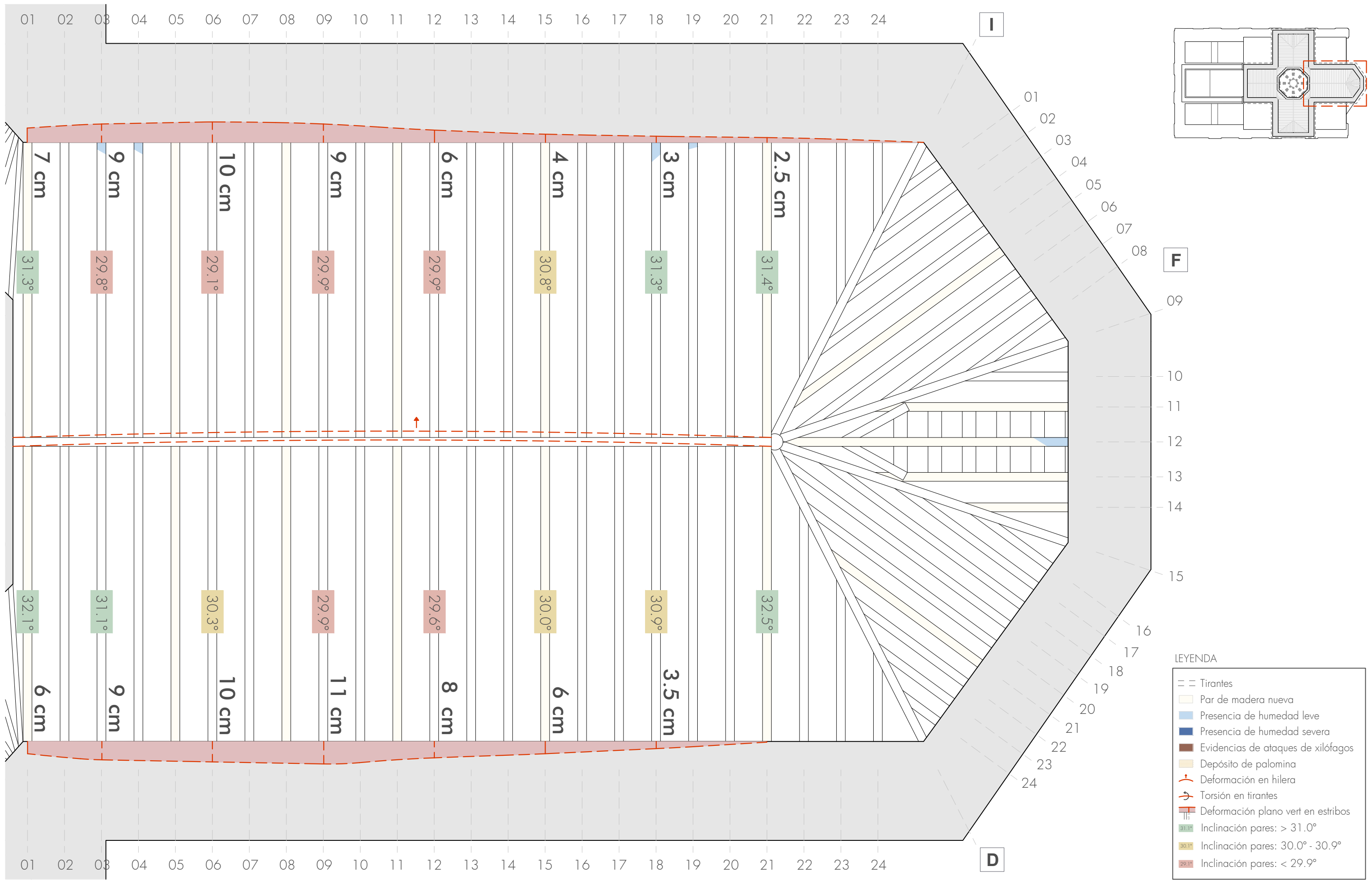


LEYENDA

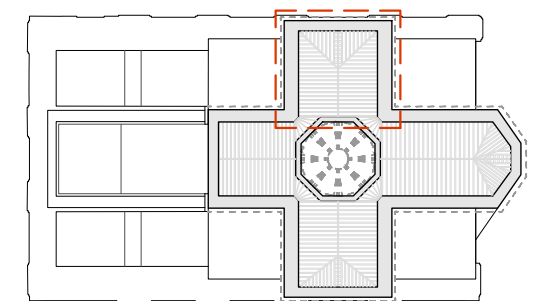
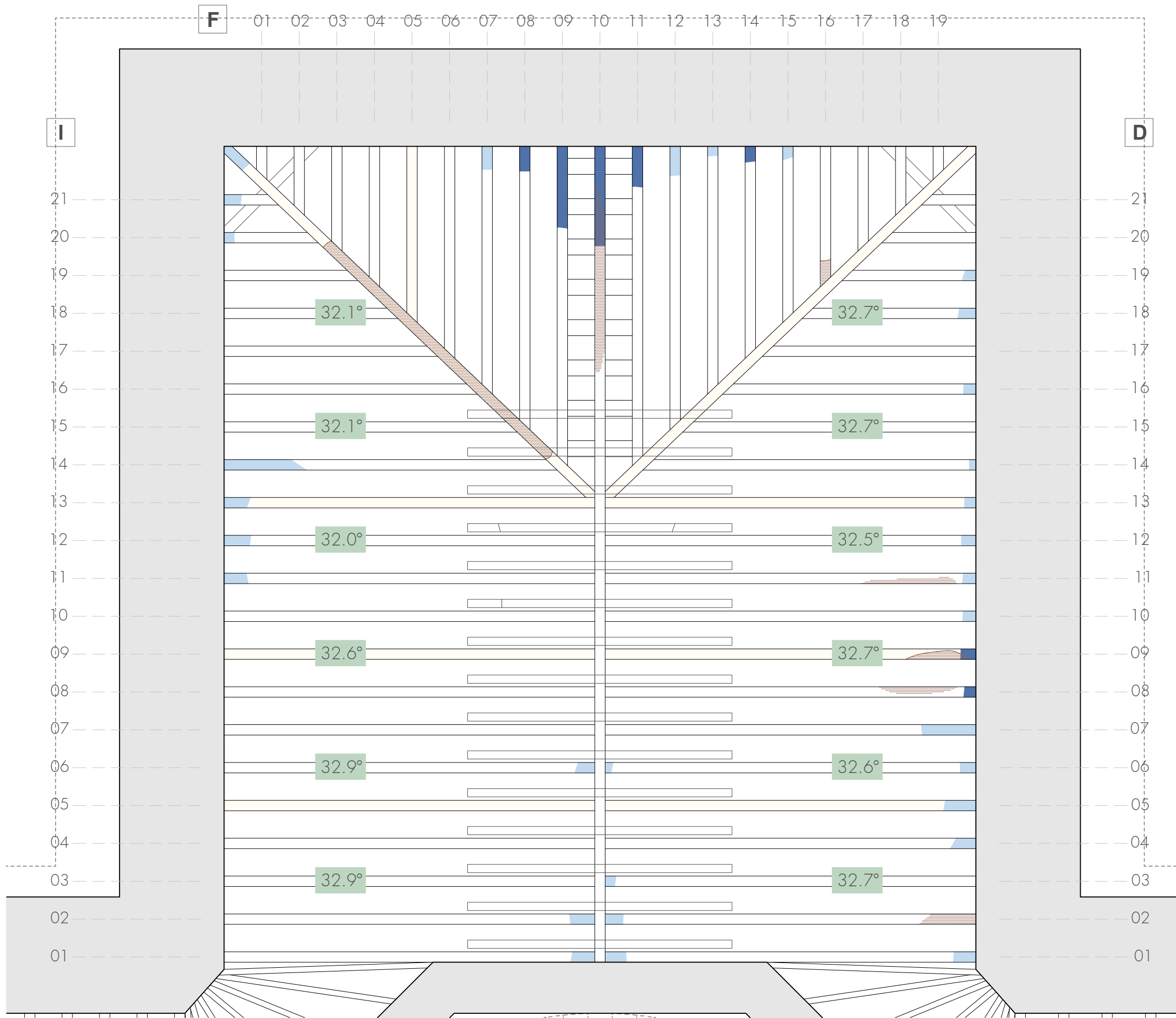
- Tirantes
- Par de madera nueva
- Presencia de humedad leve
- Presencia de humedad severa
- Evidencias de ataques de xilófagos
- Depósito de palomina
- Deformación en hilera
- Torsión en tirantes
- Deformación plano vert en estribos
- Inclinación pares: > 31.0°
- Inclinación pares: 30.0° - 30.9°
- Inclinación pares: < 29.9°

Nota: En el Sector EP4 no existen pares con madera reutilizada y madera nueva. Todas las piezas presentan el mismo aspecto

Planta de armadura



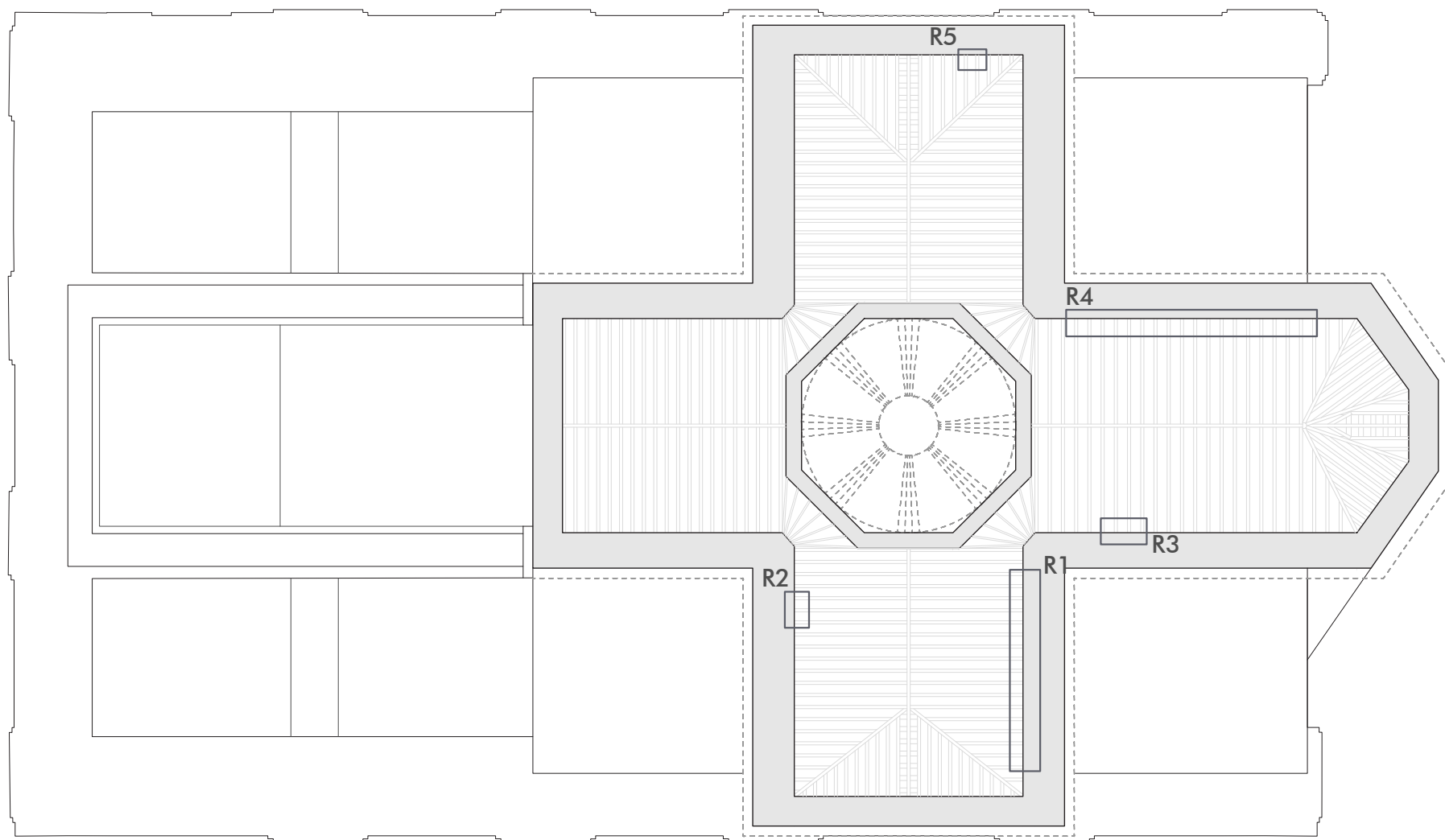
Planta de armadura



LEYENDA

- Tirantes
- Par de madera nueva
- Presencia de humedad leve
- Presencia de humedad severa
- Evidencias de ataques de xilófagos
- Depósito de palomina
- Deformación en hilera
- Torsión en tirantes
- Deformación plano vert en estribos
- Inclination pares: $> 31.0^\circ$
- Inclination pares: $30.0^\circ - 30.9^\circ$
- Inclination pares: $< 29.9^\circ$

Planta de armadura



Localización de resistografías realizadas

Ensayo	Profundidad de pérdida de resistencia
Resistografía 1	-> 50-80 mm
Resistografía 2	-> 114 mm
Resistografía 3	-> 143 mm
Resistografía 4	-> 35-40 mm
Resistografía 5	-> 109 mm

ENSAYO R1

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EP4. Estribo izquierdo	Variable	Muy deformado, pérdida de color	Se han realizado tres ensayos en puntos diferentes del estribo izquierdo observando resistencia a partir de 3-4mm y con pérdidas de resistencia completa en los tres punto a partir de los 50-80 mm de profundidad.

ENSAYO R2

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EP4. Estribo derecho	140 mm	Deformado, pérdida de color	El primer centímetro no ofrece resistencia a la perforación, de modo que el ángulo de incidencia comienza en el milímetro 11. Se observa pérdida de resistencia total a partir de los 114 mm.

ENSAYO R3

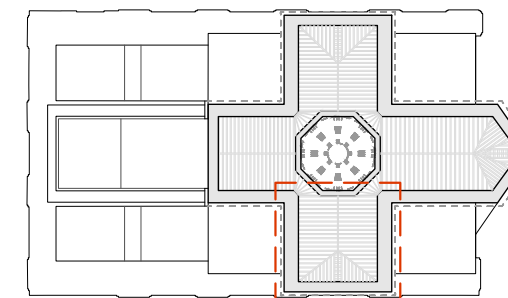
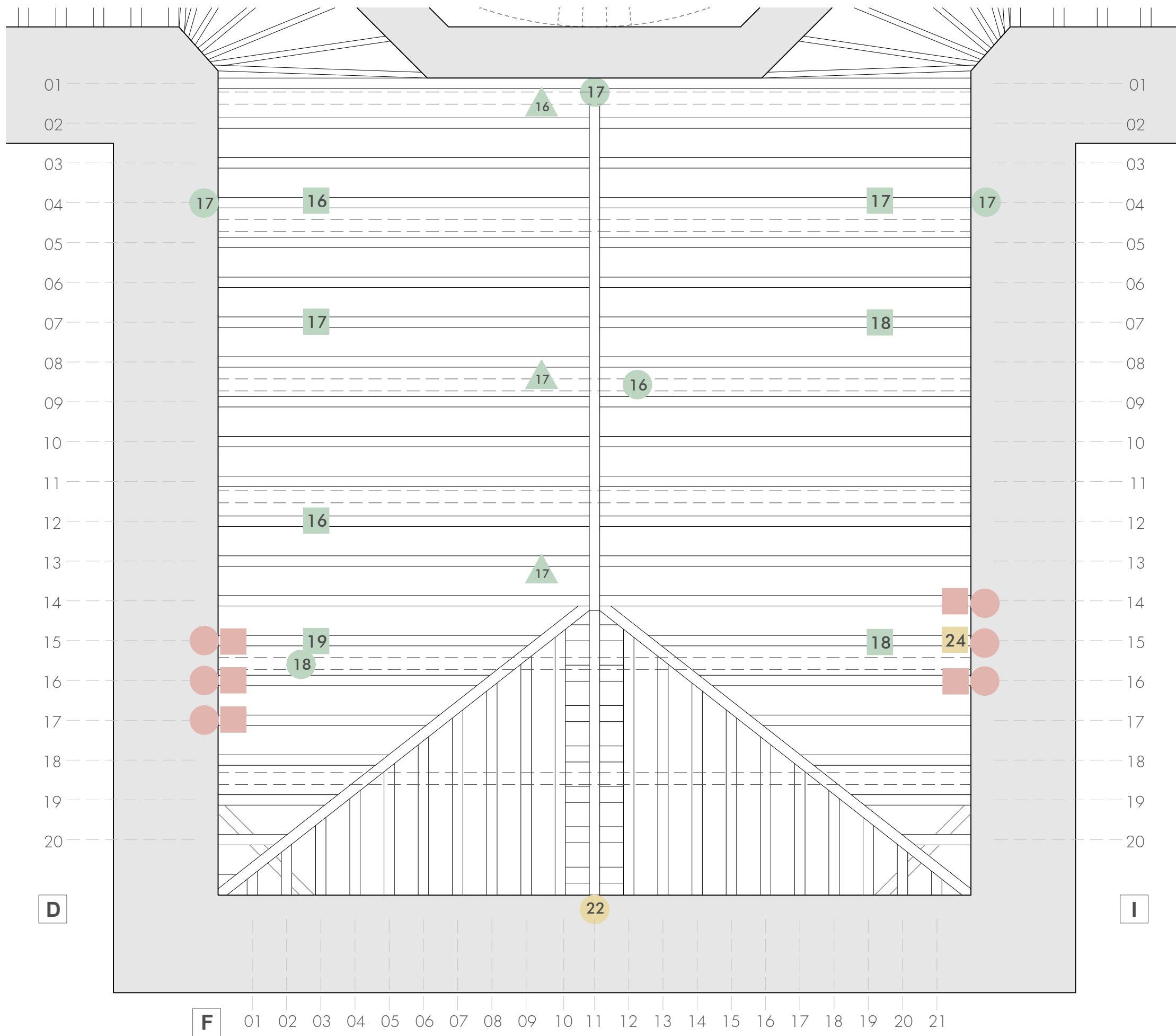
UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
C5-AM. Estribo derecho	160 mm	Pérdida de color	El ensayo presenta un ángulo de incidencia característico de maderas con buena resistencia superficial. En cambio, a los 143 mm se produce una pérdida de resistencia total.

ENSAYO R4

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
C5-AM. Estribo izquierdo	Variable	Deformado, pérdida de color	Se han realizado varios ensayos en puntos diferentes del estribo izquierdo observando pérdidas de resistencia completa en los tres punto a partir de los 35-40 mm de profundidad. En la primera perforación se detecta una pérdida de resistencia inicial de 30 mm debidas al pliegue en la cara inferior del estribo.

ENSAYO R5

UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ASPECTO EXTERIOR	COMENTARIOS
EV4. Estribo frontal	140 mm	Evidencia de ataque de xilófago	Se observa discontinuidad en la resistencia ente los 32 y 45 mm y entre 74 y 104 mm debido a galerías realizadas por termitas. A partir de los 109 mm la resistencia se pierde totalmente.



LEYENDA HUMEDAD RELATIVA

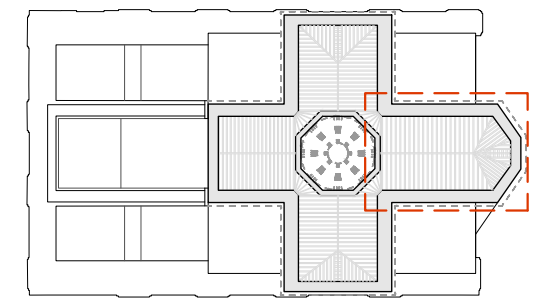
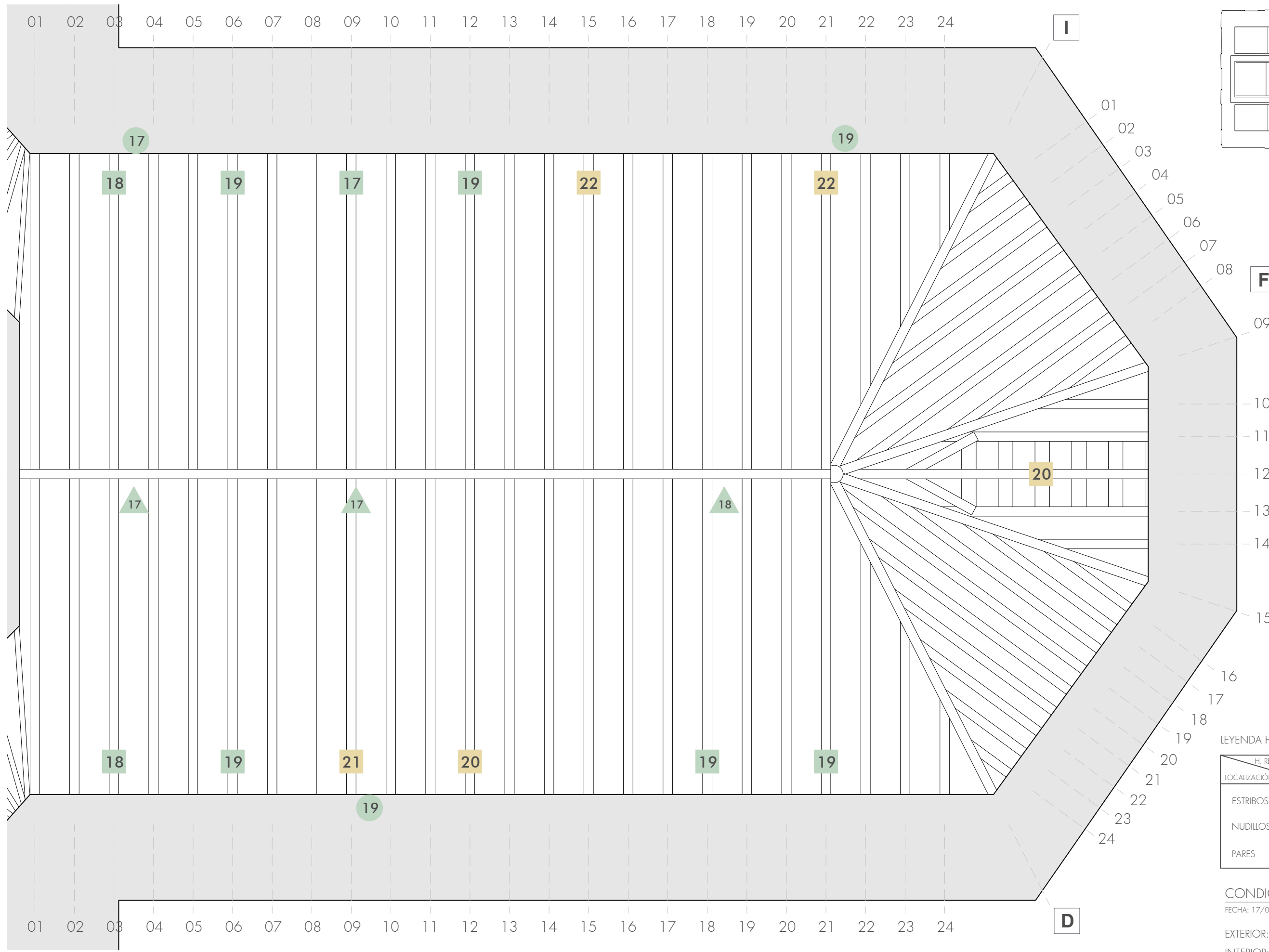
H. RELATIVA (%)	11-19%	20-28%	+28%
LOCALIZACIÓN			
ESTRIBOS / TIRANTES	16	20	●
NUDILLOS	▲	▲	▲
PARES	19	25	■

CONDICIONES HUMEDAD

FECHA: 24/02/21

EXTERIOR: T=17.3 °C HR=50%

INTERIOR: T=16.3 °C HR=54% Heq=11%



F

LEYENDA HUMEDAD RELATIVA

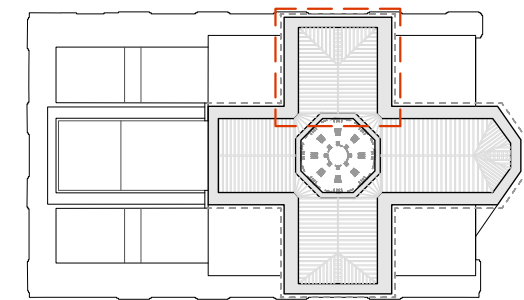
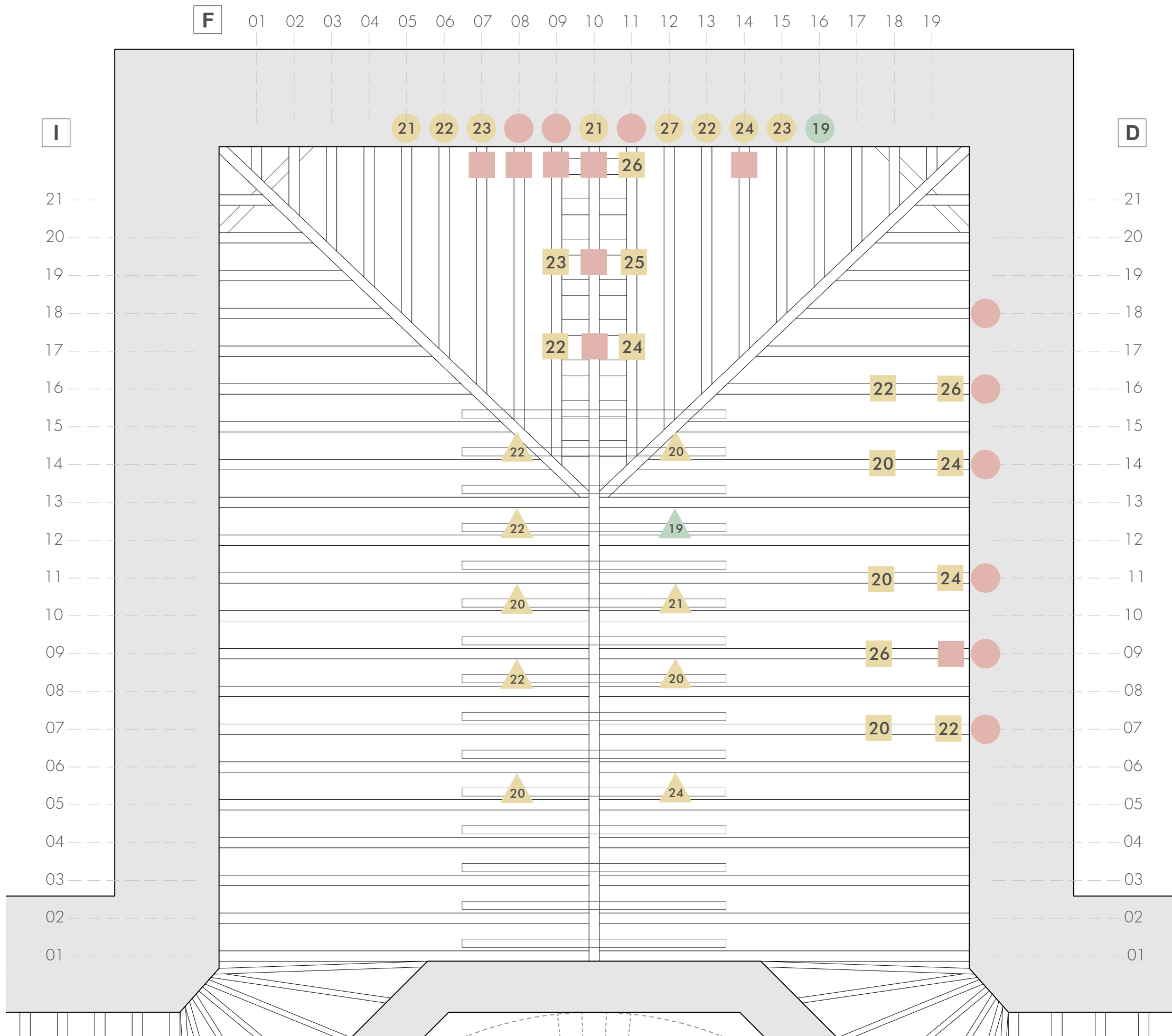
H. RELATIVA (%)	11-19%	20-28%	+28%
LOCALIZACIÓN			
ESTRIBOS	16	20	●
NUDILLOS	17	24	▲
PARES	19	25	■

CONDICIONES HUMEDAD

FECHA: 17/02/21
 EXTERIOR: T=20.8 °C HR=48%
 INTERIOR: T=15.2 °C HR=62% Heq=12%

Humedad Relativa. C5-AM

TD.C-2



LEYENDA HUMEDAD RELATIVA

H. RELATIVA (%)	11-19%	20-28%	+28%
LOCALIZACIÓN			
ESTRIBOS/TIRANTES	16	20	
NUDILLOS	17	24	
PARES	19	25	

CONDICIONES HUMEDAD

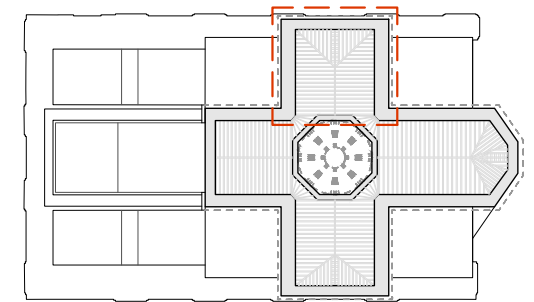
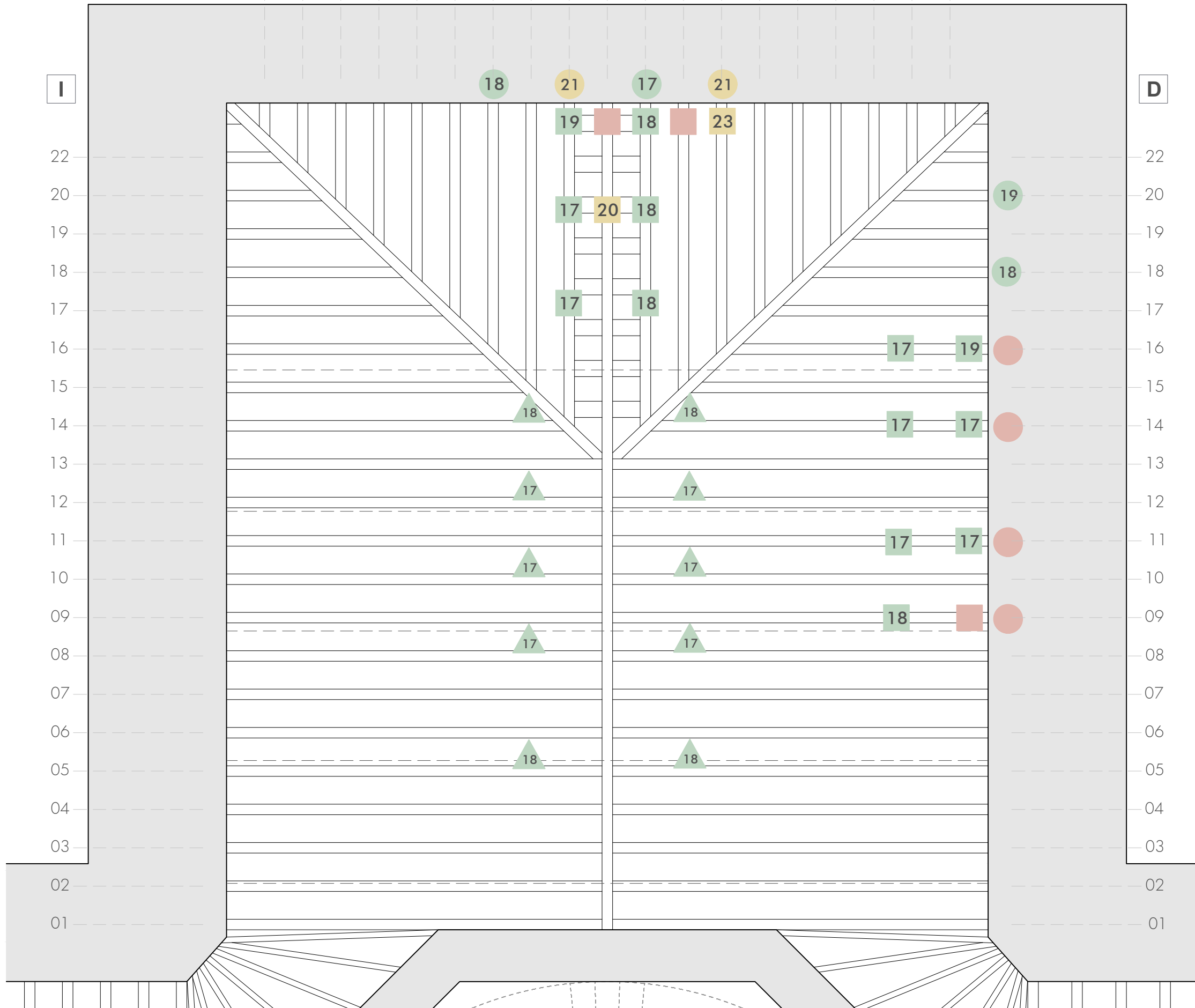
FECHA: 10/02/21

Día de llovizna tras una semana lluviosa

EXTERIOR: T= 13.0°C HR=90%

INTERIOR: T=13.9°C HR=82% Heq= 19%

F 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



LEYENDA HUMEDAD RELATIVA

H. RELATIVA (%)	11-19%	20-28%	+28%
LOCALIZACIÓN			
ESTRIBOS / TIRANTES	16	20	●
NUDILLOS	▲	▲	▲
PARES	19	25	■

CONDICIONES HUMEDAD

FECHA: 17/02/21

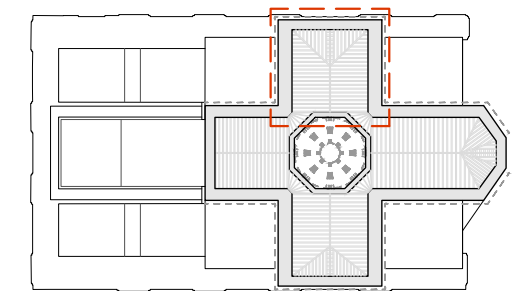
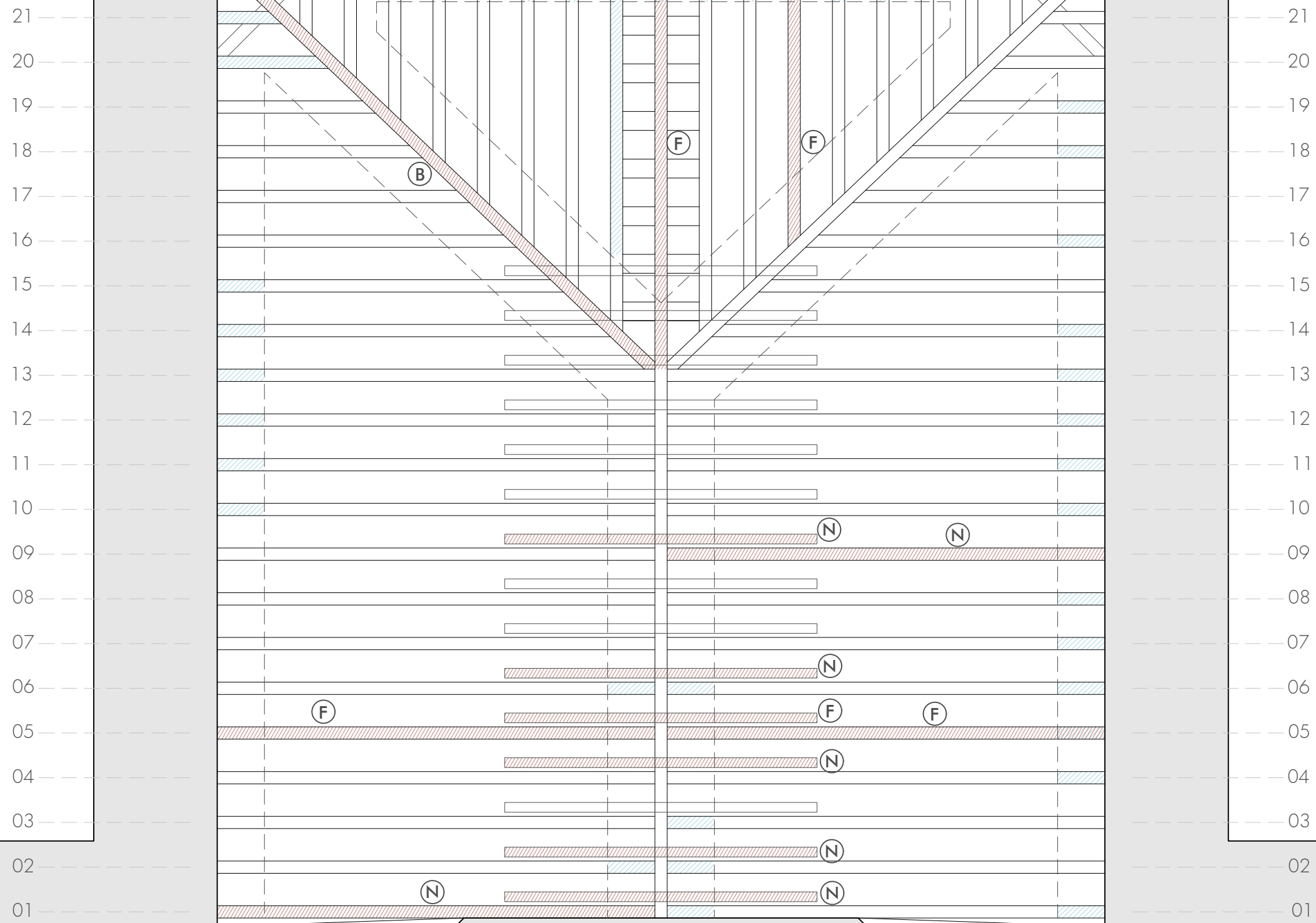
EXTERIOR: T=20.8 °C HR=48%

INTERIOR: T=15.5 °C HR=63% Heq=12%







F 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

I

D

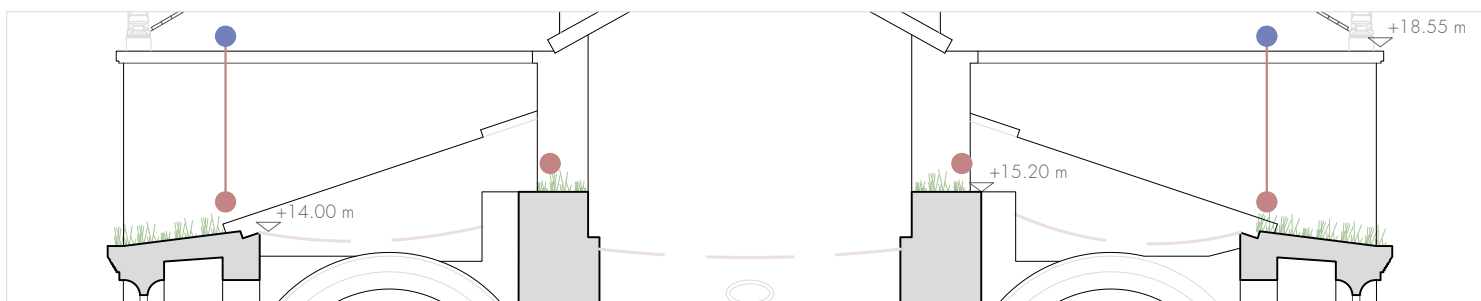
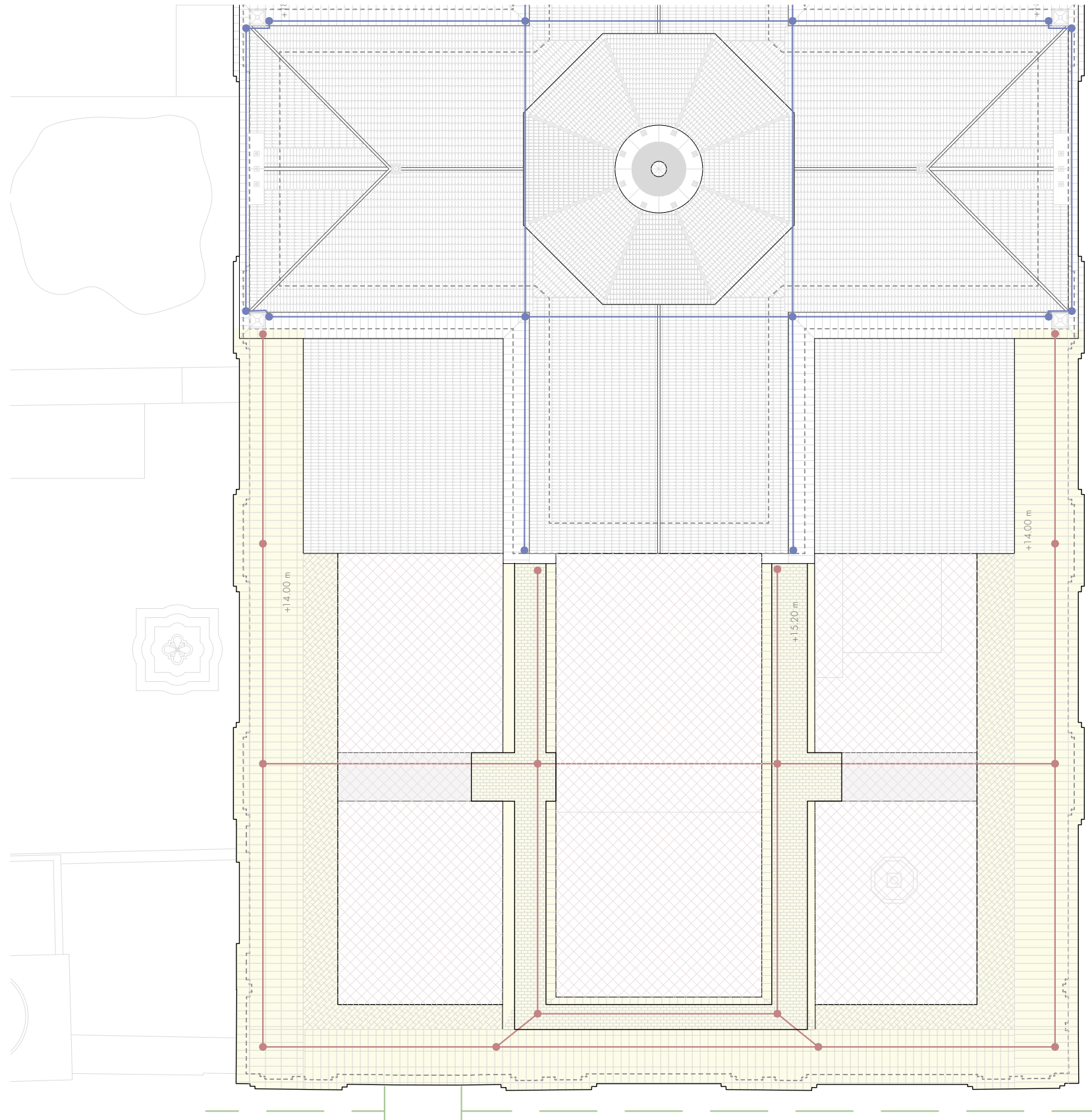


LEYENDA

-  Elemento rechazado según UNE 56544:2011
-  Motivo rechazo: Nudo
-  Motivo rechazo: Fenda
-  Motivo rechazo: Ataque biológico
-  Zona con presencia de humedad previa a la intervención
-  Delimitación de zonas por singularización estructural

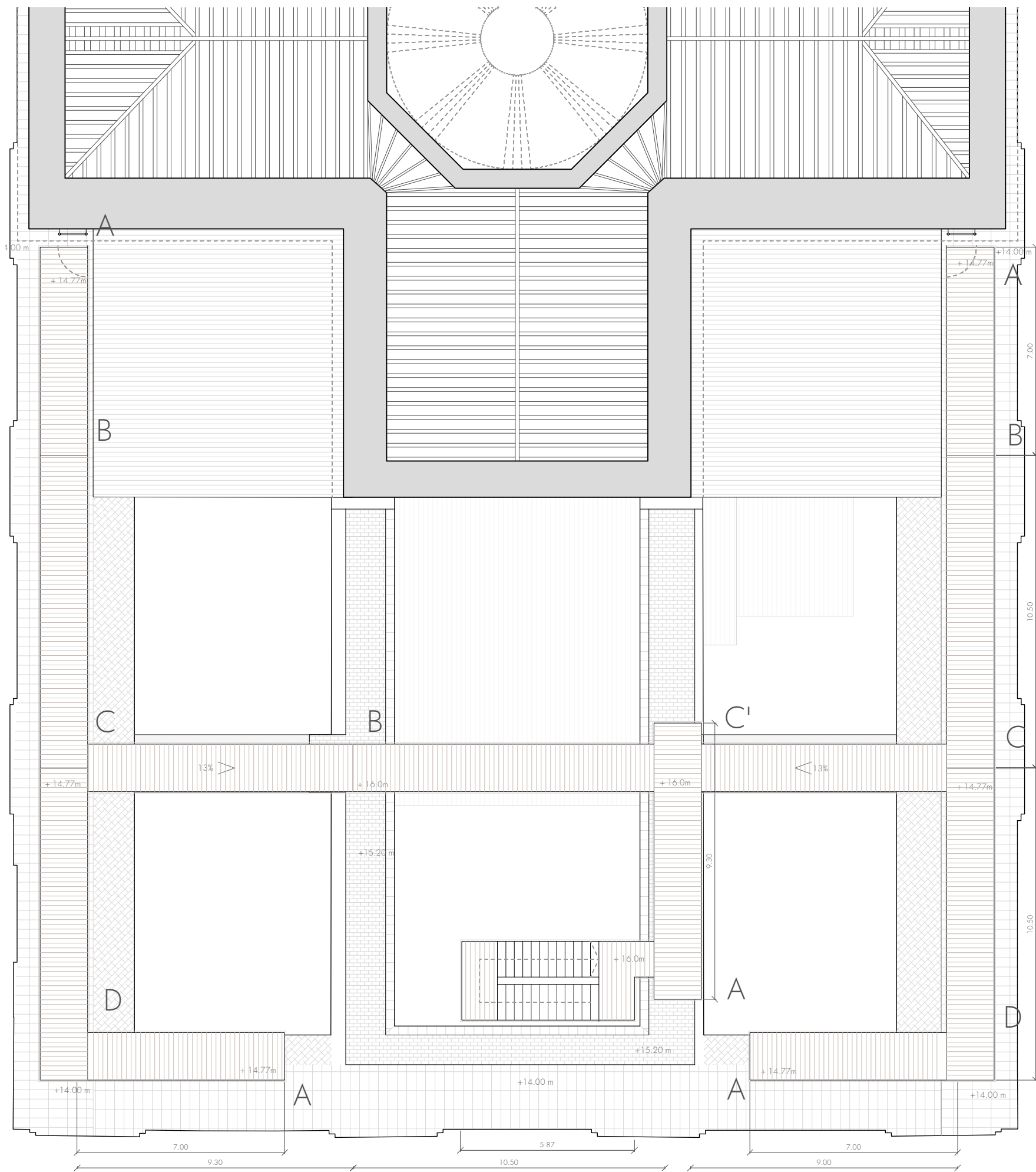
Nota: Para facilitar la lectura de la estructura se han representado los nudillos que están en el mismo plano que los pares "desplazándolos" paralelamente a estos, distinguiendo entre ambas piezas en una misma representación en forma de desplegado.

PLANIMETRÍA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN



LEYENDA

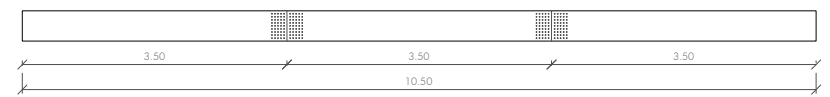
- Vallado de obra
- ▨ Malla de seguridad
- Línea de vida existente
- Nueva línea de vida
- Anclaje de línea de vida existente
- Nuevo anclaje de línea de vida
- Zona a desbrozar, limpiar y consolidar



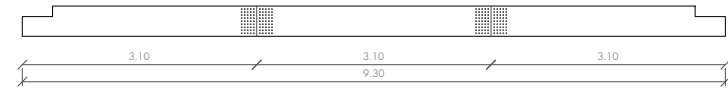
Planta de pasarelas

TIPOS DE VIGAS

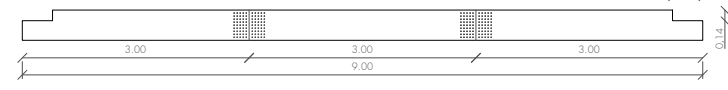
x5 PASARELAS DE 10.5



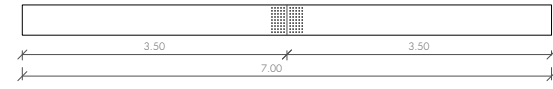
x2 PASARELA DE 9.3



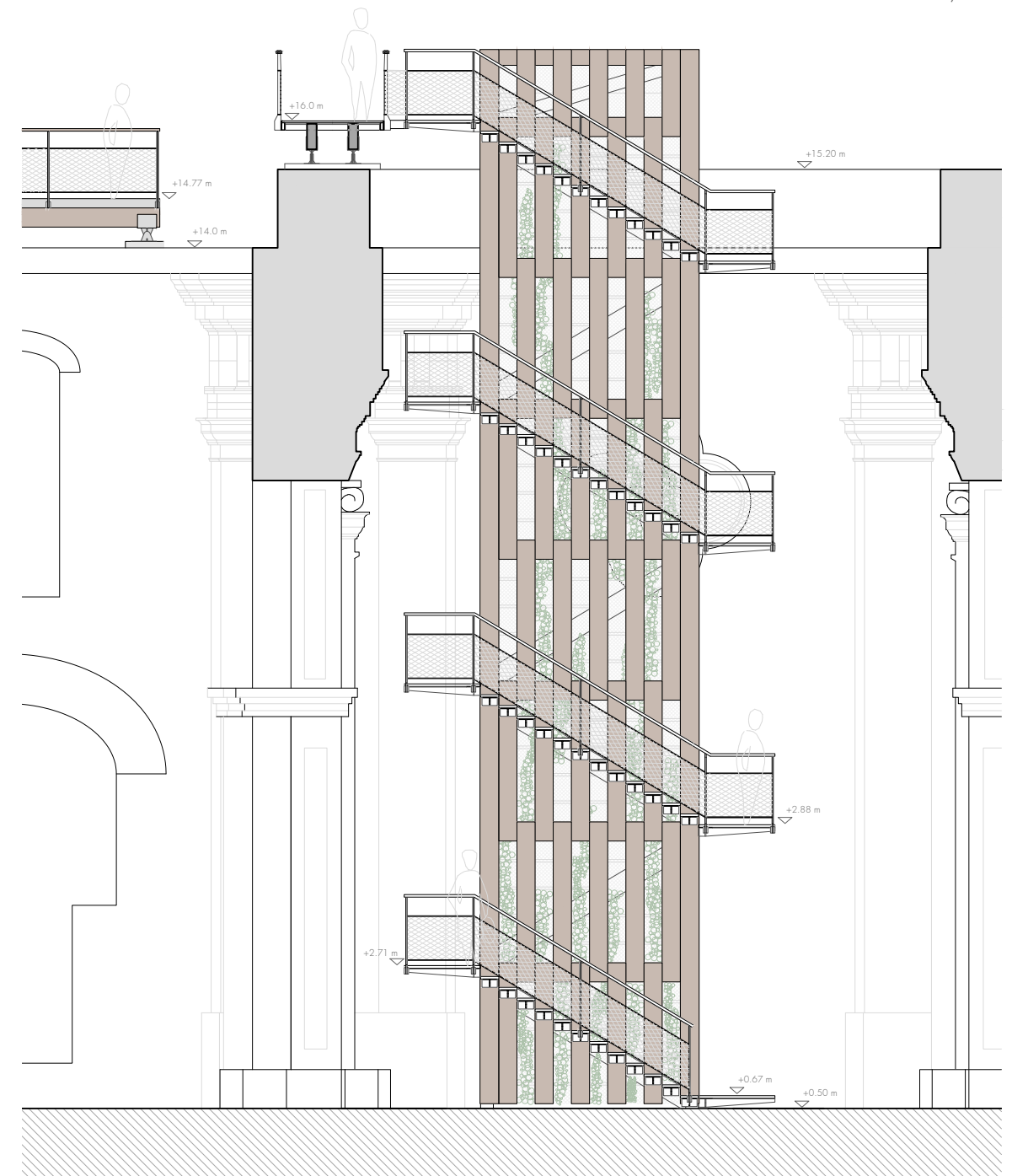
x1 PASARELA DE 9.0



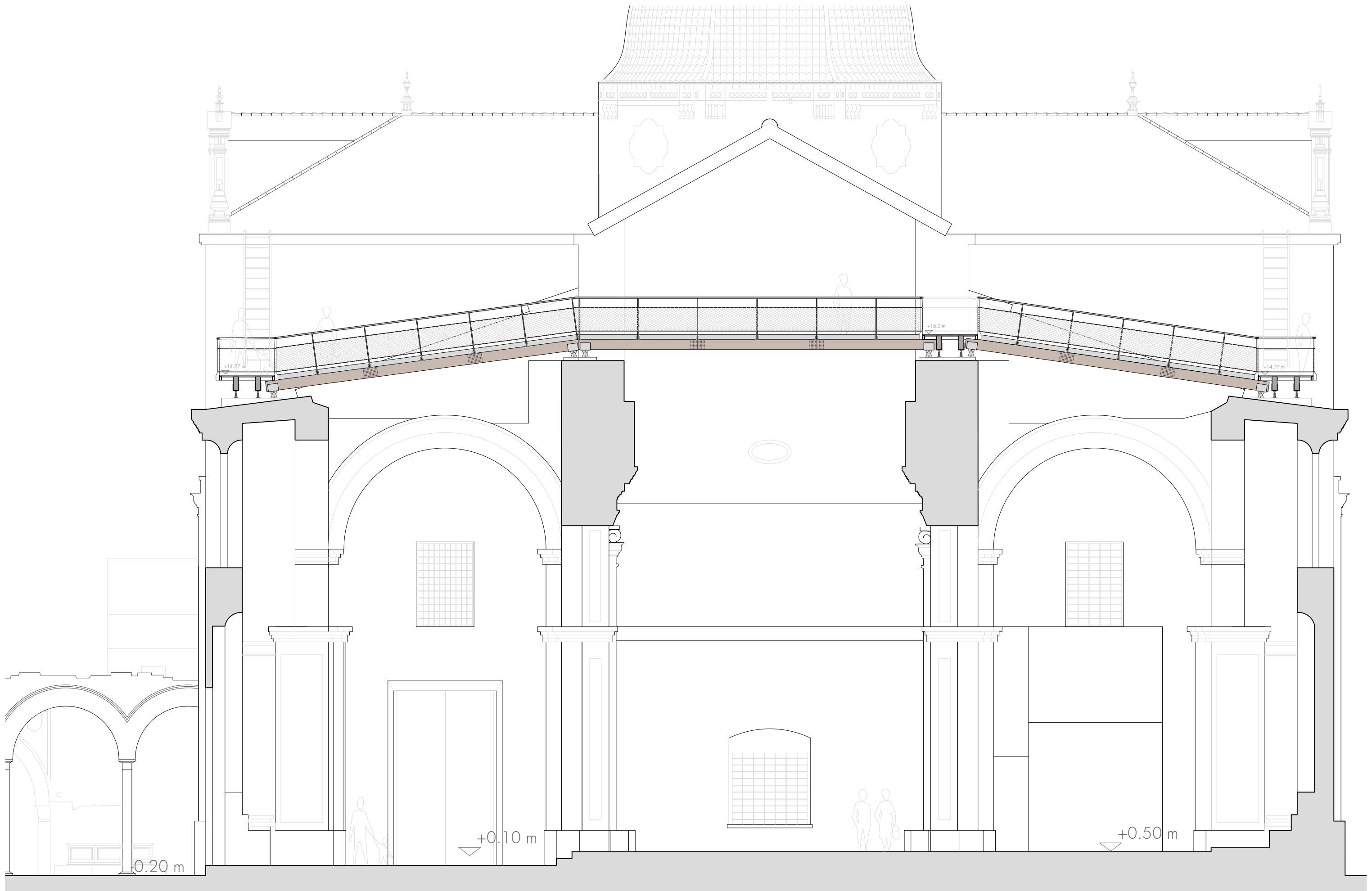
x4 PASARELAS DE 7.0



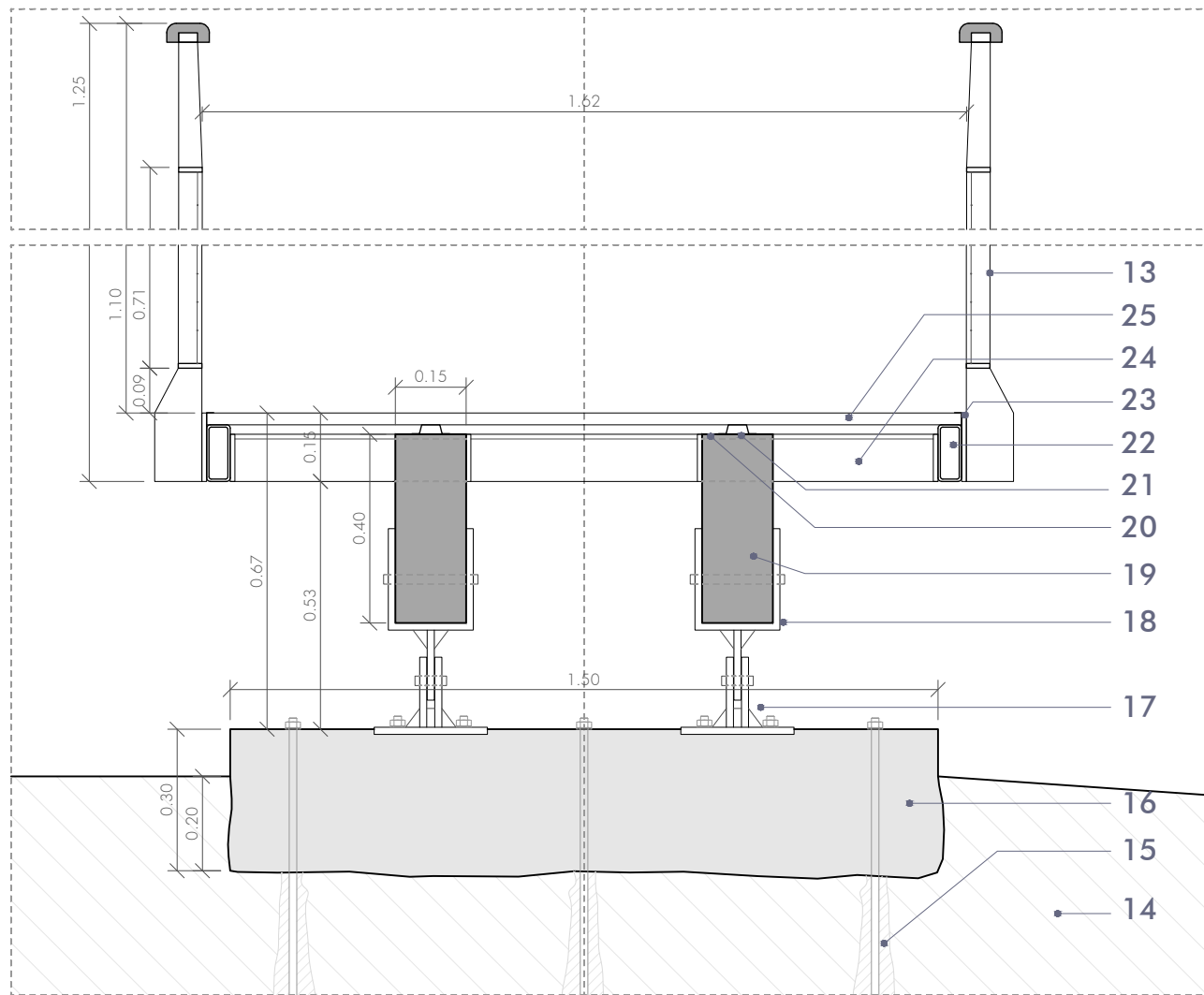
E:1/100



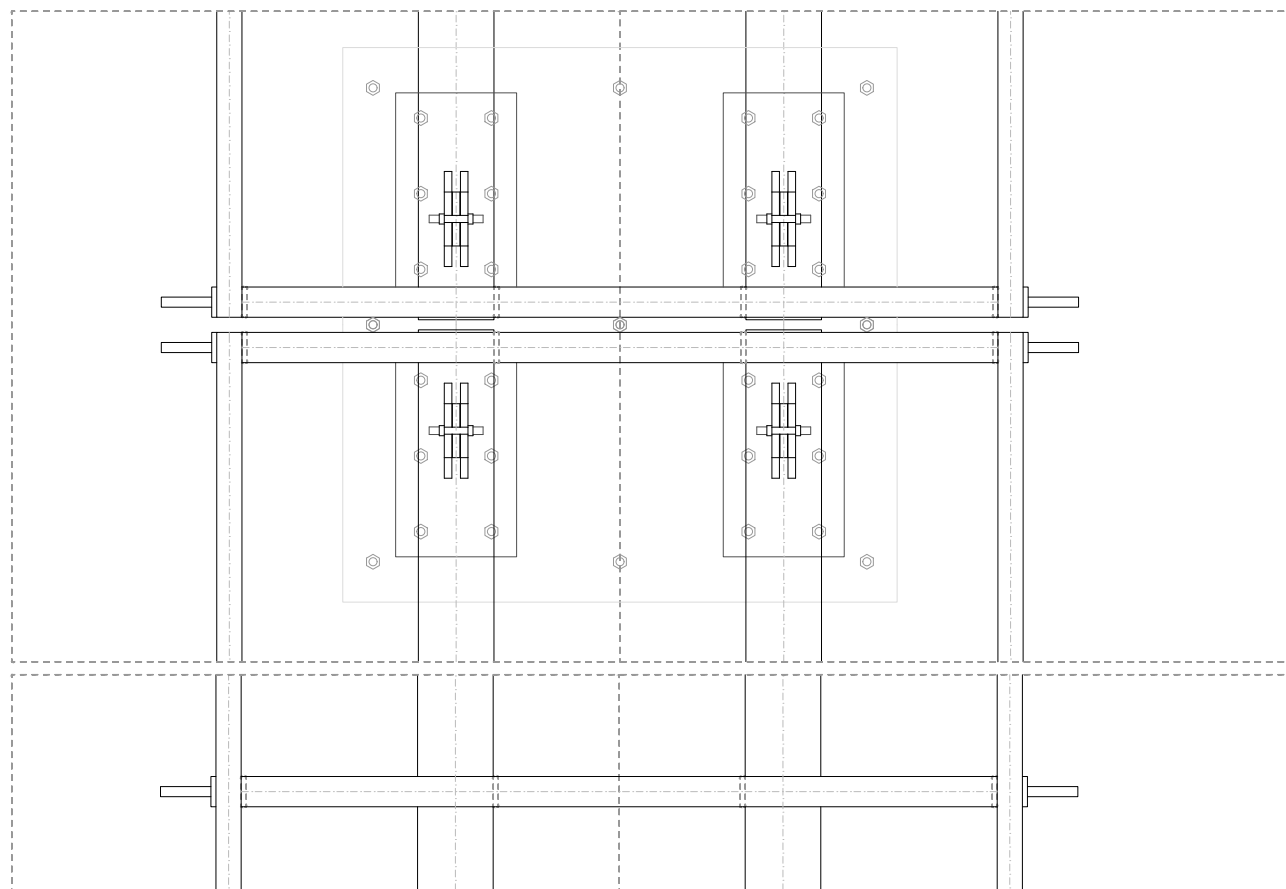
Alzado interior. Escalera E:1/100



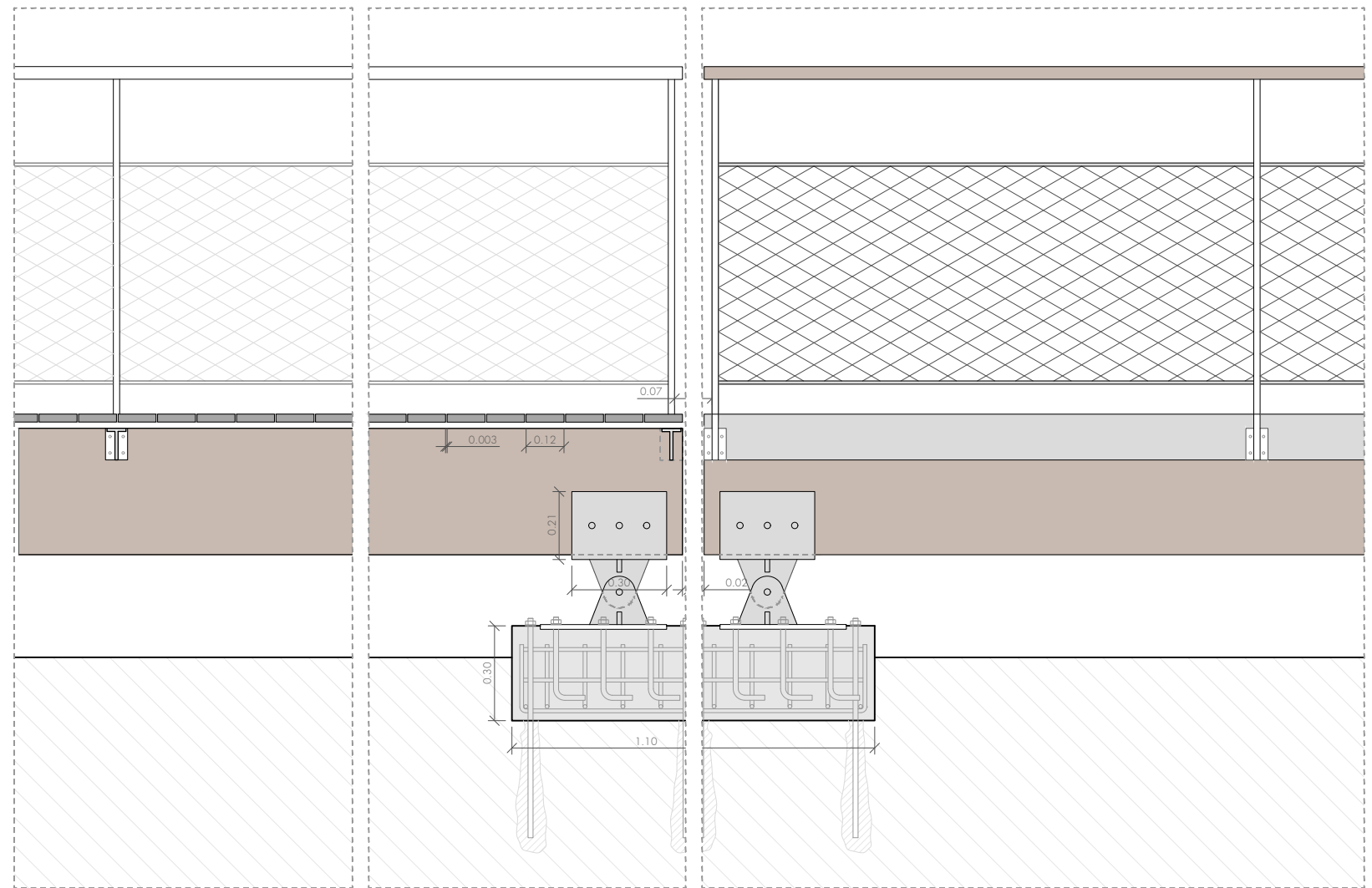
Sección del conjunto



Detalle pasarela. Sección apoyo



Detalle pasarela. Planta bastidor y apoyos

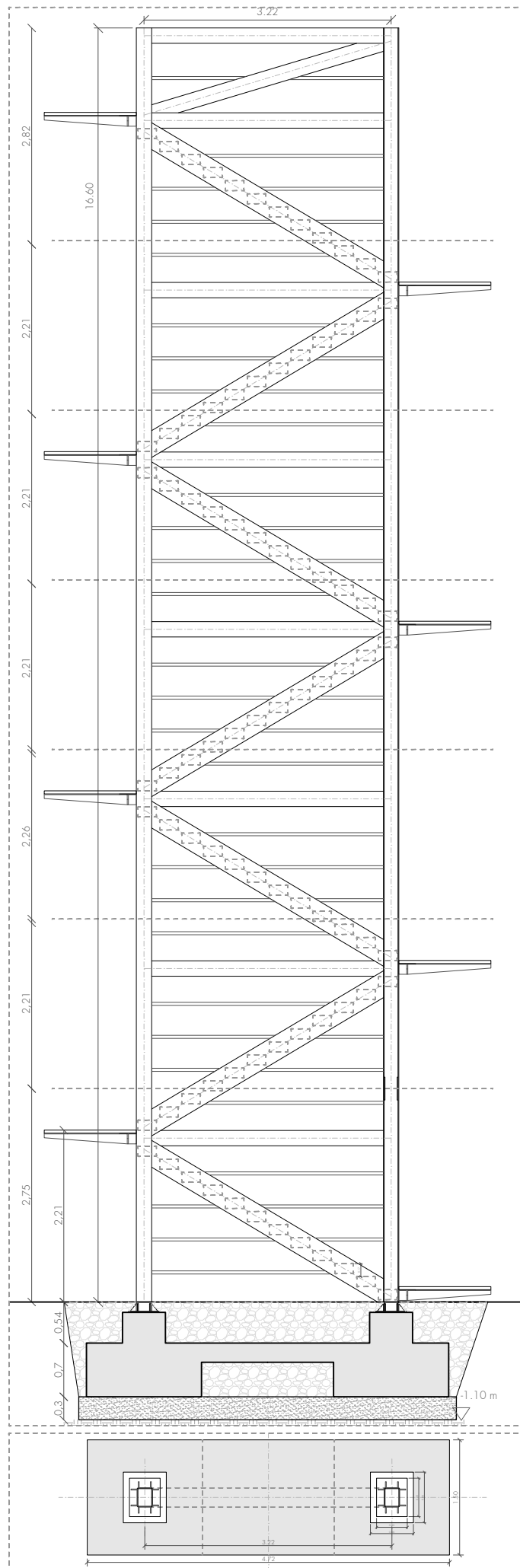


Sección por tres planos diferentes: entre las vigas, delante de la viga y alzado exterior. E: 1/20

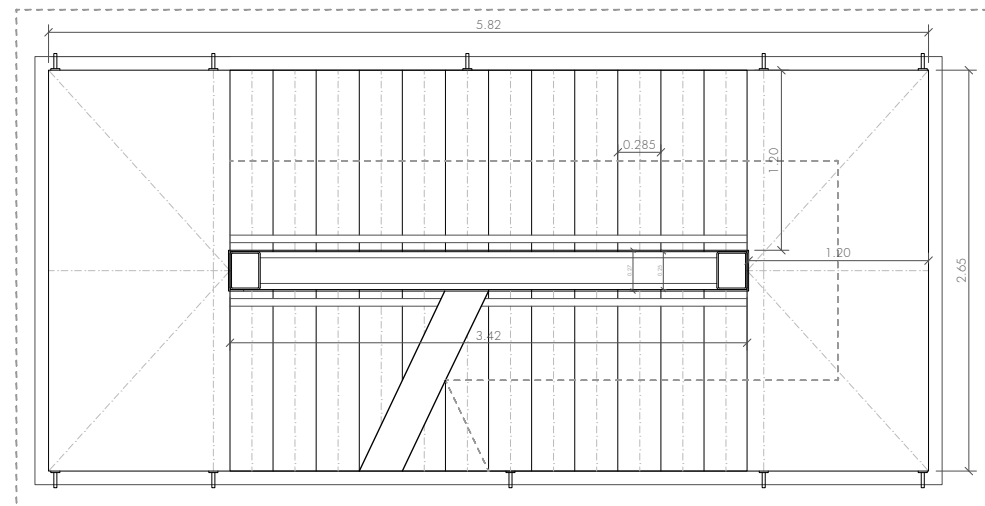
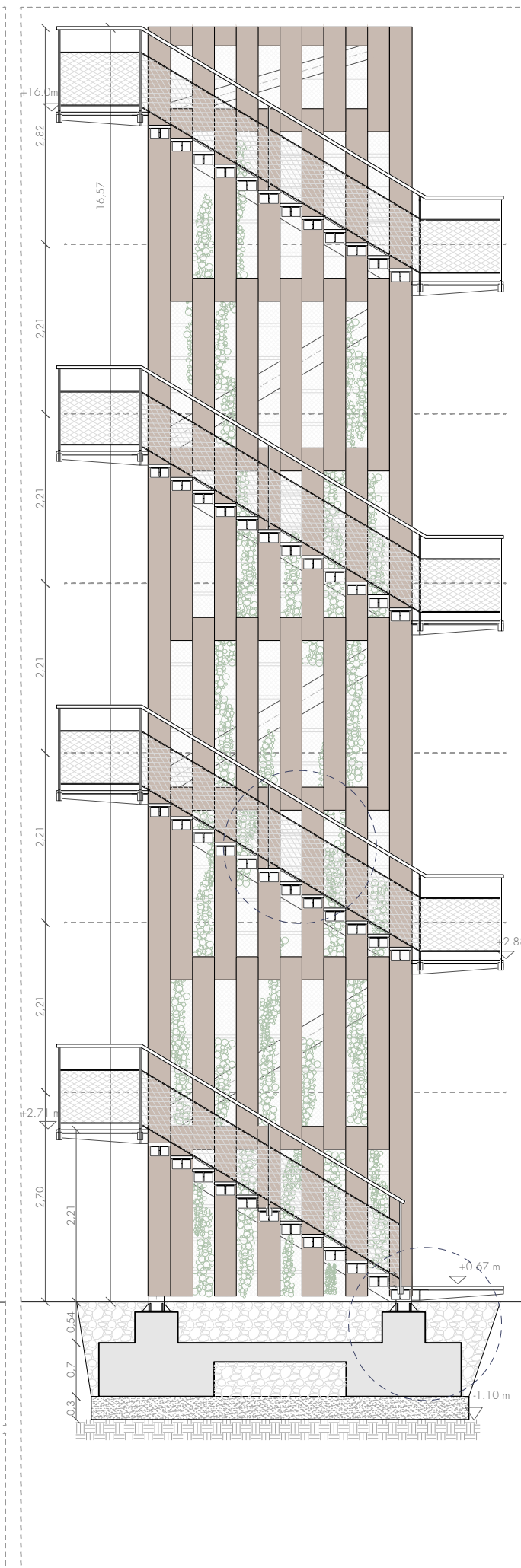
Especificaciones técnicas

- 01_ Terreno compactado. Previa excavación superficial y cojedo de 1.50 cm de profundidad, con compactación del firme hasta alcanzar nivel del 95% Proctor modificado.
- 02_ Cimentación de escalera. Zapata de hormigón armado (HA-30-B-15-lla) sobre mejora a base de 30 cm de hormigón de limpieza (HM-20-B-20-lla), con esperas para posterior atornillado de placa de asiento.
- 03_ Placa de asiento de montantes verticales de escalera. A base de chapas de acero S-355-JR de 15 y 12.5mm, con rigidizadores soldados y taladros para anclaje a zapatas ya realizadas en taller contemplando tolerancias. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm. Tornillería de acero inoxidable AISI-316 tipo 8.8.
- 04_ Relleno de grava. Grava limpia filtrante con mismo aspecto y tonalidad que la existente en el lugar.
- 05_ Ménsula de peldaño. Estructura a base de perfil en T de acero S-275-JR, de sección variable con longitud total de 121 cm, ala superior de 22 cm de ancho y canto del alma desde los 10 cm en el empotramiento hasta los 6 cm en la punta; todo ello de 10mm de espesor. Unido al perfil tubular de la zanca mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada y soldada a perfil T en taller, y fijada a estructura principal mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado.
- 06_ Peldaño de madera de iroko. Piezas de madera contrachapada de iroko de 120x28x4 cm, atornillada con tirafondos desde la cara inferior de las ménsulas estructurales. Proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro acabado natural, con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado EFL.
- 07_ Revestimiento de madera de pino. A base de tablas macizas de madera de pino silvestre de 13.5x1.25 cm y largo variable, atornillada mediante tirafondos a rastreles metálicos de la subestructura auxiliar. Proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, madera termotratada a alta temperatura según procedimiento Thermo-D de Thermowood o equivalente. Acabada con un lasur incoloro acabado natural con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado C-s2,d0.
- 08_ Diagonal de estructura triangulada, zanca de escalera. Perfil tubular conformado RHS-250x320x12, de acero S-355-JOH. Estructura modular soldada y montada en taller, con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atornillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado.
- 09_ Malla de acero inoxidable. Malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro, tipo Flexonet de Finsa o equivalente. Fijada mediante grapas de acero inoxidable a subestructura auxiliar.
- 10_ Conformación de tabica de escalera. Cierre del hueco de tabica mediante malla de acero inoxidable (09) anclada mediante pletinas y tirafondos de acero inoxidable.
- 11_ Subestructura auxiliar para revestimiento. Perfiles tubulares SHS-40x40x4, de acero S-275-JOH. Soldados a estructura principal en taller. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-275 y espesor medio de 50 µm.
- 12_ Montante vertical de estructura triangulada. Perfil tubular conformado RHS-250x200x12, de acero S-355-JOH. Estructura modular soldada y montada en taller, con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atornillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 13_ Barandilla. Conjunto de acero S-275-JR, formado por montantes verticales a base de chapas de 20mm de espesor con canto variable (50 a 100mm) atornillados en la punta de perfiles horizontales mediante chapas de anclaje de similares características. Además de tres cordones horizontales a base de chapas de 10x50 mm. Todos ellos fijados con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris claro RAL 9003 satinado. El plano de protección de caldas será a base de malla de acero (09). Y pasamanos de madera maciza de iroko con redondeado de aristas y con similares características que (06).

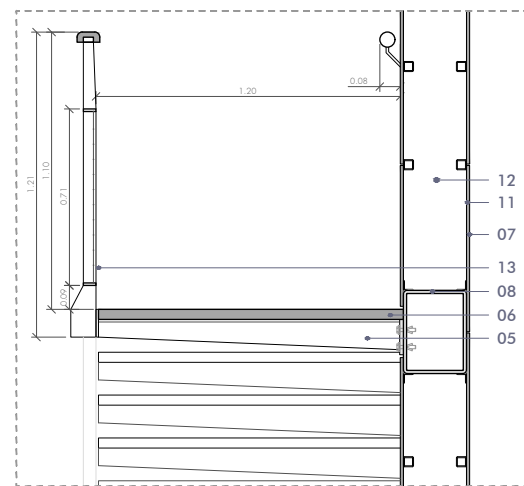
- 14_ Muro existente. Muro de fábrica de ladrillo y motero de cal.
- 15_ Anclaje de zapatas de pasarelas. Anclaje mediante inserción de redondos del 16 Ø de acero B-500-S, con inyección de lechada cementosa ligeramente expansiva. Con posterior apriete en base de la zapata.
- 16_ Zapata de pasarelas. Zapatas de hormigón armado HA-30-B-15-lla, de dimensiones variables, con 30-40 cm de canto y con esperas para atornillado de placa de asiento, y pasadores para posterior anclaje a muro soporte.
- 17_ Articulación y placa de asiento de pasarelas. Piezas hechas exprésos con placa de asiento y pletinas para alojar herrajes de las vigas laminadas. A base de acero S-355-JR en chapas de 15mm de espesor, con rigidizadores y taladros para anclaje a zapata realizados en taller. Con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado.
- 18_ Herraje de conexión de vigas laminadas. Piezas hechas exprésos para alojar y sostener las vigas laminadas, y transmitir las cargas a los apoyos articulados. Con similares características que (17).
- 19_ Viga laminada. Vigas laminadas encolada homogénea GL32h, a partir de madera de coníferas con sello ambiental PEFC. Con Clase de Servicio de diseño 3.1 según CTE. Fabricada con adhesivo de Fenol-Formaldehído (PF), según CTE, UNE-EN 301 y UNE-EN 12436:2002. Humedad de recepción del 8-16 % HR. Con tratamiento protector de autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.1, con un nivel de penetración NP8 y un nivel de retención R3, según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural. Los módulos serán unidos en obra mediante dos herrajes interiores ocultos en ranurados realizados en taller, a base de chapas de acero de 12.5 mm de espesor y tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, según CTE. Herrajes con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm según norma ISO 2081 y CTE.
- 20_ Chapa de protección de testa superior de viga. Chapa de acero S-275-JR plegada de 1mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm.
- 21_ Omega auxiliar para fijación de entarimado. Perfil omega de perfil bajo, 2cm, para atornillado de entarimado. Chapa de acero S-275-JR plegada de 0.7mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm.
- 22_ Perfil RHS, bastidor del tablero de la pasarela. Perfil tubular RHS-120x50x5, de acero S-275-JOH. Piezas modulares para ser unidas con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atornillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 23_ Chapa de revestimiento y remate de canto de tablero. Chapa de acero S-275-JR, plegada en L de 0.7mm de espesor, para cubrición de canto del tablero. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Atornillada mediante tirafondos para acero, de acero inoxidable AISI-316 con cabeza avellanada.
- 24_ Viga T, bastidor del tablero de la pasarela. Perfiles T de acero S-275-JR, de sección constante con longitud total de 150 cm, ala superior de 6 cm de ancho y canto de 10cm; todo ellos con chapas de 10mm de espesor. Atornillada a viga laminada mediante rebajado para machihembrado, placa de conexión y tirafondos. Unido al perfil tubular (23) y a montantes de barandillas (13), mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada en taller, y fijada mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 25_ Entarimado de madera de iroko. Entarimado estructural de madera maciza de iroko de 160x15x2.5 cm, atornillada con tirafondos desde cara superior sobre perfiles omegas y tubulares (21 y 22). Madera proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con Clase Resistente D-40 y Clase de Servicio de diseño 3.2, según CTE; y humedad de recepción del 8-14% HR. Con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro acabado natural, con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado EFL.



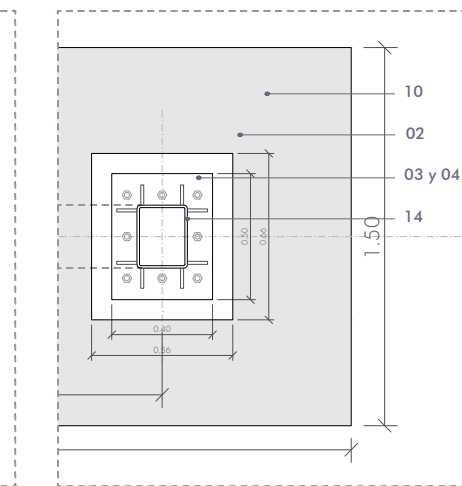
Conformación de Escalera. E: 1/75



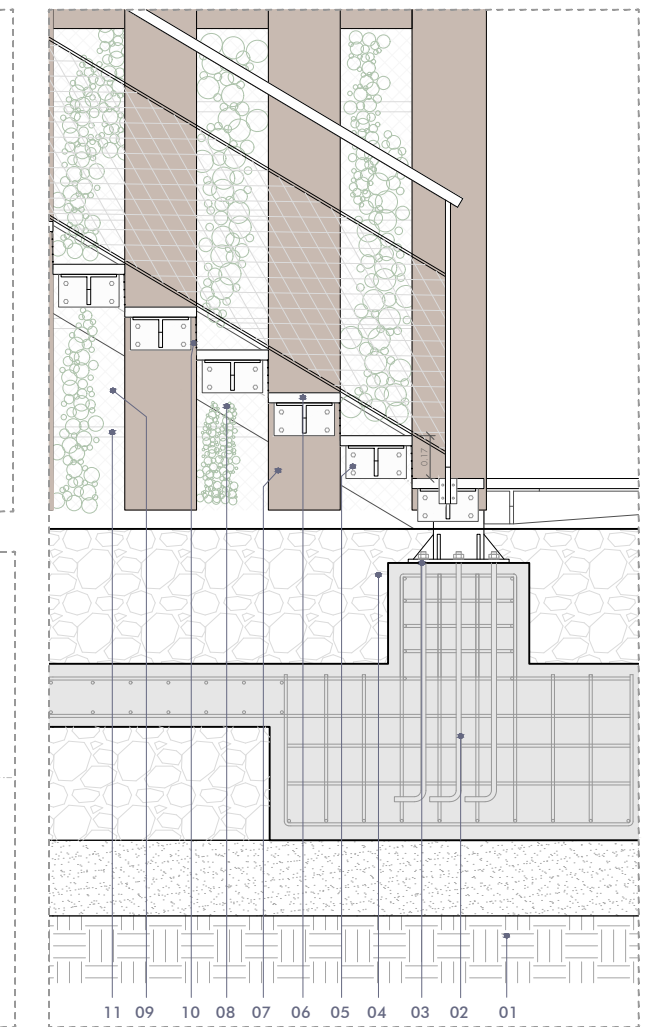
Planta escalera. E:1/50



Detalle peldaño



Detalle apoyo

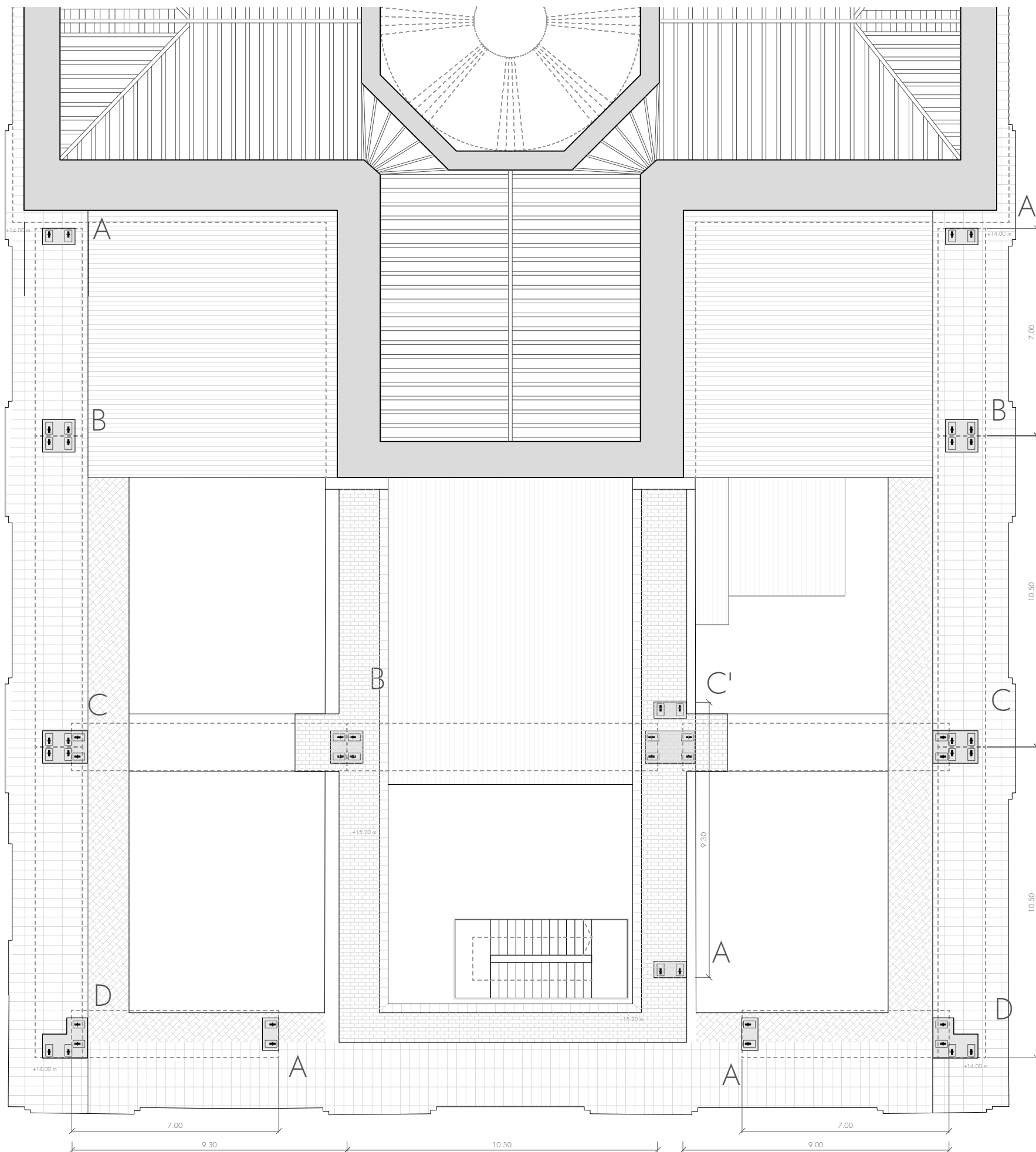


Detalle escalera

Especificaciones técnicas

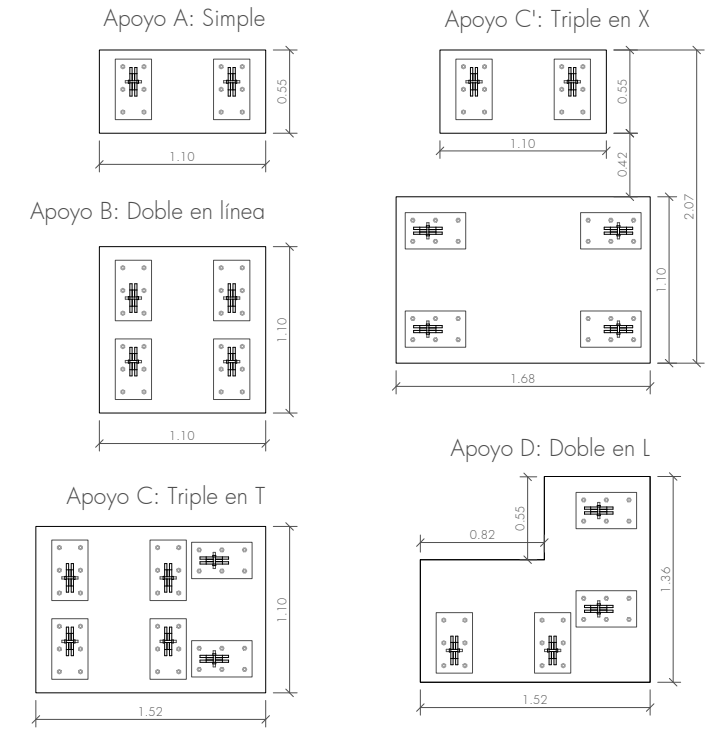
- 01_Terreno compactado. Previa excavación superficial y cajado de 1.50 cm de profundidad, con compactación del firme hasta alcanzar nivel del 95% Proctor modificado.
- 02_Cimentación de escalera. Zapata de hormigón armado (HA-30-B-15-lla) sobre mejora a base de 30 cm de hormigón de limpieza (HM-20-B-20-lla), con esperas para posterior atomillado de placa de asiento.
- 03_Placa de asiento de montantes verticales de escalera. A base de chapas de acero S-355-JR de 15 y 12.5mm, con rigidizadores soldados y taladros para anclaje a zapatas ya realizadas en taller contemplando tolerancias. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm. Tornillería de acero inoxidable AISI-316 tipo 8.8.
- 04_Relleno de grava. Grava limpia filtrante con mismo aspecto y tonalidad que la existente en el lugar.
- 05_Ménsula de peldaño. Estructura a base de perfil en T de acero S-275-JR, de sección variable con longitud total de 121 cm, ala superior de 22 cm de ancho y canto del alma desde los 10 cm en el empotramiento hasta los 6 cm en la punta; todo ello de 10mm de espesor. Unido al perfil tubular de la zanca mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada y soldada a perfil T en taller, y fijada a estructura principal mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enrosicable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado.
- 06_Peldaño de madera de iroko. Piezas de madera contrachapada de iroko de 120x28x4 cm, atomillada con tirafondos desde la cara inferior de las ménsulas estructurales. Proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro acabado natural, con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado EFL.
- 07_Revestimiento de madera de pino. A base de tablas macizas de madera de pino silvestre de 13.5x1.25 cm y largo variable, atomillada mediante tirafondos a rastres metálicos de la subestructura auxiliar. Proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, madera termotratada a alta temperatura según procedimiento Thermo-D de Thermowood o equivalente. Acabada con un lasur incoloro acabado natural con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado C-s2,d0.
- 08_Diagonal de estructura triangulada, zanca de escalera. Perfil tubular conformado RHS-250x320x12, de acero S-355-JOH. Estructura modular soldada y montada en taller, con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atomillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enrosicable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 09_Malla de acero inoxidable. Malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro, tipo Flexonet de Finsa o equivalente. Fijada mediante grapas de acero inoxidable a subestructura auxiliar.
- 10_Conformación de tabica de escalera. Cierre del hueco de tabica mediante malla de acero inoxidable (09) anclada mediante pletinas y tirafondos de acero inoxidable.
- 11_Subestructura auxiliar para revestimiento. Perfiles tubulares SHS-40x40x4, de acero S-275-JOH. Soldadas a estructura principal en taller. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-275 y espesor medio de 50 µm.
- 12_Montante vertical de estructura triangulada. Perfil tubular conformado RHS-250x200x12, de acero S-355-JOH. Estructura modular soldada y montada en taller, con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atomillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enrosicable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 13_Barrandilla. Conjunto de acero S-275-JR, formado por montantes verticales a base de chapas de 20mm de espesor con canto variable (50 a 100mm) atomillados en la punta de perfiles horizontales mediante chapas de anclaje de similares características. Además de tres cordones horizontales a base de chapas de 10x50 mm. Todos ellos fijada con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris claro RAL 9003 satinado. El plano de protección de caldas será a base de malla de acero (09). Y pasamanos de madera maciza de Iroko con redondeado de aristas y con similares características que (06).

- 14_Muro existente. Muro de fábrica de ladrillo y motero de cal.
- 15_Anclaje de zapatas de pasarelas. Anclaje mediante inserción de redondos del 16 Ø de acero B-500-S, con inyección de lechada cementosa ligeramente expansiva. Con posterior apriete en base de la zapata.
- 16_Zapata de pasarelas. Zapatas de hormigón armado HA-30-B-15-lla, de dimensiones variables, con 30-40 cm de canto y con esperas para atomillado de placa de asiento, y pasadores para posterior anclaje a muro soporte.
- 17_Articulación y placa de asiento de pasarelas. Piezas hechas expreso con placa de asiento y pletinas para alojar herrajes de las vigas laminadas. A base de acero S-355-JR en chapas de 15mm de espesor, con rigidizadores y taladros para anclaje a zapata realizados en taller. Con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado.
- 18_Herreaje de conexión de vigas laminadas. Piezas hechas expreso para alojar y sostener las vigas laminadas, y transmitir las cargas a los apoyos articulados. Con similares características que (17).
- 19_Viga laminada. Vigas laminada encolada homogénea GL32h, a partir de madera de coníferas con sello ambiental PEFC. Con Clase de Servicio de diseño 3.1 según CTE. Fabricada con adhesivo de Fenol-Formaldehído (PF), según CTE, UNE-EN 301 y UNE-EN 12436:2002. Humedad de recepción del 8-16 % HR. Con tratamiento protector de autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.1, con un nivel de penetración NP8 y un nivel de retención R3, según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural. Los módulos serán unidos en obra mediante dos herrajes interiores ocultos en ranurados realizado en taller, a base de chapas de acero de 12.5 mm de espesor y tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, según CTE. Herrajes con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm según norma ISO 2081 y CTE.
- 20_Chapa de protección de testa superior de viga. Chapa de acero S-275-JR plegada de 1mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm.
- 21_Omega auxiliar para fijación de entarimado. Perfil omega de perfil bajo, 2cm, para atomillado de entarimado. Chapa de acero S-275-JR plegada de 0.7mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm.
- 22_Perfil RHS, bastidor del tablero de la pasarela. Perfil tubular RHS-120x50x5, de acero S-275-JOH. Pieza modular para ser unidas con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atomillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enrosicable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 23_Chapa de revestimiento y remate de canto de tablero. Chapa de acero S-275-JR, plegada en L de 0.7mm de espesor, para cubrición de canto del tablero. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Atomillado mediante tirafondos para acero, de acero inoxidable AISI-316 con cabeza avellanada.
- 24_Viga T, bastidor del tablero de la pasarela. Perfiles T de acero S-275-JR, de sección constante con longitud total de 150 cm, ala superior de 6 cm de ancho y canto de 10cm; todo ellos con chapas de 10mm de espesor. Atomillada a viga laminada mediante rebajado para machihembrado, placa de conexión y tirafondos. Unido al perfil tubular (23) y a montantes de barrandillas (13), mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada en taller, y fijada mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enrosicable Halo-bolt o equivalente. Todo ello con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento al fuego.
- 25_Entarimado de madera de iroko. Entarimado estructural de madera maciza de iroko de 160x15x2.5 cm, atomillada con tirafondos desde cara superior sobre perfiles omegas y tubulares (21 y 22). Madera proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con Clase Resistente D-40 y Clase de Servicio de diseño 3.2, según CTE; y humedad de recepción del 8-14% HR. Con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumple la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro acabado natural, con protección frente a rayos UV y con propiedades ignífugas y de mejora de comportamiento hasta grado EFL.



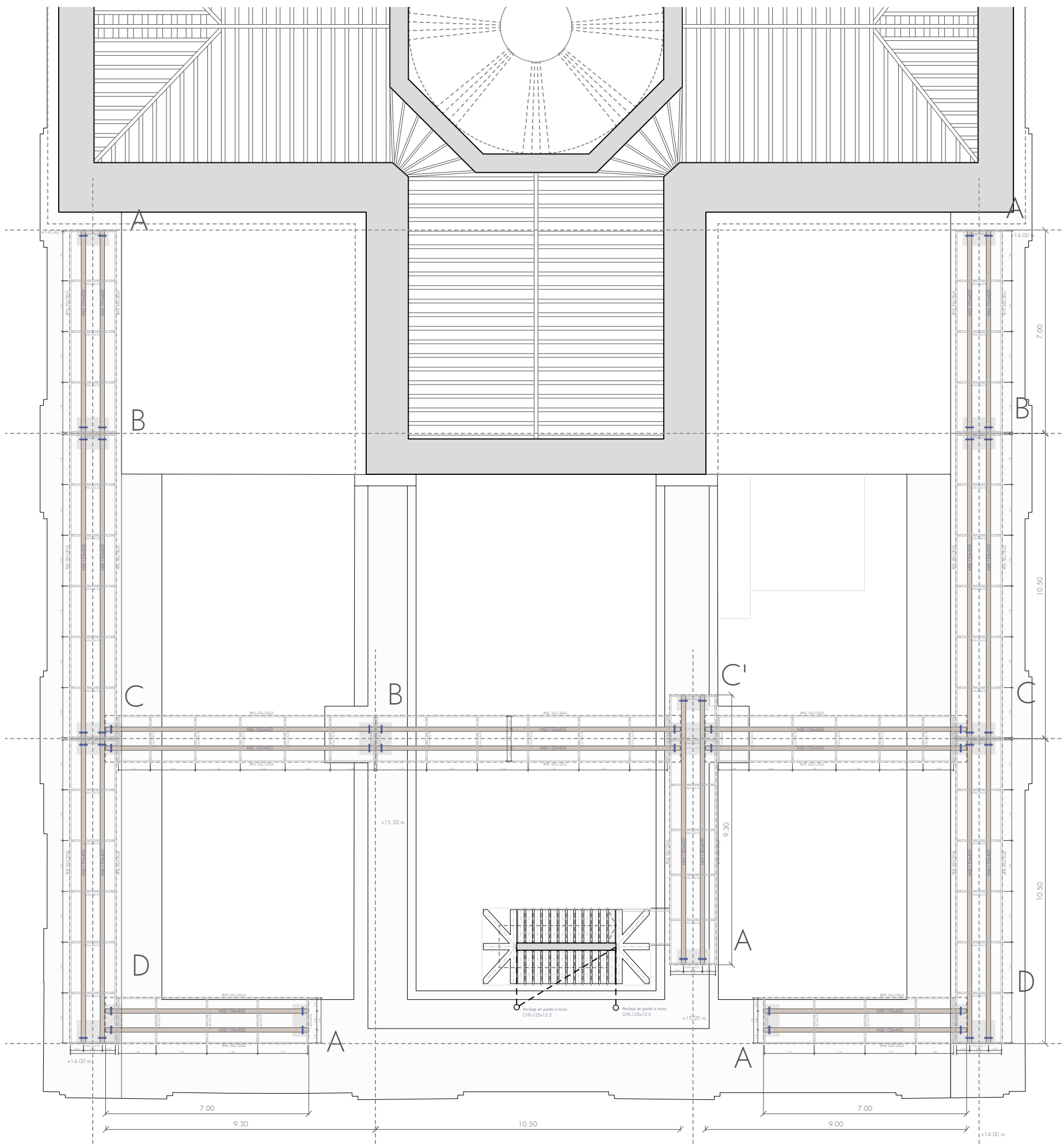
Planta de apoyos

Tipos de Apoyos

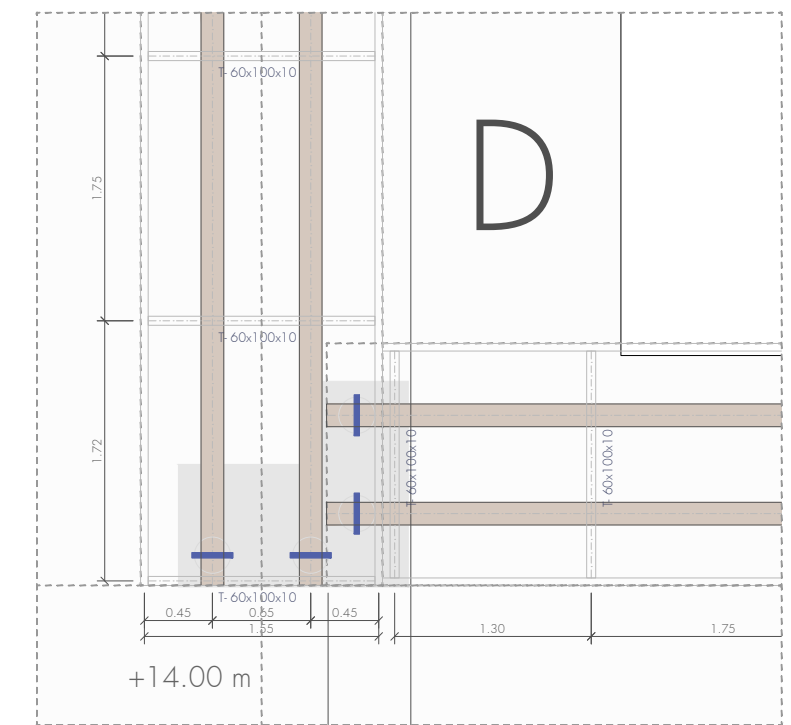


E: 1/50

CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES: EHE-08 / CTE: DB-SE-A / DB-SE-C / DB-SE-M / DB-SE-AE			
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN		
	ZAPATAS		
HORMIGÓN ARMADO	TIPIFICACION (Art. 39.2)	HA-30-B-15-IIa	
	Resistencia característica de proyecto f_{ck} (N/mm ²)	a 7 días	22.5
		a 28 días	30
	CONSISTENCIA (Art. 30.6)	BLANDA	
	ASIENTO CONO ABRAMS (Art. 30.6) (cm)	10-15	
	CEMENTO (ANEJO 3) TIPO Y CLASE	CEM II/A	
	ARIDOS (Art.28) Tamaño maximo (mm)	15	
	COEFICIENTE DESEGURIDAD γ_c (Art. 15.3)	1.5	
	CONTENIDO MÍNIMO CEMENTO	300	
	RELACIÓN MAX. AGUA/CEMENTO	0.65	
CONTROL DE EJECUCIÓN	NORMAL		
ARMADURAS	DESIGNACIÓN	B 500 S	
	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm ²)	500	
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_s (Art. 15.3)	1.05 / 1.25	
	RECUBRIMIENTOS MIN. (mm)	35	
	R. MIN. CURVATURA PATILLAS	2- ϕ \leq ϕ -20 / 3.5- ϕ \leq ϕ \leq 20	
ACERO ESTRUCC.	TIPO DE ACERO	PERFIL ACERO LAMINADO	S- 275 JR
		TUBO CONFOR. HUECO. $e < 6$ mm	S- 275 J0H
		TUBO CONFOR. HUECO. $e > 6$ mm	S- 355 J0H
	ACERO EN CHAPAS	General: S- 275 JR Placas asiento: S- 355 JR	
	COEF. SEGURIDAD γ_s	1.05/1.25	
MOD. ELASTICIDAD (N/mm ²)	210000		
MADERA LAMINADA ENCOIADA HOMOGÉNEA	C. RESISTENTE	GL32h	
	CLASE DE SERVICIO	CLASE DE SERVICIO 3.1	
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN	HR=12%	
	PROTECCIÓN	AUTOCIAVE DOBLE VACÍO. NP8 Y R3.	
MADERA MACIZA FRONDOSA	C. RESISTENTE	MADERA DE IROKO ME-1. CLASE D-40	
	CLASE DE SERVICIO	CLASE DE SERVICIO 3.2	
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN	HR=12%	
	PROTECCIÓN	AUTOCIAVE DOBLE VACÍO. NP5 Y R4	
REACCIÓN FRENTE A FUEGO MÍNIMO	Efl		
COEF. SEGURIDAD γ	1.10 / 1.25		
CONTROL DE EJECUCIÓN _____ NORMAL			
COEFICIENTE DE MAYORACION DE CARGAS Permanentes $\gamma_G=1.35$ Variables $\gamma_Q=1.50$			



Planta de Estructuras



Detalle apoyo D. E: 1/50

CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES: EHE-08 / CTE: DB-SE-A / DB-SE-C/ DB-SE-M / DB-SE-AE			
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN		
	ZAPATAS		
HORMIGÓN ARMADO	TIPIFICACION (Art. 39.2)	HA-30B-15lit	
	Resistencia característica de proyecto f_{ck} (N/mm ²)	a 7 días	22.5
		a 28 días	30
	CONSISTENCIA (Art. 30.6)	BLANDA	
	ASIENTO CONO ABRAMS (Art. 30.6) (cm)	10-15	
	CEMENTO (ANEJO 3) TIPO Y CLASE	CEM II/A	
	ARIDOS (Art.28) Tamaño máximo (mm)	15	
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_c (Art. 15.3)	1.5	
	CONTENIDO MÍNIMO CEMENTO	300	
	RELACIÓN MAX. AGUA/CEMENTO	0.65	
CONTROL DE EJECUCIÓN	NORMAL		
ARMADURAS	DESIGNACIÓN	B 500 S	
	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm ²)	500	
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_s (Art. 15.3)	1.05 / 1.25	
	RECUBRIMIENTOS MIN. (mm)	35	
	R. MIN. CURVATURA PATILLAS	2- ϕ \leq ϕ -20 / 3.5- ϕ \leq ϕ -20	
ACERO ESTRU.	TIPO DE ACERO	PERFIL ACERO LAMINADO	S- 275 JR
		TUBO CONFOR. HUECO. $e < 6$ mm	S- 275 J0H
		TUBO CONFOR. HUECO. $e \geq 6$ mm	S- 355 J0H
	ACERO EN CHAPAS	General: S- 275 JR Placas asiento: S- 355 JR	
COEF. SEGURIDAD γ_s	1.05/1.25		
MOD. ELASTICIDAD (N/mm ²)	210000		
MADERA LAMINADA ENCOIADA HOMOGÉNEA	C. RESISTENTE	GL32h	
	CLASE DE SERVICIO	CLASE DE SERVICIO 3.1	
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN	HR=12%	
	PROTECCIÓN	AUTOCIAVE DOBLE VACÍO. NP8 Y R3.	
ADHESIVO	FENOL-FORMALDEHIDO (PF)		
MADERA MACIZA FRONDOSA	C. RESISTENTE	MADERA DE IROKO ME-1. CLASE D-40	
	CLASE DE SERVICIO	CLASE DE SERVICIO 3.2	
	HUMEDAD MEDIA DE RECEPCIÓN	HR=12%	
	PROTECCIÓN	AUTOCIAVE DOBLE VACÍO. NP5 Y R4	
REACCIÓN FRENTE A FUEGO MÍNIMO	Efl		
COEF. SEGURIDAD γ	1.10 / 1.25		
CONTROL DE EJECUCIÓN: _____ NORMAL			
COEFICIENTE DE MAYORACION DE CARGAS: Permanentes $\gamma_G=1.35$ Variables $\gamma_Q=1.50$			

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

4

PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de cláusulas administrativas
Pliego de condiciones técnicas particulares
Condiciones de recepción de productos
Verificaciones en el edificio terminado

ÍNDICE

A. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS.....	178
1.1 DISPOSICIONES GENERALES.....	178
1.1.1 DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	178
1.1.2 DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	181
1.2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	186
1.2.1 DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN.....	186
1.2.2 DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO.....	192
1.3 DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	192
1.3.1 DEFINICIÓN.....	192
1.3.2 CONTRATO DE OBRA.....	192
1.3.3 CRITERIO GENERAL.....	193
1.3.4 FIANZAS.....	193
1.3.5 DE LOS PRECIOS.....	193
1.3.6 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	195
1.3.7 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	195
1.3.8 INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	196
1.3.9 VARIOS.....	197
B. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	199
1 ACTUACIONES PREVIAS.....	199
1.1 DERRIBOS.....	199
1.3.10 DERRIBO PARCIAL DE MUROS Y CIMENTACIÓN.....	200
1.3.11 DEMOLICIÓN DE REVESTIMIENTOS.....	202
2 ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN.....	204
2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	204
2.1.1 TRANSPORTES DE TIERRAS Y ESCOMBROS.....	204
2.1.2 ZANJAS Y POZOS.....	206
2.2 CIMENTACIONES DIRECTAS.....	210
2.2.1 ZAPATAS (AISLADAS, CORRIDAS Y ELEMENTOS DE ATADO).....	210
3 ESTRUCTURAS.....	217
3.1 ESTRUCTURAS DE ACERO.....	217
3.2 ESTRUCTURAS DE MADERA.....	226
CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES.....	226
CARACTERÍSTICAS Y RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS QUE SE INCORPORAN A LAS UNIDADES DE OBRA.....	226
ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN (CRITERIOS DE USO, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO).....	230
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CADA UNIDAD DE OBRA.....	230
PROCESO DE EJECUCIÓN.....	230
CONTROL DE EJECUCIÓN, ENSAYOS Y PRUEBAS.....	233
VERIFICACIONES Y PRUEBAS DE SERVICIO PARA COMPROBAR LAS PRESTACIONES FINALES DEL EDIFICIO.....	234

4	REVESTIMIENTOS	237
4.1	REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS.....	237
4.1.1	PINTURAS.....	237
4.2	REVESTIMIENTOS DE SUELOS Y ESCALERAS.....	240
4.2.1	REVESTIMIENTOS DE MADERA PARA SUELOS Y ESCALERAS	240
C.	CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS	244
1	CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	244
1.1	CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	244
1.2	PRODUCTOS AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN	245
1.3	PRODUCTOS NO AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN	245
2	RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE	247
2.1	PRODUCTOS CON INFORMACIÓN AMPLIADA DE SUS CARACTERÍSTICAS.....	253
D.	VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO	269

Según figura en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

A. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

Las Cláusulas Administrativas vendrán definidas por la L.O.E. y por las condiciones establecidas en el contrato firmado entre el promotor y la empresa constructora.

No obstante, y sin exclusión de las condiciones establecidas en el contrato firmado entre el promotor y la empresa constructora, se realiza el resumen genérico que se detalla a continuación:

1.1 DISPOSICIONES GENERALES

1.1.1 DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

1.1.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.1.1.2. Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra.

Memorias y anejos.

La documentación gráfica del Proyecto: planos generales y de detalle.

Mediciones y presupuestos.

El presente Pliego de Condiciones.

En el caso de interpretación, prevalecen las indicaciones gráficas, las especificaciones de las mediciones y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos; dichas interpretaciones emanarán exclusivamente de la Dirección Facultativa de la Obra

1.1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación". En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.

- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5. Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

1.1.1.7. Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la Dirección Facultativa de las obras diere al contratista.

Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión

o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11. Anuncios y carteles

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12. Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13. Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14. Hallazgos

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- f) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- g) La demora injustificada en la comprobación del replanteo.
- h) La suspensión de las obras por plazo superior a 8 meses por parte del promotor.
- i) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- j) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- k) El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- l) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16. Efectos de rescisión del contrato de obra

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas con arreglo al proyecto, fijando los saldos pertinentes a favor o en contra del contratista.

Si se demorase injustificadamente la comprobación del replanteo, dando lugar a la resolución del contrato, el contratista sólo tendrá derecho por todos los conceptos a una indemnización equivalente al 2 por cien del precio de la adjudicación, excluidos los impuestos.

En el supuesto de desistimiento antes de la iniciación de las obras, o de suspensión de la iniciación de las mismas por parte del promotor por plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir por todos los conceptos una indemnización del 3 por cien del precio de adjudicación, excluidos los impuestos.

En caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho por todos los conceptos al 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, excluidos los impuestos.

1.1.1.17. Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2 DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1. Accesos y vallados

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

1.1.2.2. Replanteo

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.

Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.

Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.

Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.

Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.

Libro de Órdenes y Asistencias.

Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4. Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10. Trabajos defectuosos

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11. Responsabilidad por vicios ocultos

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13. Presentación de muestras

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

1.1.2.16. Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto y no se degraden los elementos ejecutados: pavimentos, revestimientos, instalaciones, etc...

1.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**1.1.3.1. Consideraciones de carácter general**

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades. Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra. El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2. Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3. Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la Dirección Facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

1.1.3.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

2.1.1 DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1. El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

1.2.1.2. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3. El constructor o contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4. El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

1.2.1.5. El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2. Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.5. La Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.6. Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

1.2.7.1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.7.2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos - proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.7.3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.7.4. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y

complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.7.7. Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.8. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.1.2 DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.2 DISPOSICIONES ECONÓMICAS

2.2.1 DEFINICIÓN

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

2.2.2 CONTRATO DE OBRA

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

2.2.3 CRITERIO GENERAL

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

2.2.4 FIANZAS

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

2.2.5 DE LOS PRECIOS

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4. Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7. De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.3.5.8. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

2.2.6 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

2.2.7 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

1.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

1.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

2.2.8 INDEMNIZACIONES MUTUAS

1.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2. Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

2.2.9 VARIOS

1.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2. Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3. Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4. Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10. Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12. Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13. Liquidación final de la obra

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

Sevilla, septiembre de 2021

Promotor:

Arquitecto:

Javier de Sola Caraballo

B. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Prescripciones sobre materiales y prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. Mantenimiento.

1 ACTUACIONES PREVIAS

1.1 DERRIBOS

DESCRIPCIÓN

Descripción

Operaciones destinadas a la demolición total o parcial de un edificio o de un elemento constructivo, incluyendo o no la carga, el transporte y descarga de los materiales no utilizables que se producen en los derribos.

Criterios de medición y valoración de unidades

Generalmente, la evacuación de escombros, con los trabajos de carga, transporte y descarga, se valorará dentro de la unidad de derribo correspondiente. En el caso de que no esté incluida la evacuación de escombros en la correspondiente unidad de derribo: metro cúbico de evacuación de escombros contabilizado sobre camión.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Además, se comprobará el estado de resistencia de las diferentes partes del edificio. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. Se desinsectará o desinfectará si es un edificio abandonado. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

En la ejecución se incluyen dos operaciones, derribo y retirada de los materiales de derribo.

- La demolición podrá realizarse según los siguientes procedimientos:

Demolición elemento a elemento, cuando los trabajos se efectúen siguiendo un orden que en general corresponde al orden inverso seguido para la construcción.

Se debe evitar trabajar en obras de demolición y derribo cubiertas de nieve o en días de lluvia. Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, y se designarán y marcarán los elementos que hayan de conservarse intactos. Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra a derribar.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones. El corte o desmontaje de un elemento no manejable por una sola persona se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión. En la demolición de elementos de madera se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán escombros ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie. Tampoco se depositarán escombros sobre andamios. Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio.

El abatimiento de un elemento constructivo se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento, de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento. Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la dirección facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

- La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:

Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombro.

Mediante canales. El último tramo del canal se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2 m por encima del suelo o de la plataforma del camión que realice el transporte. El canal no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales.

En todo caso, el espacio donde cae escombro estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

Durante la demolición, si aparecieran grietas en los edificios medianeros se paralizarán los trabajos, y se avisará a la dirección facultativa, para efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario, previa colocación o no de testigos.

Conservación y mantenimiento

En tanto se efectúe la consolidación definitiva, en el solar donde se haya realizado la demolición, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, así como las vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzada la cota 0, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan podido surgir. Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos quedarán en perfecto estado de servicio.

2.2.10 DERRIBO PARCIAL DE MUROS Y CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN

Descripción

Trabajos de demolición de elementos constructivos con función únicamente de ajuste y consolidación.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cúbico de demolición.

Con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

El orden de demolición se efectuará, en general, para estructuras apoyadas, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

- Demolición de cimentación:

La demolición del cimiento se realizará con compresor, se realiza con martillo compresor, se irá retirando el escombro conforme se vaya demoliendo el cimiento.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel (falta de orden y limpieza, existencia de escombros).

Caídas a distinto nivel, desde escalera y elementos estructurales.

Caídas desde altura.

Ruidos y vibraciones por utilización de martillos neumáticos.

Caída de objetos por desprendimiento, desplome o derrumbamiento.

Proyección de partículas en los ojos.

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Inhalación de polvo.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

La realización de los trabajos cumplirá el Anejo 1.

De forma general y con carácter previo se tendrán en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 4.

No se acumularán escombros, con peso superior a 150 kg/m², sobre forjados, aunque estén en buen estado.

El martillo neumático deberá ser utilizado por personal cualificado y dotado de caso de seguridad, botas con puntera y plantilla, auriculares antirruído, gafas de protección, y en su caso de elementos antivibratorios (guantes, cinturón, etc.).

En caso de resultar necesario la demolición de cimentaciones, se prestará una atención especial para no descalzar las cimentaciones y medianeras de los edificios colindantes.

Al final de la jornada de trabajo, no quedarán elementos estructurales en voladizo, que presenten dudas sobre su estabilidad.

PROTECCIONES COLECTIVAS

En caso de utilizar medios auxiliares (andamios, plataformas, etc.), éstos serán adecuados y dotados de los preceptivos elementos de seguridad y en concreto cumplirán lo enunciado en el Anejo 3.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco de seguridad.

Calzado de seguridad provisto de puntera y plantilla.

Guantes contra riesgos mecánicos.

Cinturón de seguridad anticaída con o sin dispositivo anticaída según se precise.

Gafas de protección contra impactos y contra polvo.

Mascarilla autofiltrante.

Auriculares de protección antirruído.

Los operarios ante el riesgo de caída de altura igual o superior a 2 m, se sujetarán mediante cinturones de seguridad con arnés anticaída a punto de anclaje fijo.

2.2.11 DEMOLICIÓN DE REVESTIMIENTOS

DESCRIPCIÓN

Descripción

Demolición de revestimientos de suelos, paredes y techos.

Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cuadrado de demolición de revestimientos de suelos, paredes y techos, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Antes del picado del revestimiento se comprobará que no pasa ninguna instalación, o que en caso de pasar está desconectada. Antes de la demolición de los peldaños se comprobará el estado de la bóveda o la losa de la escalera.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

- Demolición de pavimento:

Se levantará, en general, antes de proceder al derribo del elemento resistente en el que esté colocado, sin demoler, en esta operación, la capa de compresión de los forjados, ni debilitar las bóvedas, vigas y viguetas.

- Demolición de revestimientos de paredes:

Los revestimientos se demolerán a la vez que su soporte, sea tabique o muro, a menos que se pretenda su aprovechamiento, en cuyo caso se desmontarán antes de la demolición del soporte.

- Demolición de peldaños:

Se desmontará el peldañado de la escalera en forma inversa a como se colocara, empezando, por tanto, por el peldaño más alto y desmontando ordenadamente hasta llegar al primer peldaño. Si hubiera zanquín, éste se demolerá previamente al desmontaje del peldaño. El zócalo se demolerá empezando por un extremo del paramento.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.

Caídas a distinto nivel y de altura por existencia de huecos sin proteger.

Proyección de partículas en ojos.

Golpes y cortes por objetos y herramientas.

Caídas de objetos por desprendimiento o desplome.

Inhalación de polvo.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

La realización de los trabajos cumplirá el Anejo 1.

De forma general y con carácter previo se tendrán en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 4.

Adecuada elección de medios auxiliares, y en caso de riesgo de caída a distinto nivel o de altura, y siempre que el empleo de las protecciones colectivas sean insuficientes, utilización de cinturones de seguridad ante caída con cables fiadores, todo ello amarrados a puntos de anclaje seguros.

Utilización por parte de los operarios de gafas o pantallas de protección contra impactos.

La recogida de escombros se realizará preferentemente por medios mecánicos. En caso de tener que hacerse manualmente se realizará por los operarios utilizando "técnicas de levantamiento" y usando guantes de protección contra riesgos mecánicos. Se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En trabajos con cortadora de juntas se tendrá en cuenta:

Tendrá todos sus órganos móviles protegidos.

Antes de iniciar el corte se procederá al marcado exacto de la línea a ejecutar.

Se ejecutará el corte en vía húmeda.

El manejo de la maquinaria se realizará por personal cualificado.

En ningún caso permanecerá operario alguno en la zona de influencia de la máquina.

Se prohíbe el transporte de personas sobre el bulldozer.

El conductor no abandonará la máquina sin previamente apoyar en el suelo la cuchilla y el escarificador.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco de seguridad.

Guantes, gafas o pantallas faciales y mascarilla autofiltrante.

Calzado de seguridad con puntera y plantilla.

Auriculares o tapones de protección antirruído.

Cinturones de seguridad anticaída amarrados a puntos de anclaje seguros.

3 ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN

3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.1.1 TRANSPORTES DE TIERRAS Y ESCOMBROS

DESCRIPCIÓN

DESCRIPCIÓN

Trabajos destinados a trasladar a vertedero las tierras sobrantes de la excavación y los escombros.

Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cúbico de tierras o escombros sobre camión, para una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, pudiéndose incluir o no el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

Cuando en las proximidades de la excavación existan tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

Desvío de la línea.

Corte de la corriente eléctrica.

Protección de la zona mediante apantallados.

Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar, siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

Se controlará que el camión no sea cargado con una sobrecarga superior a la autorizada.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas a distinto nivel (desde la caja del camión o en operaciones de ascenso y descenso de la cabina).

Caída de objetos durante las operaciones de carga.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

Atrapamiento entre piezas o por vuelco.

Ruido y vibraciones producidos por las máquinas.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas manuales y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta el Anejo 2.

Todo el manejo de la maquinaria para el movimiento y transporte de tierras y escombros (camión volquete, pala cargadora y dumper), serán manejadas por personal perfectamente adiestrado y cualificado.

Nunca se utilizará esta maquinaria por encima de sus posibilidades. Se revisarán y mantendrán de forma adecuada. Con condiciones climatológicas adversas, se extremará su utilización y en caso necesario se prohibirá.

Si existen líneas eléctricas se eliminarán o protegerán para evitar entrar en contacto con ellas.

Antes de iniciar una maniobra o movimiento imprevisto deberá avisarse con una señal acústica.

Ningún operario deberá permanecer en la zona de acción de las máquinas y de la carga. Solamente los conductores de camión podrán permanecer en el interior de la cabina si esta dispone de visera de protección.

Nunca se sobrepasará la carga máxima de los vehículos, ni los laterales de cierre.

La carga en caso necesario, se asegurará para que no pueda desprenderse durante el transporte. Asimismo se cubrirá por lonas o toldos o en su defecto se regará para evitar la propagación de polvo.

Se señalarán las zonas de acceso, recorrido y vertido.

El ascenso o descenso de las cabinas se realizará utilizando los peldaños y asideros de que disponen las máquinas. Estos se mantendrán limpios de barro, grasa u otros elementos que los hagan resbaladizos.

En el uso de palas cargadoras, además de las medidas reseñadas se tendrán en cuenta:

El desplazamiento se efectuará con la cuchara lo más baja posible.

No se transportarán ni izarán personas mediante la cuchara.

Al finalizar el trabajo la cuchara deberá apoyar en el suelo.

En el caso de dumper se tendrá en cuenta:

Estarán dotados de cabina antivuelco o en su defecto de barra antivuelco y el conductor usará cinturón de seguridad.

No se sobrecargará el cubilote de forma que impida la visibilidad ni que la carga sobresalga lateralmente.

Para transporte de masas, el cubilote tendrá una señal de llenado máximo.

No se transportarán operarios en el dumper ni mucho menos en el cubilote.

En caso de fuertes pendientes, el descenso se realizará marcha atrás.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco de seguridad contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo.

Botas de seguridad.

Cinturón antivibratorio.

Mascarillas autofiltrantes contra polvo.

3.1.2 ZANJAS Y POZOS

Descripción

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.
- Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos.

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte. Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m. Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la dirección facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la dirección facultativa autorizará el inicio de la excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas. Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos. Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras. Se excavará el terreno en zanjas o pozos de ancho y profundo según la documentación técnica. Se realizará la excavación por franjas horizontales de altura no mayor a la separación entre codales más 30 cm, que se entibará a medida que se excava. Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

- Pozos y zanjas:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto. La cota de profundidad de estas excavaciones será la prefijada en los planos, o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Los pozos, junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que éstas, se excavarán con las siguientes prevenciones:

- reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos;
- realizando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible;
- dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada;
- separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas.

No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura definitiva y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

Cuando la excavación de la zanja se realice por medios mecánicos, además, será necesario:

- que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad;
- que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En general, los bataches comenzarán por la parte superior cuando se realicen a mano y por la inferior cuando se realicen a máquina. Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina. Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo. Cuando la anchura del batache sea igual o mayor de 3 m, se entibará. Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

- Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

TOLERANCIAS ADMISIBLES

Comprobación final:

El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm, con las superficies teóricas.

Se comprobará que el grado de acabado en el refino de taludes, será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin permitir desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con una regla de 4 m.

Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad necesaria y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

Puntos de observación:

- Replanteo:

Cotas entre ejes.

Dimensiones en planta.

Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a ± 10 cm.

- Durante la excavación del terreno:

Comparar terrenos atravesados con lo previsto en proyecto y estudio geotécnico.

Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

Se comprobará una escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

Conservación y mantenimiento

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella. No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Se protegerá el conjunto de la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo y distinto nivel.

Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.

Caídas de objetos durante su manipulación, y por desprendimiento.

Contactos con elementos móviles de equipos.

Proyección de fragmentos y partículas.

Vuelco y caída de máquinas.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

Vibraciones por conducción de máquinas o manejo de martillo rompedor.

Riesgos derivados de interferencias con servicios (riesgos eléctricos, explosión, inundaciones, etc.).

Ruido.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Se dispondrá de herramientas manuales para caso de tener que realizar un rescate por derrumbamiento.

Se vigilará la adecuada implantación de las medidas preventivas, así como la verificación de su eficacia y mantenimiento permanente en sus condiciones iniciales.

Evitar cargas estáticas o dinámicas aplicadas sobre el borde o macizo de la excavación (acumulación de tierras, productos construcción, cimentaciones, vehículos, etc.).

Efectuar el levantamiento y manejo de cargas de forma adecuada, tal y como señala el Anejo 2.

En caso de descubrir conducción subterránea alguna, paralizar los trabajos hasta la determinación de las medidas oportunas.

Señalización de riesgos en el trabajo.

Señalización de la obra contra riesgos frente a terceros.

Los productos de la excavación se acopiarán de forma que el centro de gravedad de la carga, esté a una distancia igual a la profundidad de la zanja más 1 m.

En zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

En los trabajos de entibación, se acotarán las distancias mínimas entre operarios, en función de las herramientas que empleen.

Diariamente, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos.

Se evitará golpear las entibaciones durante los trabajos de excavación.

No se utilizarán las entibaciones como escalera para ascender o descender al fondo de la excavación, ni se suspenderán de los codales cargas.

La entibación sobresaldrá como mínimo 20 cm, de la rasante del terreno.

Las entibaciones se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias, por franjas horizontales, de la parte inferior del corte hacia la superior.

Si es necesario que se acerquen vehículos al borde de las zanjas, se instalarán topes de seguridad a base de tabloncillos de madera embutidos en el terreno.

Nunca se entibará sobre superficies inclinadas realizándolo siempre sobre superficies verticales y en caso necesario se rellenará el trasdós de la entibación para asegurar un perfecto contacto entre ésta y el terreno.

Protecciones colectivas

Vallas de 2 m de altura de cerramiento de la obra.

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.

Botas de seguridad contra caída de objetos.

Botas de seguridad contra el agua.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo.

Faja antivibratoria contra sobreesfuerzos.

Auriculares antirruido.

3.2 CIMENTACIONES DIRECTAS

3.2.1 ZAPATAS (AISLADAS, CORRIDAS Y ELEMENTOS DE ATADO)

Descripción

Cimentaciones directas de hormigón en masa o armado destinados a transmitir al terreno, y repartir en un plano de apoyo horizontal, las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los forjados y de los muros de carga, de sótano, de cerramiento o de arriostramiento, pertenecientes a estructuras de edificación.

Tipos de zapatas:

- Zapata aislada: como cimentación de un pilar aislado, interior, medianero o de esquina.
- Zapata combinada: como cimentación de dos ó más pilares contiguos.
- Zapata corrida: como cimentación de alineaciones de tres o más pilares, muros o forjados.

Los elementos de atado entre zapatas aisladas son de dos tipos:

- Vigas de atado o soleras para evitar desplazamientos laterales, necesarios en los casos prescritos en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

- Vigas centradoras entre zapatas fuertemente excéntricas (de medianería y esquina) y las contiguas, para resistir momentos aplicados por muros o pilares o para redistribuir cargas y presiones sobre el terreno

Criterios de medición y valoración de unidades

- Unidad de zapata aislada o metro lineal de zapata corrida de hormigón.

Completamente terminada, de las dimensiones especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificadas, de la cuantía de acero especificada, para un recubrimiento de la armadura principal y una tensión admisible del terreno determinadas, incluyendo elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, según la EHE. No se incluye la excavación ni el encofrado, su colocación y retirada.

- Metro cúbico de hormigón en masa o para armar en zapatas, vigas de atado y centradoras.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados con una cuantía media del tipo de acero especificada, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón, según la EHE, incluyendo o no encofrado.

- Kilogramo de acero montado en zapatas, vigas de atado y centradoras.

Acero del tipo y diámetro especificados, incluyendo corte, colocación y despuntes, según la EHE.

- Kilogramo de acero de malla electrosoldada en cimentación.

Medido en peso nominal previa elaboración, para malla fabricada con alambre corrugado del tipo especificado, incluyendo corte, colocación y solapes, puesta en obra, según la EHE.

- Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza.

De hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido, especificados, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según la EHE.

- Unidad de viga centradora o de atado.

Completamente terminada, incluyendo volumen de hormigón y su puesta en obra, vibrado y curado; y peso de acero en barras corrugadas, ferrallado y colocado.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Hormigón en masa (HM) o para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4), de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Mallas electrosoldadas de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4), de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Si el hormigón se fabrica en obra: cemento, agua, áridos y aditivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará según las indicaciones del capítulo VI de la EHE (artículos 26.3, 28.5, 29.2.3 y 31.6) para protegerlos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente. Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministren a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de peso por oxidación superficial superiores al 1% respecto del peso inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS: SOPORTE

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad en el proyecto. Para determinarlo, se considerará la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos, teniendo en cuenta las posibles alteraciones debidas a los agentes climáticos, como escorrentías y heladas, así como las oscilaciones del nivel freático, siendo recomendable que el plano quede siempre por debajo de la cota más baja previsible de éste, con el fin de evitar que el terreno por debajo del cimiento se vea afectado por posibles corrientes, lavados, variaciones de pesos específicos, etc. Aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 a 0,8 m por debajo de la rasante.

No es aconsejable apoyar directamente las vigas sobre terrenos expansivos o colapsables.

COMPATIBILIDAD ENTRE LOS PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la EHE, indicadas en la subsección 3.3. Estructuras de hormigón. Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según RC-03), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo VI de la EHE: se prohíbe el uso de aguas de mar o salinas para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado (artículo 27); se prohíbe el empleo de áridos que procedan de rocas blandas, friables o porosas o que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos o sulfuros oxidables (artículo 28.1); se prohíbe la utilización de aditivos que contengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes que favorezcan la corrosión (artículo 29.1); se limita la cantidad de ion cloruro total aportado por las componentes del hormigón para proteger las armaduras frente a la corrosión (artículo 30.1), etc.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

- Información previa:

Localización y trazado de las instalaciones de los servicios que existan y las previstas para el edificio en la zona de terreno donde se va a actuar. Se estudiarán las soleras, arquetas de pie del pilar, saneamiento en general, etc., para que no se alteren las condiciones de trabajo o se generen, por posibles fugas, vías de agua que produzcan lavados del terreno con el posible descalce del cimiento.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.2, se realizará la confirmación de las características del terreno establecidas en el proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Si el suelo situado debajo de las zapatas difiere del encontrado durante el estudio geotécnico (contiene bolsadas blandas no detectadas) o se altera su estructura durante la excavación, debe revisarse el cálculo de las zapatas.

- Excavación:

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto y se realizarán según las indicaciones establecidas en el capítulo 2.1.5. Zanjas y pozos.

La cota de profundidad de las excavaciones será la prefijada en los planos o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Si los cimientos son muy largos es conveniente también disponer llaves o anclajes verticales más profundos, por lo menos cada 10 m.

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función de las distancias a las edificaciones colindantes y del tipo de terreno para evitar al máximo la alteración de sus características mecánicas.

Se acondicionará el terreno para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas, eliminando rocas, restos de cimentaciones antiguas y lentejones de terreno más resistente, etc. Los elementos extraños de menor resistencia, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado convenientemente, de una compresibilidad sensiblemente equivalente a la del conjunto, o por hormigón en masa.

Las excavaciones para zapatas a diferente nivel, se realizarán de modo que se evite el deslizamiento de las tierras entre los dos niveles distintos. La inclinación de los taludes de separación entre estas zapatas se ajustará a las características del terreno. A efectos indicativos y salvo orden en contra, la línea de unión de los bordes inferiores entre dos zapatas situadas a diferente nivel no superará una inclinación 1H:1V en el caso de rocas y suelos duros, ni 2H:1V en suelos flojos a medios.

Para excavar en presencia de agua en suelos permeables, se precisará el agotamiento de ésta durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación, sin comprometer la estabilidad de taludes o de las obras vecinas.

En las excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento temporal del fondo de la zanja, por absorción capilar del agua del suelo con materiales secos permeables que permita la ejecución en seco del proceso de hormigonado.

En las excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo sea suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, se comprobará si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, por agotamiento o por drenaje.

Si se estima necesario, se realizará un drenaje del terreno de cimentación. Éste se podrá realizar con drenes, con empedrados, con procedimientos mixtos de dren y empedrado o bien con otros materiales idóneos.

Los drenes se colocarán en el fondo de zanjas en perforaciones inclinadas con una pendiente mínima de 5 cm por metro. Los empedrados se rellenarán de cantos o grava gruesa, dispuestos en una zanja, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá una pendiente longitudinal mínima de 3 a 4 cm por metro. Con anterioridad a la colocación de la grava, en su caso se dispondrá un geotextil en la zanja que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.

La terminación de la excavación en el fondo y paredes de la misma, debe tener lugar inmediatamente antes de ejecutar la capa de hormigón de limpieza, especialmente en terrenos arcillosos. Si no fuera posible, debe dejarse la excavación de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

El fondo de la excavación se nivelará bien para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

- Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie de la excavación se dispondrá una capa de hormigón de regularización, de baja dosificación, con un espesor mínimo de 10 cm creando una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y evitando, en el caso de suelos permeables, la penetración de la lechada de hormigón estructural en el terreno que dejaría mal recubiertos los áridos en la parte inferior. El nivel de enrase del hormigón de limpieza será el previsto en el proyecto para la base de las zapatas y las vigas riostras. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

El hormigón de limpieza, en ningún caso servirá para nivelar cuando en el fondo de la excavación existan fuertes irregularidades.

- Colocación de zapatas prefabricadas

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la EHE:

La puesta a tierra de las armaduras, se realizará según la subsección 5.3. Electricidad: baja tensión y puesta a tierra.

- Precauciones:

Se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar la protección de las cimentaciones contra los aterramientos, durante y después de la ejecución de aquellas, así como para la evacuación de aguas caso de producirse inundaciones de las excavaciones durante la ejecución de la cimentación evitando así aterramientos, erosión, o puesta en carga imprevista de las obras, que puedan comprometer su estabilidad.

TOLERANCIAS ADMISIBLES

- Variación en planta del centro de gravedad de las zapatas aisladas:

2% de la dimensión de la zapata en la dirección considerada, sin exceder de ± 50 mm.

- Niveles:

cara superior del hormigón de limpieza: +20 mm; -50 mm;

- cara superior de la zapata: +20 mm; -50 mm;
- espesor del hormigón de limpieza: -30 mm.
- Dimensiones en planta:
 - zapatas: +40 mm; -20 mm;
 - Dimensiones de la sección transversal: +5% £ 120 mm; -5% ³ 20 mm.
 - Planeidad:
 - del hormigón de limpieza: ±16 mm;
 - de la cara superior del cimiento: ±16 mm;
 - de caras laterales (para cimientos encofrados): ±16 mm.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las superficies acabadas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

Unidad y frecuencia de inspección: 2 por cada 1000 m² de planta.

Puntos de observación:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.4, se efectuarán los siguientes controles durante la ejecución:

- Comprobación y control de materiales.
- Replanteo de ejes:
 - Comprobación de cotas entre ejes de zapatas de zanjas.
 - Comprobación de las dimensiones en planta y orientaciones de zapatas.
 - Comprobación de las dimensiones de las vigas de atado y centradoras.
- Excavación del terreno:
 - Comparación terreno atravesado con estudio geotécnico y previsiones de proyecto.
 - Identificación del terreno del fondo de la excavación: compacidad, agresividad, resistencia, humedad, etc.
 - Comprobación de la cota de fondo.
 - Posición del nivel freático, agresividad del agua freática.
 - Defectos evidentes: cavernas, galerías, etc.
 - Presencia de corrientes subterráneas.
 - Precauciones en excavaciones colindantes a medianeras.
- Operaciones previas a la ejecución:
 - Eliminación del agua de la excavación (en su caso).
 - Rasanteo del fondo de la excavación.
 - Colocación de encofrados laterales, en su caso.
 - Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.
 - Hormigón de limpieza. Nivelación.
 - No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.
- Colocación de armaduras:
 - Disposición, tipo, número, diámetro y longitud fijados en el proyecto.
 - Recubrimientos exigidos en proyecto.

Separación de la armadura inferior del fondo.

Suspensión y atado de armaduras superiores en vigas (canto útil).

Disposición correcta de las armaduras de espera de pilares u otros elementos y comprobación de su longitud.

Dispositivos de anclaje de las armaduras.

- Impermeabilizaciones previstas.
- Posibles alteraciones en el estado de zapatas contiguas, sean nuevas o existentes.
- Comprobación final. Tolerancias. Defectos superficiales.

ENSAYOS Y PRUEBAS

Se efectuarán todos los ensayos preceptivos para estructuras de hormigón, descritos en los capítulos XV y XVI de la EHE y en la subsección 3.3. Estructuras de hormigón. Entre ellos:

- Ensayos de los componentes del hormigón, en su caso:
 - Cemento: físicos, mecánicos, químicos, etc. (según RC 03) y determinación del ion Cl- (artículo 26 EHE).
 - Agua: análisis de su composición (sulfatos, sustancias disueltas, etc.; artículo 27 EHE).
 - Áridos: de identificación, de condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas (artículo 28 EHE).
 - Aditivos: análisis de su composición (artículo 29.2.1 y 29.2.2, EHE).
- Ensayos de control del hormigón:
 - Ensayo de consistencia (artículo 83, EHE).
 - Ensayo de durabilidad: ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua (artículo 85, EHE).
 - Ensayo de resistencia (previos, característicos o de control, artículo 86, 87 y 88, EHE).
- Ensayos de control del acero, junto con el del resto de la obra:
 - Sección equivalente, características geométricas, doblado-desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento de rotura en armaduras pasivas (artículo 90, EHE).

Conservación y mantenimiento

Durante el período de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de la cimentación. Para ello, entre otras cosas, se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar su protección contra los aterramientos y para garantizar la evacuación de aguas, caso de producirse inundaciones, ya que éstas podrían provocar la puesta en carga imprevista de las zapatas. Se impedirá la circulación sobre el hormigón fresco.

No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto.

En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que puedan ocasionar bajo las cimentaciones, así como la presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial.

Cuando se prevea alguna modificación que pueda alterar las propiedades del terreno, motivada por construcciones próximas, excavaciones, servicios o instalaciones, será necesario el dictamen de la dirección facultativa, con el fin de adoptar las medidas oportunas.

Asimismo, cuando se aprecie alguna anomalía, asientos excesivos, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, deberá procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno, su importancia y peligrosidad. En el caso de ser imputable a la cimentación, la dirección facultativa propondrá los refuerzos o recalces que deban realizarse.

No se harán obras nuevas sobre la cimentación que puedan poner en peligro su seguridad, tales como perforaciones que reduzcan su capacidad resistente; pilares u otro tipo de cargaderos que trasmitan cargas importantes y excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.

Las cargas que actúan sobre las zapatas no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para el que fueran proyectados, ni se almacenarán en ellos materiales que puedan ser dañinos para los hormigones. Cualquier modificación debe ser autorizada por la dirección facultativa e incluida en la documentación de obra.

PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Según CTE DB SE C, apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se comprobará que las zapatas se comportan en la forma establecida en el proyecto, que no se aprecia que se estén superando las presiones admisibles y, en aquellos casos en que lo exija el proyecto o la dirección facultativa, si los asientos se ajustan a lo previsto. Se verificará, asimismo, que no se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Aunque es recomendable que se efectúe un control de asientos para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas) será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, de forma que el resultado final de las observaciones quede incorporado a la documentación de la obra. Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.5, este sistema se establecerá según las condiciones que marca dicho apartado.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Atropellos por maquinaria.

Vuelcos de vehículos de obra.

Cortes, golpes y pinchazos.

Polvo ambiental.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Las maniobras de la maquinaria y camiones se dirigirán por personal distinto al conductor.

Cuando la grúa eleve la ferralla o el hormigón, el personal no estará bajo el radio de acción de la misma.

El perímetro de la excavación será cerrado al tránsito de personas.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco de seguridad.

Guantes de cuero para manejo de ferralla.

Mono de trabajo.

Botas de agua.

Botas de seguridad.

4 ESTRUCTURAS

4.1 ESTRUCTURAS DE ACERO

Descripción

Elementos metálicos incluidos en pórticos planos de una o varias plantas, como vigas y soportes ortogonales con nudos articulados, semirrígidos o rígidos, formados por perfiles comerciales o piezas armadas, simples o compuestas, que pueden tener elementos de arriostramiento horizontal metálicos o no metálicos.

También incluyen:

- Estructuras porticadas de una planta usuales en construcciones industriales con soportes verticales y dinteles de luz mediana o grande, formados por vigas de alma llena o cerchas trianguladas que soportan una cubierta ligera horizontal o inclinada, con elementos de arriostramiento frente a acciones horizontales y pandeo.
- Las mallas espaciales metálicas de dos capas, formadas por barras que definen una retícula triangulada con rigidez a flexión cuyos nudos se comportan como articulaciones, con apoyos en los nudos perimetrales o interiores (de la capa superior o inferior; sobre elementos metálicos o no metálicos), con geometría regular formada por módulos básicos repetidos, que no soportan cargas puntuales de importancia, aptas para cubiertas ligeras de grandes luces.

Criterios de medición y valoración de unidades

Se especificarán las siguientes partidas, agrupando los elementos de características similares:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil.
- Kilogramo de acero en pieza soldada (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo soldadura.
- Kilogramo de acero en soporte compuesto (empresillado o en celosía) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo elementos de enlace y sus uniones.
- Unidad de nudo sin rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de nudo con rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación incluyendo anclajes y rigidizadores (si procede), y especificando tipo de placa (referencia a detalle).
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva especificando tipo de pintura (imprimación, manos intermedias y acabado), número de manos y espesor de cada una.
- Metro cuadrado de protección contra fuego (pintura, mortero o aplacado) especificando tipo de protección y espesor; además, en pinturas igual que en punto anterior, y en aplacados sistema de fijación y tratamiento de juntas (si procede).

En el caso de mallas espaciales:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (abierto o tubo) especificando clase de acero y tipo de perfil; incluyendo terminación de los extremos para unión con el nudo (referencia a detalle).
- Unidad de nudo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos (si los hay).
- Unidad de nudo de apoyo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos o placa de anclaje (si los hay) en montaje a pie de obra y elevación con grúas.
- Unidad de acondicionamiento del terreno para montaje a nivel del suelo especificando características y número de los apoyos provisionales.
- Unidad de elevación y montaje en posición acabada incluyendo elementos auxiliares para acceso a nudos de apoyo; especificando equipos de elevación y tiempo estimado en montaje "in situ".
- Unidad de montaje en posición acabada.

En los precios unitarios de cada una, además de los conceptos expresados en cada caso, irá incluida la mano de obra directa e indirecta, obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares para acceso a la posición de trabajo y elevación del material, hasta su colocación completa en obra.

La valoración que así resulta corresponde a la ejecución material de la unidad completa terminada.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aceros en chapas y perfiles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4, 19.5.1, 19.5.2)

Los elementos estructurales pueden estar constituidos por los aceros establecidos por las normas UNE EN 10025:2006 (chapas y perfiles), UNE EN 10210-1:1994 (tubos acabados en caliente) y UNE EN 10219-1:1998 (tubos conformados en frío).

Los tipos de acero podrán ser S275 y S355; para los de UNE EN 10025:2006 según el CTE DB SE A, tabla 4.1, se establecen sus características mecánicas. Estos aceros podrán ser de los grados JR, JO.

Si se emplean otros aceros en proyecto, para garantizar su ductilidad, deberá comprobarse: la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20, el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial

S_0 medido sobre una longitud $5,65 \sqrt{S_0}$ será superior al 15%, la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% la correspondiente al límite elástico.

Para comprobar la ductilidad en cualquier otro caso no incluido en los anteriores, deberá demostrarse que la temperatura de transición (la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil) es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura.

Todos los aceros relacionados son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.).

Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) se deben definir los requisitos adicionales pertinentes.

- Tornillos, tuercas, arandelas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO; según el CTE DB SE A, tabla 4.3, se establecen sus características mecánicas. En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados se controlará el apriete.

- Materiales de aportación. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del metal base.

En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación debe ser equivalente a la del material base; cuando se suelden este tipo de aceros el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54.

Los productos especificados por UNE EN 10025:2006 deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma. El comprador debe especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a UNE EN 10204:2006 (tabla A.1). Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Los productos especificados por UNE EN 10210 y UNE EN 10219 deben ser suministrados después de haber superado los ensayos e inspecciones no específicos recogidos en EN 10021:1994 con una testificación de inspección conforme a la norma UNE EN 10204, salvo exigencias contrarias del comprador en el momento de hacer el pedido. Cada perfil hueco debe ser marcado por un procedimiento adecuado y duradero, como la aplicación de pintura, punzonado o una etiqueta adhesiva en la que se indique la designación abreviada (tipo y grado de acero) y el nombre del fabricante; cuando los productos se suministran en paquetes, el marcado puede ser indicado en una etiqueta fijada sólidamente al paquete.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

- Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones.

- Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer que tipo de documento solicita, si es que requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto.

- Si el comprador solicita que la conformidad de los productos se compruebe mediante una inspección específica, en el pedido se concretará cual es el tipo de documento requerido: un certificado de inspección tipo 3.1 ó 3.2 según la norma UNE EN 10204, y si no está definido en la norma del producto: la frecuencia de los ensayos, los requisitos para el muestreo y la preparación de las muestras y probetas, los métodos de ensayo y, si procede, la identificación de las unidades de inspección

El proceso de control de esta fase debe contemplar los siguientes aspectos:

- En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

- Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con la Parte I del presente Pliego, se tratarán como productos o materiales no conformes.

- Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos.

- Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una norma nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normas o recomendaciones de prestigio reconocido.

- Cuando haya que verificar las tolerancias dimensionales de los perfiles comerciales se tendrán en cuenta las siguientes normas:

serie IPN: UNE EN 10024:1995

series IPE y HE: UNE EN 10034:1994

serie UPN: UNE 36522:2001

series L y LD: UNE EN 10056-1:1999 (medidas) y UNE EN 10056-2:1994 (tolerancias)

tubos: UNE EN 10219:1998 (parte 1: condiciones de suministro; parte 2: tolerancias)

chapas: EN 10029:1991

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS: SOPORTE

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las “tolerancias en las partes adyacentes” indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles.

Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acuñadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán.

Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento portland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2. La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

COMPATIBILIDAD ENTRE LOS PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

Operaciones previas:

Corte: se realizará por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual; se especificarán las zonas donde no es admisible material endurecido tras procesos de corte, como por ejemplo:

Cuando el cálculo se base en métodos plásticos.

A ambos lados de cada rótula plástica en una distancia igual al canto de la pieza.

Cuando predomine la fatiga, en chapas y llantas, perfiles laminados, y tubos sin costura.

Cuando el diseño para esfuerzos sísmicos o accidentales se base en la ductilidad de la estructura.

Conformado: el acero se puede doblar, prensar o forjar hasta que adopte la forma requerida, utilizando procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que las características del material no queden por debajo de los valores especificados; según el CTE DB SE A, apartado 10.2.2, los radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío serán los especificados en dicho apartado.

Perforación: los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente; se admite el punzonado en materiales de hasta 2,5 cm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

Ángulos entrantes y entallas: deben tener un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm.

Superficies para apoyo de contacto: se deben especificar los requisitos de planeidad y grado de acabado; la planeidad antes del armado de una superficie simple contrastada con un borde recto, no superará los 0,5 mm, en caso contrario, para reducirla, podrán utilizarse cuñas y forros de acero inoxidable, no debiendo utilizarse más de tres en cualquier punto que podrán fijarse mediante soldaduras en ángulo o a tope de penetración parcial.

Empalmes: sólo se permitirán los establecidos en el proyecto o autorizados por la dirección facultativa, que se realizarán por el procedimiento establecido.

Soldeo:

Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo que figurará en los planos de taller, con todos los detalles de la unión, las dimensiones y tipo de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar.

Se consideran aceptables los procesos de soldadura recogidos por UNE EN ISO 4063:2000.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE EN 287-1:2004; cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

Las superficies y los bordes deben ser apropiados para el proceso de soldeo que se utilice; los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, y ser accesibles para el soldador; los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza; se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir enfriamiento en la zona térmicamente afectada por el calor.

Para cualquier tipo de soldadura que no figure entre los considerados como habituales (por puntos, en ángulo, a tope, en tapón y ojal) se indicarán los requisitos de ejecución para alcanzar un nivel de calidad análogo a ellos; según el CTE DB SE A, apartado 10.7, durante la ejecución de los procedimientos habituales se cumplirán las especificaciones de dicho apartado especialmente en lo referente a limpieza y eliminación de defectos de cada pasada antes de la siguiente.

Uniones atornilladas:

Según el CTE DB SE A, apartados 10.4.1 a 10.4.3, las características de tornillos, tuercas y arandelas se ajustarán a las especificaciones dichos apartados. En tornillos sin pretensar el “apretado a tope” es el que consigue un hombre con una llave normal sin brazo de prolongación; en uniones pretensadas el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes; según el CTE DB SE A, apartado 10.4.5, el control del pretensado se realizará por alguno de los siguientes procedimientos:

Método de control del par torsor.

Método del giro de tuerca.

Método del indicador directo de tensión.

Método combinado.

Según el CTE DB SE A, apartado 10.5, podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, hexagonales de inyección, o pernos de articulación, si se cumplen las especificaciones de dicho apartado.

Montaje en blanco. La estructura será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y su exacta configuración geométrica.

Recepción de elementos estructurales. Una vez comprobado que los distintos elementos estructurales metálicos fabricados en taller satisfacen todos los requisitos anteriores, se recepcionarán autorizándose su envío a la obra.

Transporte a obra. Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra, estudiando cuidadosamente los planos de taller para resolver los problemas de transporte y montaje que esto pueda ocasionar.

Montaje en obra:

Si todos los elementos recibidos en obra han sido recepcionados previamente en taller como es aconsejable, los únicos problemas que se pueden plantear durante el montaje son los debidos a errores cometidos en la obra que debe sustentar la estructura metálica, como replanteo y nivelación en cimentaciones, que han de verificar los límites establecidos para las “tolerancias en las partes adyacentes” mencionados en el punto siguiente; las consecuencias de estos errores son evitables si se tiene la precaución de realizar los planos de taller sobre cotas de replanteo tomadas directamente de la obra.

Por tanto esta fase de control se reduce a verificar que se cumple el programa de montaje para asegurar que todas las partes de la estructura, en cualquiera de las etapas de construcción, tienen arriostramiento para garantizar su estabilidad, y controlar todas las uniones realizadas en obra visual y geométricamente; además, en las uniones atornilladas se comprobará el apriete con los mismos criterios indicados para la ejecución en taller, y en las soldaduras, si se especifica, se efectuarán los controles no destructivos indicados posteriormente en el “control de calidad de la fabricación”.

TOLERANCIAS ADMISIBLES

Los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial y necesarias para:

La validez de las hipótesis de cálculo en estructuras con carga estática.

Según el CTE DB SE A, apartado 11, se definen las tolerancias aceptables para edificación en ausencia de otros requisitos y corresponden a:

Tolerancias de los elementos estructurales.

Tolerancias de la estructura montada.

Tolerancias de fabricación en taller.

Tolerancias en las partes adyacentes.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta:

Galvanización. Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO 1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique la Parte I del presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

Pintura. Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una sombra de color diferente.

Tratamiento de los elementos de fijación. Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

CONTROL DE EJECUCIÓN, ENSAYOS Y PRUEBAS

Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

- Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento

Soldaduras: se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear; según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser (partículas magnéticas según UNE EN 1290:1998, líquidos penetrantes según UNE 14612:1980, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998); el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2004, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

Uniones mecánicas: todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de

aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; según el CTE DB SE A, apartado 10.8.5.1, en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en dicho apartado; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo

- Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

ENSAYOS Y PRUEBAS

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por laboratorios oficiales o privados; los laboratorios privados, deberán estar acreditados para los correspondientes ensayos conforme a los criterios del Real Decreto 2200/1995, de 20 de diciembre, o estar incluidos en el registro general establecido por el Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra.

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en la Parte I del presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

- Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas de personas a distinto nivel y/o altura.

Caídas al mismo nivel.

Caídas de objetos manipulados o por desplome.

Golpes y cortes contra o con objetos y herramientas.

Atrapamiento por objetos pesados.

Vuelco de maquinaria y vehículos.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Proyección de fragmentos y partículas.

Quemaduras.

Exposición a radiaciones de soldadura u oxiacorte.

Inhalación o ingestión de sustancias tóxicas o nocivas.

Ruido en la ejecución de taladros.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En caso de estructuras espaciales:

Los acopios de los elementos de la estructura deben hacerse en orden inverso al de su utilización.

Los trabajos se programarán de forma que nunca existan dos tajos abiertos en la misma vertical.

Para dirigir piezas de gran tamaño se utilizarán cuerdas guías sujetas a sus extremos.

Si se elevan elementos de gran superficie deben extremarse las precauciones en condiciones de fuertes vientos.

En caso de necesitar la preparación de apeos para la sustentación de la estructura, estos se realizarán con la antelación y protecciones adecuadas, contra posibles caídas tanto del apeo como del personal que las realiza.

Nunca se soltará el elemento a instalar hasta que su estabilidad se halle totalmente garantizada, perfectamente apeado, o sujeto al resto de la estructura.

Los grúas serán personas perfectamente cualificadas, debiendo prestar especial atención a las cargas máximas autorizadas, no pasar cargas por encima de las personas, elevarlas siempre en vertical y no dar tirones de ellas.

En caso de estructuras porticadas:

Los perfiles y placas metálicas se recibirán sin rebabas de laminación o de cortes.

Todos los trabajos de colocación de soportes incluido la realización de taladros y fijación de tornillos se realizarán desde elementos auxiliares (plataformas fijas o elevadoras, andamios, castilletes, etc.) de forma que en ningún caso los operarios se hallen expuestos a riesgos de caída desde altura o a distinto nivel.

Esporádicamente dichos trabajos podrán realizarse desde escaleras de mano o mediante la utilización de cinturones de seguridad amarrados a un punto de anclaje seguro o cable fiador.

Los soportes se ubicarán "in situ", empleando los medios auxiliares adecuados (grúas), o se empleará el número de operarios necesarios en función del peso del soporte (25 kg por persona).

El sistema de izado y colocación de los soportes garantizará en todo momento un equilibrio estable (antes y durante su colocación). Se evitará la permanencia de las personas bajo las cargas suspendidas.

En caso de tener que efectuar tareas de hormigonado, se tendrán en cuenta las medidas correspondientes de recibido y vertido del hormigón.

Las zonas donde puedan producirse caídas de objetos o chispas de soldadura, se señalarán y delimitarán para evitar el paso de otros operarios.

La utilización de productos para la fijación de anclajes para los soportes (tornillos u otros elementos), se efectuará en todos los casos según los riesgos e instrucciones suministrados por el fabricante de dicho producto.

Las operaciones de taladrado de cimentaciones, pilares, etc. serán realizadas utilizando los operarios gafas de protección y auriculares antirruído.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizarán según el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5 y 8).

Protecciones colectivas

En caso de estructuras espaciales:

Las operaciones de fijación se realizarán como indica el Anejo 14.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizan como indica el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5, y 8).

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Calzado de seguridad.

Cinturones de seguridad.

Ropa de trabajo.

Manoplas, polainas, yelmo, pantalla de soldador y gafas para trabajar con soldadura.

Protección respiratoria para trabajos de pintura o imprimación.

Guantes de protección contra agresivos químicos caso de utilizar productos químicos para la fijación de anclajes de soportes.

4.2 ESTRUCTURAS DE MADERA

Descripción

Sistema estructural diseñado con elementos de madera o productos derivados de este material, que unidos entre sí formarán un conjunto resistente a las sollicitaciones que puedan incidir sobre la edificación.

Incluye:

Elementos horizontales (vigas, viguetas de forjado y entrevigado de suelo).

Las vigas principales constituyen los sistemas de apoyo de los forjados

Todas estas estructuras pueden ser de madera maciza o de madera laminada

Criterios de medición y valoración de unidades

m³ de estructura de madera laminada

m² de tratamiento de la madera al exterior, mediante autoclave de doble vacío.

m² de tratamiento de protección de la madera contra el fuego, especificando tipo de producto y procedimiento de aplicación.

Se considerarán incluidas en las mediciones las operaciones de nivelación, medios auxiliares empleados en el montaje, desperdicios por uniones, ensambladuras y diferentes pérdidas por acoples de los elementos para el montaje de la estructura, incluidos los herrajes necesarios para realizar las ensambladuras y uniones, es decir, todos los conceptos que intervienen para ultimar perfectamente la unidad de obra.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Adicionalmente, toda la madera deberá contar con el sello que certifique que proviene de una planta ción sostenible, sello ambiental PEFC.

Los materiales que se incorporan a las unidades de obra son las siguientes:

- **Madera maciza:**

Dentro de la madera maciza se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo. Según el CTE DB SE M, para la madera aserrada se realiza una asignación de clase resistente para diferentes clases arbóreas, permitiendo que especificada una clase resistente, se pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a la misma, según el CTE DB SE M, tablas E.1 y E.2.

Las clases resistentes son:

Para frondosas (iroko): D40,.

Según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.1, se establece para la madera aserrada, con carácter informativo y no exhaustivo, la asignación de clase resistente, en función de la calidad según la norma de clasificación la especie arbórea y la procedencia considerada. Según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.2, se incluye, con carácter informativo y operativo, una selección del contenido de las normas UNE EN 1912:1999 y UNE 56.544:1997 relativas a la asignación de clase resistente a la madera aserrada, y según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.1 se incluye la relación de las especies arbóreas, citadas en la Tabla C.1, indicando el nombre botánico, y su procedencia. Otras denominaciones posibles de la especie arbórea, locales o comerciales, se identificarán por su nombre botánico.

El contenido de humedad será el que corresponda a la humedad de utilización, siempre que el proceso de fabricación lo permita, a fin de reducir los movimientos del material a causa de la variación de humedad.

- **Madera laminada encolada:**

Los elementos de madera laminada encolada constituyen piezas estructurales formadas por encolado de láminas de madera con dirección de la fibra sensiblemente paralela. La madera laminada podrá estar fabricada con todas las maderas citadas en la norma UNE EN 386:1995 “Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación”.

El contenido de humedad de cada lámina deberá estar comprendido entre el 8 y el 14%. La variación del contenido de humedad de las láminas de una misma pieza no excederá el 4%. La comprobación del contenido de humedad se hará mediante la norma EN 13183.

Según el CTE DB SE M, la madera laminada encolada, para su uso en estructuras, estará clasificada según una clase resistente, basándose en una de las dos opciones siguientes:

Experimentalmente, con ensayos normalizados, según el CTE DB SE M, apartado D.2.

Deducida teóricamente a partir de las propiedades de las láminas de madera, que conforman el elemento estructural, según el CTE DB SE M, apartado D.3.

Siendo que los valores de las propiedades de la madera laminada encolada así clasificada, son mayores o iguales a los que corresponden para la clase resistente asignada, permitiendo al proyectista que, especificada una Clase Resistente, pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a la misma.

Las clases resistentes son las siguientes:

Para madera laminada encolada homogénea: GL32h.

Según el CTE DB SE M, en la tabla D.1 se expresa la asignación de clases resistentes de la madera laminada encolada, y en el apartado D.4, Tabla D.2 del mismo documento, se incluyen las correspondencias conocidas entre las clases resistentes de madera laminada encolada y de madera aserrada empleada en las láminas.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408:1996 y UNE EN 1194. Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada mediante ensayos se obtiene mediante cálculo aplicando las expresiones matemáticas que figuran en la norma UNE EN 1194, para lo cual es preciso conocer, previamente, los valores característicos de las propiedades de la madera aserrada a emplear en las láminas, de acuerdo con lo establecido en el CTE DB SE M, Anejo E.

En madera laminada combinada las expresiones se aplican a las propiedades de las partes individuales de la sección transversal. El análisis de las tensiones puede realizarse basándose en la hipótesis de la deformación plana de la sección. La comprobación de la resistencia debe realizarse en todos los puntos relevantes de la sección transversal. Los valores de las propiedades obtenidos mediante las expresiones que figuran en la norma UNE EN 1194 deben ser superiores o iguales a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de la clase resistente, con respecto a los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas se hará de acuerdo con las indicaciones del CTE DB SE M, Anejo E, Tabla E.3 para la madera laminada encolada homogénea y Tabla E.4 para la madera laminada encolada combinada.

Los requisitos mínimos de fabricación se indican en la norma UNE 386:1995 “Madera laminada encolada. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación”, según la clase de servicio.

Adhesivos.

La documentación técnica del adhesivo debe incluir las prescripciones de uso e incompatibilidades. El encolado de piezas de madera de especies diferentes o de productos derivados de la madera variados (sobre todo si los coeficientes de contracción son diferentes) requiere un conocimiento específico sobre su viabilidad.

En el CTE DB SE M, tabla 4.1, se describen los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio. Los adhesivos utilizados en la fabricación de elementos estructurales de madera se ajustarán a las normas UNE EN 301:1994 y UNE EN 12436: 2002.

Los adhesivos que cumplan las especificaciones para el Tipo I, definidas en UNE EN 301:1994, pueden utilizarse en todas las clases de servicio, y los que cumplan las especificaciones. En el producto se indicará de forma visible que el adhesivo es apto para uso estructural, así como para qué clases de servicio es apto.

Uniones.

Las uniones de piezas estructurales de madera se realizarán mediante:

Elementos mecánicos de fijación de tipo clavija (clavos, pernos, pasadores, tirafondos y grapas).

Elementos mecánicos de fijación de tipo conectores.

Elementos mecánicos de fijación.

Los elementos mecánicos de fijación contemplados en el CTE DB SE M para la realización de las uniones son:

En el proyecto se especificará, para su utilización en estructuras de madera, y para cada tipo de elemento mecánico:

Resistencia característica a tracción del acero f_u, k .

Información geométrica que permita la correcta ejecución de los detalles.

Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua. En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2, además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones. Todos los elementos metálicos que se empleen tendrá la misma resistencia al fuego que la propia estructura construida en madera o producto derivado de este material.

Para las uniones con clavijas, se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.3; uniones con clavos, apartado 8.3.2; En la tabla 8.2 se establece la separación y distancias mínimas; uniones con grapas, apartado 8.3.3, del DB SE-M. En la tabla 8.3, se establecen las separaciones y distancias mínimas en grapas; uniones con pernos, apartado 8.3.4 del DB SE-M. En la tabla 8.4, se establecen las separaciones y distancias mínimas; uniones con pasadores, apartado 8.3.5. En la tabla 8.5, se establecen las separaciones y distancias mínimas para pasadores; uniones con tirafondos, apartado 8.3.6. En la tabla 8.6, se establecen las separaciones y distancias mínimas al borde para tirafondos.

Para uniones con conectores se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.4, estableciéndose en la tabla 8.8 las separaciones y distancias mínimas para conectores de anillo y de placa.

Para la madera y los productos derivados de madera para uso estructural existe marcado CE, que se irán actualizando según las resoluciones oficiales que se publiquen. Según Resolución de 13 de noviembre de 2006, de la Dirección General de Desarrollo Industrial (BOE 20 diciembre de 2006), las normas de marcado CE vigentes hasta la fecha, referentes a estos productos son las siguientes:

- Estructura de madera. Madera laminada encolada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.1).
- Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2).
- Estructuras de madera. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.3).
- Elementos metálicos de unión: (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3).

Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO, cuyas características mecánicas se recogen en el CTE DB SE A., tabla 4.3.

A la llegada de los productos a la obra, la dirección facultativa comprobará:

Para la madera aserrada:

Especie botánica: la identificación anatómica se realizará en laboratorio especializado.

Clase Resistente: la propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del CTE DB SE M, apartado 4.1.2.

Tolerancias en las dimensiones: se ajustarán a la norma UNE EN 336:1995 para maderas de coníferas. Esta norma, en tanto no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada.

Contenido de humedad: salvo especificación en contra, debe ser $\leq 16\%$.

Para los elementos estructurales de madera laminada encolada:

Clase Resistente: la propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del CTE DB SE M, apartado 4.2.2.

Tolerancias en las dimensiones: según UNE EN 390:1995.

Dimensiones de la muestra a ensayar: una rebanada de la sección transversal de la pieza con una anchura de 50 mm, tomada del extremo de la pieza.

Determinación de la resistencia característica de las uniones dentadas de empalme de láminas. Norma de ensayo UNE EN 408:1996 "Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Madera maciza y laminada encolada". Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas".

Para otros elementos estructurales realizados en taller.

Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas, (en su caso): comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto.

Para madera y productos derivados de la madera, tratados con productos protectores: se comprobará la certificación del tratamiento.

Para los elementos mecánicos de fijación: se comprobará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no-aceptación del producto y en su caso de la partida.

Se debe comprobar que todos los productos vienen acompañados por los documentos de identificación exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.

El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

En el albarán de suministro o, en su caso, en documentos aparte, el suministrador facilitará, al menos, la siguiente información para la identificación de los materiales y de los elementos estructurales:

Con carácter general: nombre y dirección de la empresa suministradora; nombre y dirección de la fábrica o del aserradero, según corresponda; fecha del suministro; cantidad suministrada; certificado de origen, y distintivo de calidad del producto, en su caso.

Con carácter específico:

Madera aserrada: especie botánica y clase resistente, dimensiones nominales; contenido de humedad o indicación de acuerdo con la norma de clasificación correspondiente.

Elemento estructural de madera laminada encolada: tipo de elemento estructural y clase resistente (de la madera laminada encolada empleada); dimensiones nominales; marcado según UNE EN 386:1995.

Otros elementos estructurales realizados en taller: tipo de elemento estructural y declaración de la capacidad portante del elemento con indicación de las condiciones de apoyo (o los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los materiales que lo conforman); dimensiones nominales.

Madera y productos derivados de la madera tratados con productos protectores.

Certificado del tratamiento en el que debe figurar: la identificación del aplicador.

La especie de madera tratada; el protector empleado y su número de registro (Ministerio de Sanidad y Consumo); el método de aplicación empleado; la categoría de riesgo que cubre; la fecha del tratamiento; precauciones a tomar ante mecanizaciones posteriores al tratamiento; informaciones complementarias, en su caso.

Elementos mecánicos de fijación: tipo (clavo sin o con resaltos, tirafondo, pasador, perno o grapa) y resistencia característica a tracción del acero y tipo de protección contra la corrosión; dimensiones nominales;

Declaración, cuando proceda, de los valores característicos de resistencia al aplastamiento y momento plástico para uniones madera-madera, madera-tablero y madera-acero.

Se deberá comprobar que los productos de construcción incorporados a la unidad de obra, llevan el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

En determinados casos puede ser necesario realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o los indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408:1996 y UNE EN 1194.

Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

El criterio de aceptación en los casos en que no haya de realizar ensayos será:

Que la documentación de suministro aportada es suficiente y adecuada a la normativa y a las especificaciones del proyecto.

Que el producto está en posesión de un distintivo de calidad que exige de ensayos.

Que los resultados de los ensayos estén de acuerdo con los valores admisibles de la normativa, del proyecto o de la dirección facultativa.

Se verificará que la documentación anterior es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella. Si no es así, la dirección facultativa estimará si ha de rechazarse; o bien condicionará su aceptación a la realización de los oportunos ensayos o a la presentación de informes o actas de ensayos realizados por un laboratorio ajeno al fabricante.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

Los elementos de madera para estructuras deberán almacenarse en condiciones favorables de contenido de humedad, no superiores a las de utilización final de los mismos incorporados a las obras. Se recomienda que estos productos no se almacenen a la intemperie para no modificar su contenido de humedad considerablemente, teniendo en cuenta que en los días de mayor temperatura y aire más seco se puede producir fendas y alabeos tras un secado brusco de la madera. También se tendrá en cuenta el efecto de la luz solar en la superficie, pudiendo ésta alterarse de manera desigual su color. Así mismo, se recomienda que la madera almacenada no esté asentada en contacto con el terreno o directamente sobre la superficie sobre la que se apoya, debiendo estar separada ésta, para permitir su aireación.

Se evitará, durante el almacenaje de los elementos de madera o productos derivados de este material, que estén sometidos a tensiones superiores a las previstas para las condiciones de servicio. Si se tratara de elementos de grandes dimensiones, especialmente en el caso de tratarse de piezas de madera laminada, se evitará que en su manipulación se produzcan distorsiones que dañen los de manera permanente.

En el caso de tratarse de madera laminada, ésta se mantendrá protegida de la acción de la humedad, atendiendo a las características de los adhesivos que unen las láminas.

Características técnicas de cada unidad de obra

□ Condiciones previas: soporte

Se realizarán tareas de replanteo teniendo en cuenta las tolerancias admisibles para las estructuras de madera, y las operaciones necesarias para su presentación en obra y montaje final.

Se recomienda que los soportes se fijen a las bases de hormigón o de fábrica de ladrillo previstas en proyecto, mediante elementos metálicos no envolventes, que permitan la aireación del extremo del mismo. Estas bases deberán estar perfectamente niveladas para permitir el fácil asiento de la estructura.

En el caso de tratarse de elementos horizontales que se incorporan a la estructura vertical pétreo, se preverá realizar un replanteo exacto de los mismos, más la holgura necesaria para su montaje y posterior aireación de las cabezas. Es conveniente nivelar perfectamente la zona de apoyo de los elementos horizontales mediante la preparación de una capa de mortero, sobre la que se podrá colocar previamente, una plancha metálica para garantizar un completo apoyo de los mismos.

Las uniones se replantearán con especial cuidado para que una vez unidas o ensambladas las distintas piezas, éstas encajen perfectamente.

□ Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En todo caso se tendrá en cuenta la alteración que tanto la cal como el cemento producen en la madera, evitando así cualquier contacto entre estos materiales.

Proceso de ejecución

□ Ejecución

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico).

Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Se evitará el contacto de la madera directamente con el terreno. Si el primer forjado sobre el terreno fuera de madera, éste se construirá elevado del mismo, debiendo quedar ventilada la cámara que se forme, con orificios protegidos con rejilla y situados a tal altura que evite la posible entrada de agua a la misma. La sección mínima de los mismos es de 1.500 cm³.

Los anclajes de los durmientes a la cimentación serán de barras o pletinas de acero con sección mínima de 10 mm² con una separación máxima de 1,80 m entre sí y de 60 cm a las esquinas de la construcción. La longitud del anclaje embebido en obra gruesa será de 10 cm como mínimo.

Las piezas de solera se anclarán al durmiente con la misma cuantía anterior, y separación no superior a 1 m. La solución del anclaje será capaz de resistir acciones de succión mediante pletinas de pequeño espesor que se clavan o atornillan a los montantes y se anclan en el hormigón de la cimentación.

Las viguetas tendrán una entrega sobre las vigas de al menos 5 cm de longitud.

Para la construcción de juntas entre elementos, y para elementos formados con madera de conífera, se considerarán las siguientes variaciones dimensionales de origen higrotérmico:

Para tableros contrachapados y de OSB, y en su plano, serán como máximo de valor 0,02% por cada 1% de variación de contenido de humedad del mismo.

Para madera aserrada, laminada o microlaminada se podrá tomar, por cada 1% de variación de contenido de humedad, un valor de 0,01% en dirección longitudinal y 0,2% en la transversal (esta última corresponde en realidad a la tangencial, y la radial se podrá tomar como 0,1%).

A continuación se enumeran una serie de buenas prácticas que mejoran notablemente la durabilidad de la estructura:

Evitar el contacto directo de la madera con el terreno, manteniendo una distancia mínima de 20 cm y disponiendo un material hidrófugo (barrera antihumedad).

Evitar que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables.

Ventilar los encuentros de vigas en muros, manteniendo una separación mínima de 15 mm entre la superficie de la madera y el material del muro. El apoyo en su base debe realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del muro (véase CTE DB SE M, figura 11.2.a).

Evitar uniones en las que se pueda acumular el agua;

Proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. En el caso de utilizar una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla debe permitir, además, la aireación de la madera que cubre (véase CTE DB SE M, figura 11.2.b).

Evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector (véase CTE DB SE M, figura 11.2.c).

Facilitar, en general, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes.

Los posibles cambios de dimensiones, producidos por la hinchazón o merma de la madera, no deben quedar restringidos por los elementos de unión:

En general, en piezas de canto superior a 80 cm, no deben utilizarse empalmes ni nudos rígidos realizados con placas de acero que coarten el movimiento de la madera (véase CTE DB SE M, figura 11.3.a).

Las soluciones con placas de acero y pernos quedan limitadas a situaciones en las que se esperan pequeños cambios de las condiciones higrotérmicas del ambiente y el canto de los elementos estructurales no supera los 80 cm. Igualmente acontece en uniones de tipo corona en los nudos de unión de pilar/dintel en pórticos de madera laminada, según el CTE DB SE M, figura 11.3.

Para el atornillado de los elementos metálicos de unión se practicarán pre-taladros, con un diámetro no mayor del 70% del diámetro del tornillo o elemento de sujeción, y en todo caso atendiendo a las especificaciones del DB SE-M para evitar la rotura de la pieza por hienda.

□ Tolerancias admisibles

Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera aserrada, se ajustarán a los límites de tolerancia de la clase 1 definidos en la norma UNE EN 336:1995 para coníferas y chopo. Esta norma se aplicará, también, para maderas de otras especies de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma correspondientes, en tanto no exista norma propia. Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera laminada encolada, se ajustarán a los límites de tolerancia definidos en la norma UNE EN 390:1995.

La combadura de columnas y vigas medida en el punto medio del vano, en aquellos casos en los que puedan presentarse problemas de inestabilidad lateral, o en barras de pórticos, debe limitarse a 1/500 de la longitud del vano en piezas de madera laminada y microlaminada o a 1/300 en piezas de madera maciza.

Montaje de madera laminada:

El fabricante o montador de la estructura de madera deberá comprobar el replanteo de la obra en los puntos de apoyo de las piezas. El constructor deberá observar las siguientes tolerancias no acumulables admitidas generalmente:

Sobre la luz: +- 1 cm
 Transversalmente: +- 1 cm
 De nivelación: +- 2 cm
 En las esquinas de la construcción: +-1 cm

Las tolerancias se reducirán a la mitad en el caso de colocar las placas de anclaje en el momento del vertido del hormigón.

Celosías con uniones de placas dentadas

Después del montaje, se admite una combadura máxima de 10 mm en cualquier pieza de la cercha siempre que se afiance de manera segura en la cubierta terminada de forma que se evite el momento provocado por dicha distorsión. La desviación máxima de una cercha respecto a la vertical no debe exceder el valor de $10 + 5 \cdot (H - 1)$ mm, con un valor máximo de 2,5 cm; donde H es la altura (diferencia de cota entre apoyos y punto más alto), expresada en metros.

Consideraciones relativas a las uniones

Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua.

En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2, además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones.

□ Condiciones de terminación

Durabilidad de las estructuras de madera.

Debe garantizarse la durabilidad de las estructuras de madera tanto del material como de las fijaciones metálicas empleadas en las uniones. Se deberán tomar medidas, por lo tanto, para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el tiempo que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado. Se tendrá en cuenta tanto el diseño de la propia estructura así como la posibilidad de añadir un tratamiento

Tratamiento contra la humedad:

La madera ha de estar tratada contra la humedad, según la clase de riesgo. Las especificaciones del tratamiento deberá hacerse referencia a

Tipo de producto a utilizar.

Sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, autoclave, inmersión.

Retención y penetración del producto.

Protección de la madera.

La protección de la madera ante los agentes bióticos y abióticos será preventiva. Se preverá la posibilidad de que la madera no sufra ataques debidos a este origen en un nivel aceptable. Los productos a aplicar deberán estar indicados por los fabricantes, quienes en el envase y en la documentación técnica del dicho producto, indicarán las instrucciones de uso y mantenimiento.

Protección preventiva frente a los agentes bióticos

Según el grado de exposición al aumento del grado de humedad de la madera durante el tiempo en el que estará en servicio, se establecen cuatro niveles de riesgo de los elementos estructurales (apartado 3.2.1.2. del CTE DB SE M):

Tipos de protección frente a agentes bióticos y métodos de impregnación:

Protección superficial: es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de 3 mm, siendo como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie tratada. Se corresponde con la clase de penetración P2 de la norma UNE EN 351-1:1996.

Protección media: es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es superior a 3 mm en cualquier zona tratada, sin llegar al 75% del volumen impregnable. Se corresponde con las clases de penetración P3 a

P7 de la norma UNE EN 351-1:1996.

Protección profunda: es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75% del volumen impregnable. Se corresponde con las clases de penetración P8 y P9 de la norma UNE EN 351-1:1996.

La elección del tipo de protección frente a agentes bióticos se recoge la tabla 3.2 del DB SE-M, en la que se indica el tipo de protección exigido en función de la clase de riesgo.

Se ha de tener en cuenta que no todas las especies son igualmente impregnables. Entre las difícilmente impregnables se encuentran algunas especies coníferas: abetos, piceas, cedro rojo, en las que hay que emplear procedimientos especiales.

Además, cada especie, y en concreto las zonas de duramen y albura, pueden tener asociada lo que se llama durabilidad natural. La albura o el duramen de una especie no tiene por qué requerir protección para una determinada clase de riesgo a pesar de que así lo indicase la tabla 3.2.

Cada especie y zona tiene también asociada una impregnabilidad, es decir, una cierta capacidad de ser impregnada con mayor o menor profundidad. En caso de que se especifique la especie y zona, debe comprobarse que el tratamiento prescrito al elemento es compatible con su impregnabilidad.

En el caso de que el tratamiento empape la madera, en obra debe constatarse que se entrega el producto conforme a los requisitos del proyecto.

El fabricante garantizará que la especie a tratar es compatible con el tratamiento en profundidad (y con las colas en el caso de usarse).

Para la protección de piezas de madera laminada encolada: será el último tratamiento a aplicar en las piezas de madera laminada, una vez realizadas todas las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros etc.).

Para los tratamientos de protección media o de profundidad, se realizará sobre las láminas previamente a su encolado. El fabricante deberá comprobar que el producto protector es compatible con el encolado, especialmente cuando se trate de protectores orgánicos.

Protección preventiva frente a agentes meteorológicos.

En este caso se tendrá especial cuidado en la ejecución de los detalles constructivos dado que en ello está la clave para mantener alejada la humedad de los elementos de madera, evitando en todos los casos que el agua quede retenida en los elementos de madera. Para la clase de riesgo igual o superior a 3, los elementos estructurales deben estar protegidos frente a los agentes meteorológicos, debiéndose emplear en el exterior productos de poro abierto, como los lasures, ya que no forman película, permitiendo el flujo de humedad entre el ambiente y la madera.

Protección contra la corrosión de los elementos metálicos:

Se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, para los valores mínimos del espesor del revestimiento de protección frente a la corrosión o el tipo de acero necesario según las diferentes clases de servicio.

Protección preventiva frente a la acción del fuego:

Se tendrán en cuenta las indicaciones a este respecto indicados en el CTE DB SI vigente.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Para la realización del control de la ejecución de cualquier elemento será preceptiva la aceptación previa de todos los productos constituyentes o componentes de dicha unidad de inspección, cualquiera que haya sido el modo de control utilizado para la recepción del mismo.

El control de la ejecución de las obras se realizará en las diferentes fases, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por la dirección facultativa.

Se comprobará el replanteo de ejes, así como la verticalidad de los soportes, se comprobará las dimensiones y disposición de los elementos resistentes, así como las ensambladuras y uniones, tanto visualmente como de su geometría. Se atenderá especialmente a las condiciones de arriostamiento de la estructura y en el caso de uniones atornilladas, se comprobará el apriete de los tornillos.

En caso de disconformidad con la unidad de inspección la dirección facultativa dará la oportuna orden de reparación o demolición y nueva ejecución. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo a la inspección hasta que este satisfactoriamente ejecutado; pudiéndose en su caso ordenar una prueba de servicio de esa unidad de inspección antes de su aceptación.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, solo se dará por aceptado el elemento caso de no estar

programada la prueba de servicio.

□ Ensayos y pruebas

Los ensayos a realizar podrán ser, en caso de duda, de comprobación de las características mecánicas y de tratamientos de los elementos estructurales. Se procederá de acuerdo con la normativa de ensayos recogidas por las normas vigentes.

En caso de tener que efectuar pruebas de carga, conforme a la programación de control o bien por orden de la dirección facultativa, se procederá a su realización, y se comprobará si sus resultados están de acuerdo con los valores de la normativa, del proyecto o de las indicaciones de la dirección facultativa. En caso afirmativo se procederá a la aceptación final.

Si los resultados de la prueba de carga no son conformes, la dirección facultativa dará las órdenes oportunas de reparación o, en su caso, de demolición. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo como en el caso general, hasta la aceptación final del elemento controlado.

□ Conservación y mantenimiento

Deberá cuidarse especialmente que los elementos estructurales construidos en madera natural, o bien con productos derivados de este material puedan mojarse debido a las filtraciones de agua de lluvia durante los trabajos impermeabilización de la cubierta, o por no existir sistemas de cerramiento en los vanos, y también debido a las aportaciones de agua en aquellos oficios que conlleven su empleo.

También se tendrá especial cuidado con las manchas superficiales que se puedan producir en la superficie del material, que difícilmente se podrán retirar al penetrar en su estructura porosa.

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Se comprobará el aspecto final de la estructura y particularmente de las uniones y ensambladuras. La eficacia de la impermeabilidad de la cubierta, así como de los cerramientos verticales es de especial importancia debido a las alteraciones que un aumento en el contenido de humedad de la madera puede ocasionar.

Al entrar en carga la estructura se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, no produciéndose deformaciones o grietas en los elementos estructurales. En el caso de percibirse algún problema, por estar indicado en proyecto, con carácter voluntario, o bien en caso que la dirección facultativa lo requiera, se podrán realizar pruebas de carga, o bien otras comprobaciones sobre el producto terminado si el resultado no fuera satisfactorio. Se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

Se comprobará, además, la efectividad de las uniones metálicas, así como la protección a fuego.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas de personas a distinto nivel y/o altura.

Caídas al mismo nivel.

Caídas de objetos manipulados o por desplome.

Golpes y cortes contra o con objetos y herramientas.

Atrapamiento por objetos pesados.
 Vuelco de maquinaria y vehículos.
 Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.
 Proyección de fragmentos y partículas.
 Quemaduras.
 Exposición a radiaciones de soldadura u oxicorte.
 Inhalación o ingestión de sustancias tóxicas o nocivas.
 Ruido en la ejecución de taladros.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En caso de estructuras espaciales:

Los acopios de los elementos de la estructura deben hacerse en orden inverso al de su utilización.

Los trabajos se programarán de forma que nunca existan dos tajos abiertos en la misma vertical.

Para dirigir piezas de gran tamaño se utilizarán cuerdas guías sujetas a sus extremos.

Si se elevan elementos de gran superficie deben extremarse las precauciones en condiciones de fuertes vientos.

En caso de necesitar la preparación de apeos para la sustentación de la estructura, estos se realizarán con la antelación y protecciones adecuadas, contra posibles caídas tanto del apeo como del personal que las realiza.

Nunca se soltará el elemento a instalar hasta que su estabilidad se halle totalmente garantizada, perfectamente apeado, o sujeto al resto de la estructura.

Los gruistas serán personas perfectamente cualificadas, debiendo prestar especial atención a las cargas máximas autorizadas, no pasar cargas por encima de las personas, elevarlas siempre en vertical y no dar tirones de ellas.

En caso de estructuras porticadas:

Los perfiles y placas metálicas se recibirán sin rebabas de laminación o de cortes.

Todos los trabajos de colocación de soportes incluido la realización de taladros y fijación de tornillos se realizarán desde elementos auxiliares (plataformas fijas o elevadoras, andamios, castilletes, etc.) de forma que en ningún caso los operarios se hallen expuestos a riesgos de caída desde altura o a distinto nivel.

Esporádicamente dichos trabajos podrán realizarse desde escaleras de mano o mediante la utilización de cinturones de seguridad amarrados a un punto de anclaje seguro o cable fiador.

Los soportes se ubicarán "in situ", empleando los medios auxiliares adecuados (grúas), o se empleará el número de operarios necesarios en función del peso del soporte (25 kg por persona).

El sistema de izado y colocación de los soportes garantizará en todo momento un equilibrio estable (antes y durante su colocación). Se evitará la permanencia de las personas bajo las cargas suspendidas.

En caso de tener que efectuar tareas de hormigonado, se tendrán en cuenta las medidas correspondientes de recibido y vertido del hormigón.

Las zonas donde puedan producirse caídas de objetos o chispas de soldadura, se señalarán y delimitarán para evitar el paso de otros operarios.

La utilización de productos para la fijación de anclajes para los soportes (tornillos u otros elementos), se efectuará en todos los casos según los riesgos e instrucciones suministrados por el fabricante de dicho producto.

Las operaciones de taladrado de cimentaciones, pilares, etc. serán realizadas utilizando los operarios gafas de protección y auriculares antirruído.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizarán según el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5 y 8).

Protecciones colectivas

En caso de estructuras espaciales:

Las operaciones de fijación se realizarán como indica el Anejo 14.

Las operaciones de soldadura se llevarán a cabo teniendo en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 13.

Todos los receptores eléctricos estarán provistos de protecciones contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Las operaciones de imprimación y pintura se realizan como indica el Anejo 12.

Se tendrán en cuenta las medidas de prevención que preceptivamente deben cumplir los siguientes equipos y su utilización.

Maquinaria de elevación utilizada.

Medios auxiliares tales como plataformas elevadoras, andamios, pasarelas, escaleras de mano, aparejos, etc. (Anejo 3, 5, y 8).

Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Calzado de seguridad.

Cinturones de seguridad.

Ropa de trabajo.

Manoplas, polainas, yelmo, pantalla de soldador y gafas para trabajar con soldadura.

Protección respiratoria para trabajos de pintura o imprimación.

Guantes de protección contra agresivos químicos caso de utilizar productos químicos para la fijación de anclajes de soportes.

5 REVESTIMIENTOS

5.1 REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS

5.1.1 PINTURAS

Descripción

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cuadrado de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y mano/s de acabado totalmente terminado, y limpieza final.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Imprimación: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosivo (de efecto barrera o protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

- Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:

Medio de disolución: agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.); disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vinílica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

Pigmentos.

Aditivos en obra: antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

En la recepción de cada pintura se comprobará, el etiquetado de los envases, en donde deberán aparecer: las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante.

Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del producto y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos, según el CTE DB SE A apartado 3 durabilidad.

Las pinturas se almacenarán de manera que no soporten temperaturas superiores a 40°C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Los envases se mezclarán en el momento de abrirlos, no se batirá, sino que se removerá.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS: SOPORTE

Según el CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de comenzar a pintar se comprobará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante.

El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones. Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

En soportes de madera, el contenido de humedad será del 12-16% para exteriores y del 8-14% para interiores.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; en el caso de pinturas de cemento, el soporte estará humedecido.

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

Según el tipo de soporte a revestir, se considerará:

- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: se eliminarán las eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico; asimismo se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con productos adecuados. En caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.
- Superficies de madera: en caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con productos fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se realizará una limpieza general de la superficie y se comprobará el contenido de humedad. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se liján las superficies.
- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. Si se trata de hierro se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo metálico, seguido de una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un producto que desengrase a fondo de la superficie.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

COMPATIBILIDAD ENTRE LOS PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

sobre madera: lasures ignifugos

sobre metal: pintura ignifuga sobre galvanizado, previa limpieza hasta grado Sa 2 1/2

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

- Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.
- Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.

- Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida en caso de que el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado en caso de superficies metálicas.
- Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante.
- Barniz graso o lasur: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

Se comprobará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura necesarios.

Conservación y mantenimiento

Se comprobará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caídas de personas al mismo y distinto nivel (por superficies de trabajo sucias o resbaladizas, desde escaleras o andamios).

Caídas de personas desde altura, en pintura de fachadas o asimilables.

Cuerpos extraños en ojos por proyección de gotas o partículas de pintura y sus componentes.

Intoxicaciones y riesgos higiénicos.

Contacto con sustancia químicas.

Ruido y proyección de objetos al utilizar compresores y elementos a presión.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Contactos eléctricos.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Dado que los trabajos de pintura especialmente de fachadas y asimilables, los medios auxiliares adecuados pueden resultar más costosos que los propios trabajos a realizar, se deberá efectuar una permanente vigilancia del cumplimiento de todas y cada una de las medidas preventivas que resulten necesarias.

Todos los andamios que se utilicen cumplirán con lo enunciado en el Anejo 3 (tanto tubulares como colgados), serán seguros (con marcado CE), montados según las normas del fabricante, utilizando únicamente piezas o elementos originales, y sin deformaciones, disponiendo de barandillas y rodapiés en todas las plataformas con escaleras de acceso a las mismas. En caso necesario se utilizarán cinturones de seguridad contra el riesgo de caída amarrados a un punto de anclaje seguro.

La idoneidad del andamio se asegurará mediante certificado emitido por técnico competente.

El acceso a lugares altos se realizará mediante elementos adecuados, bien asentados y estables. Nunca se emplearán elementos inestables como sillas, taburetes, cajas, bidones, etc.

En caso de utilizar escaleras de mano, éstas se emplearán esporádicamente y siguiendo todas las medidas preventivas adecuadas para su uso.

Los lugares de trabajo estarán libres de obstáculos.

Las máquinas dispondrán de marcado CE, se utilizarán de acuerdo a las normas del fabricante y no se eliminarán sus resguardos y elementos de protección. Asimismo se revisará su estado frente a la protección eléctrica especialmente en lo referente a aislamiento eléctrico, estado de cables, clavijas y enchufes.

Referente a la utilización de pinturas y productos químicos:

Se almacenarán en lugares adecuados y previamente determinados.

Se tenderá a utilizar productos no peligrosos (intoxicación, incendio).

Se dispondrá de las fichas de seguridad de todos los productos.

Se elaborarán instrucciones de uso y manejo de los productos.

Toda manipulación se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante.

Se mantendrá una adecuada utilización de los locales o lugares de trabajo.

Utilizar si es necesario, equipos de protección respiratoria.

No se deberá fumar o comer durante las operaciones de pintura.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco de seguridad.

Guantes de PVC para trabajos con pinturas.

Gafas de protección contra salpicaduras.

Mascarillas de protección respiratoria (filtro mecánico o químico según los casos).

Auriculares antirruído por el uso de compresores.

Ropa de trabajo.

Fajas contra sobreesfuerzos en caso de posturas forzadas.

Cinturones de seguridad en caso de riesgo de caída en altura.

5.2 REVESTIMIENTOS DE SUELOS Y ESCALERAS

5.2.1 REVESTIMIENTOS DE MADERA PARA SUELOS Y ESCALERAS

DESCRIPCIÓN

Revestimientos de suelos constituidos por elementos de madera, con diferentes formatos, colocados sobre el propio forjado (soporte) o sobre una capa colocada sobre el soporte (normalmente solera).

Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cuadrado de pavimento con formado por tablillas adheridas a solera o tarima clavada o encolada a rastreles, colocado, incluyendo o no lijado y barnizado, incluso cortes, eliminación de restos y limpieza. Los revestimientos de peldaño y los rodapiés, se medirán y valorarán por metro lineal.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Suelos de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.4.1): pavimentos interiores formados por el ensamblaje de elementos de madera. Tipos:

Suelos de madera macizos

- Tarima para exteriores:

Para tarimas en exterior se utilizan normalmente las que debido a sus propiedades físico-mecánicas son más aptas. También es posible utilizar otras bastante menos resistentes a la intemperie, pero a estas es imprescindible someterlas a tratamientos de cuperización, impregnación, y/o autoclave.

Las primeras son de la familia de las frondosas tropicales. Todas ellas tienen una resistencia natural a la intemperie y sólo necesitan tratamiento de acabado si queremos resaltar o mantener su belleza a lo largo del tiempo.

Las segundas pertenecen a la familia de las frondosas de zonas templadas y coníferas, estas maderas, salvo excepciones deben ser tratadas según la clase de riesgo al que van a ser expuestas.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB-SU 1, en función del uso y localización en el edificio.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

Las cajas se transportarán y almacenarán en posición horizontal. El pavimento se aclimatará en el lugar de instalación, como mínimo 48 horas antes en el embalaje original. El plástico deberá ser retirado en el mismo momento de efectuar el trabajo. Durante el almacenaje e instalación, la temperatura media y la humedad relativa deben ser las mismas que existirán en el momento de habitar el edificio. En la mayoría de los casos, esto significa que la temperatura, antes y durante la instalación, debe ser entre 18°C y 28°C y la tasa de humedad entre 35% a 65%.

Los barnices y adhesivos se almacenarán en locales frescos y secos a temperaturas entre 13 y 25°C en sus envases cerrados y protegidos de la radiación solar directa u otras fuentes de calor. Normalmente en estas condiciones pueden almacenarse hasta 6 meses sin pérdida de sus propiedades.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

CONDICIONES PREVIAS: SOPORTE

El soporte, (independientemente de su naturaleza y del sistema de colocación del revestimiento de madera que vaya a recibir), deberá estar limpio y libre de elementos que puedan dificultar la adherencia, el tendido de rastreles o el correcto asentamiento de las tablas en los sistemas de colocación flotante.

La colocación de otros revestimientos de suelos tales como los cerámicos, mármol etc., en zonas de baños, cocinas y mesetas de entrada a pisos estará concluida antes de iniciar la colocación del revestimiento de madera. En cualquier caso se asegurará el secado adecuado de los morteros con que se reciben estos revestimientos. Los trabajos de tendido de yeso blanco y colocación de escayolas estarán terminados. Los cercos o precercos de hueco de puerta estarán colocados.

COMPATIBILIDAD ENTRE LOS PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando sea preciso mejorar las prestaciones del barniz de fábrica de la tarima flotante según los requisitos de uso del local en que se va a colocar, se deberá prever la compatibilidad de nuevo producto con el barniz original aplicado en fábrica.

Proceso de ejecución

EJECUCIÓN

Tarimas exteriores:

La instalación comienza con la disposición, nivelado y sujeción de los rastreles. Los rastreles se nivelarán recibidos sobre mortero de cemento; atornillados o sujetos mediante otro sistema al soporte existente; flotantes apoyados sobre grava o arena acondicionada; flotantes sobre calzos niveladores; flotantes elevados sobre soportes regulables en altura. La separación entre rastreles estará en función de la tarima a instalar, entre 30 y 40 cm. Las tarimas utilizadas para su

instalación en exteriores llegan de fábrica: las aristas de sus cantos son redondeadas, no llevan machos de unión, las hembras tienen un fresado especial dependiendo de la grapa de sujeción que se utilice para su anclaje o con un fresado antideslizante. Esta tarima se puede sujetar al rastrel atornillada realizando taladros previos o realizar su instalación utilizando grapas de acero u otros materiales plásticos atornilladas al rastrel. Las garras de estas grapas se introducen en las hembras de la tarima permitiendo la sujeción al ser apretadas contra el rastrel, marcando a la vez la separación obligatoria entre las tablas para la evacuación del agua. La tarima para exteriores, tanto si es madera natural apta sin tratamiento, como si es otro tipo de madera debidamente tratada, será tratada en obra aplicando una capa de aceite a base de linaza.

Juntas:

La media de la anchura de las juntas no deberá sobrepasar por término medio el 2% de la anchura de la pieza.

Las juntas serán como máximo de 3 mm.

TOLERANCIAS ADMISIBLES

Productos:

Las lamas de la tarima flotante cumplirán las siguientes tolerancias:

Espesor de la chapa superior o capa noble: $\pm 2,5$ mm.

Desviación admisible en anchura: $\pm 0,1\%$.

Desviación admisible en escuadría: $\pm 0,2\%$ respecto a la anchura.

Curvatura de canto: $\pm 0,1\%$ respecto a la longitud.

Curvatura de cara: $\pm 0,2\%$ respecto a la anchura.

Juntas perimetrales: deben disponerse juntas de 5 ± 1 mm.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las tarimas flotantes se barnizan normalmente en fábrica. No obstante se podrán mejorar las prestaciones del barniz de fábrica según los requisitos de uso del local en que se va a colocar.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

CONTROL DE EJECUCIÓN

- Soporte: planitud local: se medirá con regla de 20 cm no debiendo manifestarse flechas superiores a 1 mm cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla. Planitud general: se medirá con regla de 2 m. Se distinguen los siguientes casos: parquetes encolados, (no deben manifestarse flechas de más de 5 mm cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla). Parquetes flotantes, (no deben manifestarse flechas de más de 3 mm). Horizontalidad: se medirá con regla de 2 m y nivel, no debiendo manifestarse desviaciones de horizontalidad superiores al 0,5 % cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla.
- Entarimado: colocación de rastreles, paralelismo entre si de los rastreles, nivelación de cada rastrel (en sentido longitudinal), nivelación entre rastreles (en sentido transversal).
Controles finalizada la ejecución.
- Entarimado: una vez finalizado el enrastrelado, los rastreles deberán quedar nivelados en los dos sentidos (cada rastrel y entre rastreles).

Conservación y mantenimiento

En obra puede suceder que transcurran varias semanas (o incluso meses) desde la colocación del parquet (cualquiera que sea el sistema) hasta el inicio de operaciones de acabado. En este caso se protegerá con un material transpirable.

En el caso de los parquetes barnizados en fábrica, dadas sus características de acabado y su rapidez de colocación, se realizarán si es posible, después de los trabajos de pintura.

Durante los trabajos de acabado se mantendrán las condiciones de higrometría de los locales.

SEGURIDAD Y SALUD

1. Riesgos laborales

Caída al mismo nivel.

Golpes en las manos.

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Intoxicación por falta de ventilación en interiores.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Riesgos derivados del uso de medios auxiliares, que debe definir y evaluar el usuario.

2. Planificación de la prevención

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del funcionamiento correcto de las protecciones eléctricas con toma de tierra o doble aislamiento y resguardos con carcasas de seguridad ante la presencia de elementos móviles agresivos.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Los locales de trabajo estarán adecuadamente ventilados e iluminados.

La aplicación de los adhesivos se realizará mediante brochas, pinceles o espátulas y nunca con las manos.

PROTECCIONES COLECTIVAS

Protecciones contra el riesgo eléctrico, en caso de utilización de herramientas y equipos o receptores eléctricos.

PROTECCIÓN PERSONAL (CON MARCADO CE)

Casco.

Botas de seguridad.

Gafas de seguridad.

Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos.

Guantes de goma o PVC.

C. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

1 CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

1.1 CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1;
- b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2; y
- c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Control de la documentación de los suministros.

1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y

b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

. Control de recepción mediante ensayos.

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

1.2 PRODUCTOS AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al marcado CE:

1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:

- sobre el producto, o
- en una etiqueta adherida al producto, o
- en el embalaje del producto, o
- en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
- en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).

2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE.

3. Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:

- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del marcado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

1.3 PRODUCTOS NO AFECTADOS POR LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:

Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.

Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

b) Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.

Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

c) Control de recepción mediante ensayos:

Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

2 RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (*), que son los productos para los que se amplía la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

ÍNDICE:

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS
IMPERMEABILIZACIÓN
REVESTIMIENTOS
PRODUCTOS PARA SELLADO DE JUNTAS
KITS DE CONSTRUCCION
OTROS (CLASIFICACIÓN POR MATERIAL)
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN
ACERO
MADERA
VARIOS

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

1.1. Acero

1.1.1. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde del 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 523:2005. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

1.1.2. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 10025-1:2005. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.1.3. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-1:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-4:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 4. Sistema de evaluación de la conformidad 2+.

1.1.4. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

1.2. Productos prefabricados de hormigón

1.2.1 Placas alveolares*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 1168:2006. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.2.2 Pilotes de cimentación*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12794:2005. Productos Prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+

1.2.3 Elementos nervados para forjados*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13224:2005/AC:2005. Productos prefabricados de hormigón - Elementos nervados para forjados. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.2.4 Elementos estructurales lineales*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.3. Apoyos estructurales

1.3.1. Apoyos elastoméricos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-3:2005. Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.2. Apoyos de rodillo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-4:2005. Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.3. Apoyos «pot»

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-5:2006. Apoyos estructurales. Parte 5: Apoyos «pot» Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.4. Apoyos oscilantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-6:2005. Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.3.5. Apoyos oscilantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-7:2004. Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1 /3.

1.4. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón

1.4.1. Sistemas para protección de superficie

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas para protección de superficie. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.2. Reparación estructural y no estructural

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Parte 3: Reparación estructural y no estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.3. Adhesivos estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-4:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesivos estructurales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.4. Productos y sistemas de inyección del hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-5:2004. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

1.4.5. Anclajes de armaduras de acero

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-6:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.4.6. Protección contra la corrosión de armaduras

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-7:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.5. Estructuras de madera

1.5.1. Madera laminada encolada

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14080:2006. Estructura de madera. Madera laminada encolada. Requisitos. Sistema de evaluación de conformidad: 1.

1.5.2. Clasificación de la madera estructural con sección transversal rectangular

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14081-1:2006. Estructuras de madera. Clasificación de la madera estructural con sección transversal rectangular. Parte 1: especificaciones generales. Sistema de evaluación de conformidad 2+.

1.5.3. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14250:2005, Estructuras de madera. Requisitos de producto para elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada. Sistema de evaluación de conformidad: 2+.

1.5.4. Madera laminada (MLE)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14374:2005. Estructuras de madera. Madera laminada (MLE). Requisitos. Sistema de evaluación de conformidad: 1.

1.5.5. Vigas y pilares compuestos a base de madera

Norma de aplicación: Guía DITE N° 011. Vigas y pilares compuestos a base de madera. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

1.6. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón

Norma de aplicación: Guía DITE N° 009. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

IMPERMEABILIZACIÓN

4.2.1. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida

Guía DITE N° 005. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

4.2.2. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente

Guía DITE N° 006. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

4.3. Geotextiles y productos relacionados

4.3.1. Uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13251:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.2. Uso en sistemas de drenaje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13252:2001/ Erratum:2002/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en sistemas de drenaje. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.3. Uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13253:2001/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.4. Uso en los vertederos de residuos sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13257:2001/ AC:2003/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

4.3.5. Uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 13265:2001/ AC:2003/ A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

REVESTIMIENTOS

8.4. Madera

8.4.1. Suelos de madera*

Obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14342:2006. Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

8.5. Metal

8.5.3. Láminas de metal autoportantes para cubiertas y revestimiento de paredes

Marcado CE obligatorio desde 1 de noviembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14782:2006. Láminas de metal autoportantes para cubiertas y revestimiento de paredes. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

8.5.4. Láminas y flejes de metal totalmente soportados para cubiertas de tejados y acabados de paredes interiores y exteriores.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de julio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14783:2007. Láminas y flejes de metal totalmente soportados para cubiertas de tejados y acabados de paredes interiores y exteriores. Especificación de producto y requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

8.6. Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos

Marcado CE obligatorio desde 1 de noviembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 438-7:2005. Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

PRODUCTOS PARA SELLADO DE JUNTAS

9.2. Productos de sellado aplicados en frío

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14188-2:2005. Productos para sellando de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

KITS DE CONSTRUCCION

18.1. Edificios prefabricados

18.1.1. De estructura de madera

Norma de aplicación: Guía DITE N° 007. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de madera. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

18.1.3. De estructura de hormigón

Norma de aplicación: Guía DITE n° 024. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

18.1.4. De estructura metálica

Norma de aplicación: Guía DITE n° 025. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura metálica. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 sólo para ensayos de reacción al fuego.

OTROS (Clasificación por material)

19.1.7. Cales para la construcción*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

19.1.9. Aditivos para morteros para albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 934-3:2004/AC:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.1.10. Aditivos para pastas para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 934-4:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 4: Aditivos para pastas para tendones de pretensado. Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.1.11. Morteros para revoco y enlucido*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003/AC:2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco enlucido. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

19.1.12. Morteros para albañilería*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

19.1.13. Áridos para hormigón*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 12620:2003/AC:2004. Áridos para hormigón. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

19.1.14. Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-1:2003/AC:2004. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4

19.1.15. Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-2:2005. Áridos ligeros. Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

19.1.16. Áridos para morteros*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13139:2003/AC:2004. Áridos para morteros. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

19.1.17. Humo de sílice para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13263:2006. Humo de sílice para hormigón. Definiciones, requisitos y control de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

19.1.18. Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13454-1:2005. Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras. Parte 1: Definiciones y requisitos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

19.1.19. Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14016-1:2005. Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio. Parte 1: Definiciones y requisitos

Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

19.1.20. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12878:2006. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.1.21. Fibras de acero para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-1:2007. Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

19.1.22. Fibras poliméricas para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-2:2007. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

19.4. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

19.4.1. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 1520:2003 /AC:2004

Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+ /4.

19.4.2. Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero

Marcado CE obligatorio desde 23 de noviembre de 2004. Normas de aplicación: UNE-EN 1916:2003/ AC:2005/ ERRATUM:2006, UNE 127916:2004. Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

19.4.3. Elementos para vallas

Marcado CE obligatorio desde 1 de marzo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 12839:2001. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para vallas. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

19.4.4. Mástiles y postes

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12843:2005. Productos prefabricados de hormigón. Mástiles y postes. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.4.5. Garajes prefabricados de hormigón

Marcado CE obligatorio desde 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 13978-1:2006. Productos prefabricados de hormigón. Garajes prefabricados de hormigón. Parte 1: Requisitos para garajes reforzados de una

pieza o formados por elementos individuales con dimensiones de una habitación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.4.6. Marcos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de mayo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14844:2007. Productos prefabricados de hormigón. Marcos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

19.5. ACERO

19.5.1. Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. UNE-EN 10210-1:2007. Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.5.2. Perfiles huecos para construcción conformados en frío de acero no aleado y de grano fino

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. UNE-EN 10219-1:2007. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

19.5.3. Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado

Marcado CE obligatorio desde 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14195:2005. Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado. Definiciones requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3 /4.

2.1 PRODUCTOS CON INFORMACIÓN AMPLIADA DE SUS CARACTERÍSTICAS

Relación de productos, con su referencia correspondiente, para los que se amplía la información, por considerarse oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

2.1.1 ÍNDICE:

1.2.4. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

8.4.1. SUELOS DE MADERA

9.1.1. CEMENTOS COMUNES

9.1.7. CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

9.1.8. ADITIVOS PARA HORMIGONES

9.1.11. MORTEROS PARA REVOCO Y ENLUCIDO

9.1.12. MORTEROS PARA ALBAÑILERÍA

9.1.13. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

9.1.16. ÁRIDOS PARA MORTEROS

1.2.4. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN:

Elementos prefabricados , tales como columnas, vigas y marcos de hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en la construcción de estructuras de edificios y otras obras de ingeniería civil, a excepción de los puentes.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación UNE-EN 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

- a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm^2 .
- b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm^2 .
- c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).
- d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).
- e. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm y documentación técnica (datos geométricos y propiedades de los materiales insertos, incluidos los datos de construcción tales como dimensiones, tolerancias, disposición de las armaduras, recubrimiento del hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y condiciones del levantamiento).
- f. Condiciones de durabilidad frente a la corrosión.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Los ensayos sobre el producto terminado están regulados en la norma europea EN 13369:2004.

s. Los productos se fabrican con granulado de corcho que se aglomera sin aglutinantes adicionales y que se suministran en forma de planchas sin recubrimientos.

- Marcado CE: Obligatorio desde el 13 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 13170:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). Especificación. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Reacción al fuego.
- b. Conductividad térmica (W/mK).
- c. Resistencia térmica (m^2K/W).
- d. Espesor (mm).
- e. Código de designación del producto:
 - Abreviación del corcho expandido: ICB.
 - Norma del producto: EN 13170.
 - Tolerancia en espesor: T_i .
 - Estabilidad dimensional a temperatura específica: $DS(T+)$.
 - Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: $DS(TH)$.
 - Tensión de compresión para una deformación del 10%: $CS(10)$.
 - Resistencia a tracción perpendicular a las caras: TR_i .
 - Carga puntual: $PL(P)_i$.
 - Fluencia a compresión: $CC(i_1, i_2, y)_{oc}$
 - Absorción de agua a corto plazo: WS .
 - Transmisión de vapor de agua: Z_i .
 - Rigidez dinámica: SD_i .

- Compresibilidad: CPI.
- Coeficiente práctico de absorción acústica: APi.
- Coeficiente ponderado de absorción acústica: AWi.
- Resistencia al flujo de aire: AF.

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

- Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planeidad.

Estabilidad dimensional bajo condiciones normales de laboratorio. Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad. Comportamiento a flexión. Reacción al fuego. Contenido de humedad. Densidad aparente.

Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Deformación bajo carga de compresión. Esfuerzo de compresión al 10% de deformación. Tracción perpendicular a las caras. Carga puntual. Fluencia a compresión. Resistencia a cortante. Absorción de agua. Transmisión de vapor de agua. Rigidez dinámica. Espesor. Reducción de espesor a largo plazo. Absorción acústica. Resistencia al flujo de aire. Emisión de sustancias peligrosas.

8.4.1. SUELOS DE MADERA

Pavimentos interiores formados por el ensamblaje de elementos de madera, individuales, ensamblados o preensamblados, clavados o atornillados a una estructura primaria o adheridos o flotantes sobre una capa base.

Tipos:

Suelos de madera macizos: parqué con ranuras o lengüetas. Lamparqué macizo. Parque con sistema de interconexión. Tabla de parque pre-ensamblada.

Suelos de chapas de madera: Parque multicapa. Suelo flotante.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE EN 14342:2005. Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Clase de aspecto de la cara del parqué.
- b. 3 cifras de 2 a 3 dígitos unidas por el signo x que indican, en mm, las dimensiones de longitud x anchura x grosor, L x b x t, por este orden, del elemento para suelos de madera.
- c. Nombre comercial de la especie de madera.
- d. Definición del diseño, con carácter opcional.
- e. Tipo de colocación. Encolado. Clavado. Atornillado.
- f. Tipo de lamparqué. Sin definición. Grande. Tapiz. Gran formato.
- g. Tipo de parqué de interconexión: Elemento de parqué de recubrimiento. Bloque inglés.
- h. Tipo de tablero de recubrimiento: De partículas. OBS (de virutas orientadas). Contrachapados. De madera maciza. De fibras. De partículas aglomeradas con cemento.
- i. Sigla que indica la clase de servicio por la categoría de la carga derivada del uso: (A) Doméstico y residencial. (B) Oficinas. (C1) Reunión con mesas. (C2) Reunión con asientos fijos. (C3) Reunión sin obstáculos para el movimiento de personas. (C4) Realización de actividades físicas. (C5) Actividades susceptibles de sobrecarga. (D1) Comercios al por menor. (D2) Grandes almacenes.
- j. Tipo de junta perimetral y del adhesivo a utilizar.
- k. Contenido de humedad, en % y variaciones dimensionales derivadas de cambios de humedad.

En el embalaje llevará como mínimo las siguientes características:

Tipo de elemento.

Símbolo correspondiente a la clase.

Dimensiones nominales del elemento y número de elementos.

Superficie cubierta en m².

Nombre comercial del producto, color y diseño.

Designación según la Norma de aplicación.

Referencia a la Norma de aplicación.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Preparación de las probetas para ensayos físico-mecánicos de maderas.

Determinación de la dureza de elementos para suelos de madera.

Determinación de la estabilidad dimensional de suelos de madera tratados con productos protectores e hidrófugos.

Determinación de la resistencia al choque de suelos de madera.

Determinación de las variaciones por cambios de humedad en tableros derivados de la madera.

Determinación de la resistencia a la humedad cíclica en tableros derivados de la madera.

Determinación del contenido de humedad de tableros derivados de la madera.

Determinación de las dimensiones de tableros derivados de la madera.

Determinación de la escuadría y rectitud de tableros derivados de la madera.

Determinación de las clases de riesgo de ataque biológico de tableros derivados de la madera.

Determinación de las propiedades mecánicas de tableros derivados de la madera.

Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y de la densidad de tableros derivados de la madera.

Determinación de la resistencia a la humedad por cocción de tableros derivados de la madera.

Determinación de las singularidades de elementos para suelos de madera.

Determinación de las alteraciones biológicas de elementos para suelos de madera.

Determinación de las propiedades de flexión de los elementos para suelos de madera.

Determinación de la resistencia a la huella (Brinell) de los elementos para suelos de madera.

Determinación de la estabilidad dimensional de los elementos para suelos de madera.

Determinación de la humedad por secado de elementos para suelos de madera.

Determinación de la humedad por resistencia eléctrica de elementos para suelos de madera.

Determinación de las características geométricas de elementos para suelos de madera.

Determinación de la elasticidad y la resistencia a la abrasión de los suelos de madera.

19.1.1. CEMENTOS COMUNES

Conglomerantes hidráulicos finamente molidos que, amasados con agua, forman una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecidos, conservan su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. Los cementos conformes con la UNE EN 197-1, denominados cementos CEM, son capaces, cuando se dosifican y mezclan apropiadamente con agua y áridos de producir un hormigón o un mortero que conserve su trabajabilidad durante tiempo suficiente y alcanzar, al cabo de periodos definidos, los niveles especificados de resistencia y presentar también estabilidad de volumen a largo plazo.

Los 27 productos que integran la familia de cementos comunes y su designación es:

TIPOS PRINCIPALES. DESIGNACIÓN (TIPOS DE CEMENTOS COMUNES)**CEM I. CEMENTO PORTLAND: CEM I****CEM II. CEMENTOS PORTLAND MIXTOS:**

- Cemento Portland con escoria: CEM II/A-S, CEM II/B-S
- Cemento Portland con humo de sílice: CEM II/A-D
- Cemento Portland con puzolana: CEM II/A-P, CEM II/B-P, CEM II/A-Q, CEM II/B-Q
- Cemento Portland con ceniza volante: CEM II/A-V, CEM II/B-V, CEM II/A-W, CEM II/B-W
- Cemento Portland con esquisto calcinado: CEM II/A-T, CEM II/B-T
- Cemento Portland con caliza, CEM II/A-L, CEM II/B-L, CEM II/A-LL, CEM II/B-LL
- Cemento Portland mixto, CEM II/A-M, CEM II/B-M

CEM III. CEMENTOS CON ESCORIAS DE ALTO HORNO: CEM III/A, CEM III/B, CEM III/C**CEM IV. CEMENTOS PUZOLÁNICOS: CEM IV/A, CEM IV/B****CEM V. CEMENTOS COMPUESTOS: CEM V/A**

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2002. Norma de aplicación: UNE EN 197-1. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+

Identificación: Los cementos CEM se identificarán al menos por el tipo, y por las cifras 32,5, 42,5 ó 52,5, que indican la clase de resistencia (ej., CEM I 42,5R). Para indicar la clase de resistencia inicial se añadirán las letras N o R, según corresponda. Cuando proceda, la denominación de bajo calor de hidratación. Puede llevar información adicional: límite en cloruros (%), límite de pérdida por calcinación de cenizas volantes (%), nomenclatura normalizada de aditivos.

En caso de cemento ensacado, el marcado de conformidad CE, el número de identificación del organismo de certificación y la información adjunta, deben ir indicados en el saco o en la documentación comercial que lo acompaña (albaranes de entrega), o bien en una combinación de ambos. Si sólo parte de la información aparece en el saco, entonces, es conveniente que la información completa se incluya en la información comercial. En caso de cemento expedido a granel, dicha información debería ir recogida de alguna forma apropiada, en los documentos comerciales que lo acompañen.

Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Propiedades mecánicas (para todos los tipos de cemento):

- a.1. Resistencia mecánica a compresión normal (Mpa). A los 28 días.
- a.2. Resistencia mecánica a compresión inicial (Mpa). A los 2 ó 7 días.

b. Propiedades físicas (para todos los tipos de cemento):

- b.1. Tiempo de principio de fraguado (min)
- b.2. Estabilidad de volumen (expansión) (mm)

c. Propiedades químicas (para todos los tipos de cemento):

- c.1. Contenido de cloruros (%)
- c.2. Contenido de sulfato (% SO₃)

c.3. Composición (% en masa de componentes principales - Clínter, escoria de horno alto, humo de sílice, puzolana natural, puzolana natural calcinada, cenizas volantes silíceas, cenizas volantes calcáreas, esquistos calcinados, caliza- y componentes minoritarios)

d. Propiedades químicas (para CEM I, CEM III):

- d.1. Pérdida por calcinación (% en masa del cemento final)
- d.2. Residuo insoluble (% en masa del cemento final)

e. Propiedades químicas (para CEM IV):

e.1 Puzolanicidad

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Resistencia normal. Resistencia inicial. Principio de fraguado. Estabilidad. Cloruros. Sulfatos. Composición. Pérdida por calcinación. Residuo insoluble. Puzolanicidad.

19.1.7. CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Formas físicas (polvo, terrones, pastas o lechadas), en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, utilizadas como conglomerantes para preparar morteros para fábricas y revestimientos, interiores y exteriores.

Tipos:

- Cales aéreas: constituidas principalmente por óxido o hidróxido de calcio que endurecen bajo el efecto del dióxido de carbono presente en el aire. Pueden ser:

Cales vivas (Q): producidas por la calcinación de caliza y/o dolomía, pudiendo ser cales cálcicas (CL) y cales dolomíticas (semihidratadas o totalmente hidratadas).

Cales hidratadas (S): cales aéreas, cálcicas o dolomíticas resultantes del apagado controlado de las cales vivas.

- Cales hidráulicas naturales (NHL): producidas por la calcinación de calizas más o menos arcillosas o silíceas con reducción a polvo mediante apagado con o sin molienda, que fraguan y endurecen con el agua. Pueden ser:

Cales hidráulicas naturales con adición de materiales (Z): pueden contener materiales hidráulicos o puzolánicos hasta un 20% en masa.

Cales hidráulicas (HL): constituidas principalmente por hidróxido de calcio, silicatos de calcio y aluminatos de calcio, producidos por la mezcla de constituyentes adecuados.

Condiciones de suministro y recepción

- Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 459-1:2001. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Tipo de cal: cálcica (CL), dolomítica (DL), hidráulica natural (NHL), hidráulica artificial (HL).
 - b. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas cálcicas.
 - c. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas dolomíticas.
 - d. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas cálcicas.
 - e. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas dolomíticas.
 - f. Cifra que indica, en MPa, la resistencia a compresión mínima a 28 días de las cales aéreas hidráulicas.
 - g. Letra mayúscula Z en caso de contener adiciones de materiales hidráulicos o puzolánicos adecuados hasta un 20% de la masa de las cales hidráulicas naturales.
 - h. Tiempo de fraguado en cales hidráulicas.
 - i. Contenido en aire de cales hidráulicas.
 - j. Estabilidad de volumen.
 - k. Finura.
 - l. Penetración.
 - m. Durabilidad.
- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

En general, contenido de: CaO+MgO, MgO, Co₂, SO₃, cal libre (% de masa).

En cales hidráulicas, resistencia a compresión a los 28 días (Mpa).

En cales vivas, estabilidad después del apagado y rendimiento (dm³/10kg).

En cal cálcica hidratada, dolomítica hidratada, en pasta, hidráulica e hidráulica natural: Finura (% de rechazo en masa). Agua libre (%). Estabilidad (mm). Penetración (mm). Contenido en aire (%). Tiempo de fraguado (h).

Ensayos adicionales: Reactividad (en cal viva). Demanda de agua (ensayos de morteros). Retención de agua (ensayos de morteros). Densidad volumétrica aparente (kg/dm³). Finura (en cal viva). Blancura

19.1.8. ADITIVOS PARA HORMIGONES

Producto incorporado a los hormigones de consistencias normales en el momento del amasado en una cantidad ≤ 5%, en masa, del contenido de cemento en el hormigón con objeto de modificar las propiedades de la mezcla e estado fresco y/o endurecido.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 934-2:2001/A2:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Homogeneidad.
- b. Color.
- c. Componente activo.
- d. Densidad relativa.
- e. Extracto seco convencional.
- f. Valor del PH.
- g. Efecto sobre el tiempo de fraguado con la dosificación máxima recomendada.
- h. Contenido en cloruros totales.
- i. Contenido en cloruros solubles en agua.
- j. Contenido en alcalinos.
- k. Comportamiento a la corrosión.
- l. Características de los huecos de aire en el hormigón endurecido (Factor de espaciado en el hormigón de ensayo ≤ 0,2 mm
- m. Resistencia a la compresión a 28 días ≥ 75% respecto a la del hormigón testigo.
- n. Contenido en aire del hormigón fresco. ≥ 2,5% en volumen por encima del volumen de aire del hormigón testigo y contenido total en aire 4% / 6%.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Definición y composición de los hormigones y morteros de referencia para ensayos de aditivos para hormigón.

Determinación del tiempo de fraguado de hormigones con aditivos.

Determinación de la exudación del hormigón.

Determinación de la absorción capilar del hormigón.

Análisis infrarrojo de aditivos para hormigones.

Determinación del extracto seco convencional de aditivos para hormigones.

Determinación de las características de los huecos de aire en el hormigón endurecido.

Determinación del contenido en alcalinos de aditivos para hormigones.

Morteros de albañilería de referencia para ensayos de aditivos para morteros.

Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad, marcado y etiquetado, de aditivos para hormigones.

Determinación de la pérdida de masa a 105º de aditivos sólidos para hormigones y morteros.

Determinación de la pérdida por calcinación de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del residuo insoluble en agua destilada de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del contenido de agua no combinada de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del contenido en halógenos totales de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del contenido en compuestos de azufre de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del contenido en reductores de aditivos para hormigones y morteros.

Determinación del extracto seco convencional de aditivos líquidos para hormigones y morteros (método de la arena).

Determinación de la densidad aparente de aditivos líquidos para hormigones y morteros.

Determinación de la densidad aparente de aditivos sólidos para hormigones y morteros.

Determinación del PH de los aditivos para hormigones y morteros.

Determinación de la consistencia (método de la mesa de sacudidas) de fabricados con aditivos.

Determinación del contenido en aire ocluido en fabricados con aditivos.

Determinación de la pérdida de agua por evaporación en fabricados con aditivos.

19.1.11. MORTEROS PARA REVOCO Y ENLUCIDO

Morteros para revoco/enlucido hechos en fábrica (morteros industriales) a base de conglomerantes inorgánicos para exteriores (revocos) e interiores (enlucidos) utilizados en muros, techos, pilares y tabiques.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Tipo de mortero:

a.1. Definidos según el concepto: diseñados (por sus prestaciones) o prescritos (por sus proporciones).

a.2. Definidos según sus propiedades y/o su utilización: mortero para revoco/enlucido para uso corriente (GP), para revoco/enlucido (LW), para revoco coloreado (CR), para revoco monocapa (mortero para juntas y capas finas (T) o mortero ligero (L).

a.3. Definidos según el sistema de fabricación: mortero hecho en una fábrica (mortero industrial), mortero semiterminado hecho en una fábrica o mortero hecho en obra.

b. Tiempo de utilización.

c. Contenido en cloruros (para los morteros utilizados en albañilería armada): valor declarado (como una fracción en % en masa).

d. Contenido en aire.

e. Proporción de los componentes (para los morteros prescritos) y la resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión: proporciones de la mezcla en volumen o en peso.

f. Resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión (para los morteros diseñados): valores declarados (N/mm^2) o clases: M1, M2,5, M5, M10, M15, M20, Md, donde d es una resistencia a compresión mayor que $25 N/mm^2$ declarada por el fabricante.

g. Resistencia de unión (adhesión) (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos estructurales): valor declarado de la resistencia inicial de cizallamiento (N/mm^2) medida o tabulada.

h. Absorción de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores y expuestas directamente a la intemperie): valor declarado en $[kg/(m^2 \cdot min)]^{0.5}$.

i. Permeabilidad al vapor de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valores tabulados declarados del coeficiente μ de difusión de vapor de agua.

j. Densidad (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico).

k. Conductividad térmica (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico): valor declarado o tabulado medido (W/mK).

l. Durabilidad (resistencia a los ciclos de hielo/deshielo): valor declarado como pertinente, evaluación basada en función de las disposiciones en vigor en el lugar previsto de utilización.

m. Tamaño máximo de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas): no será mayor que 2 mm.

n. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas).

o. Reacción frente al fuego (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos frente al fuego): euroclases declaradas (A1 a F).

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Propiedades del mortero fresco: Tiempo de utilización. Contenido en cloruros. Contenido en aire. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas). Dimensiones de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas).

Propiedades del mortero endurecido: Resistencia a compresión. Resistencia de unión (adhesión). Absorción de agua. Permeabilidad al vapor de agua. Densidad. Conductividad térmica. Conductividad térmica. Durabilidad.

19.1.12. MORTEROS PARA ALBAÑILERÍA

Morteros para albañilería hechos en fábrica (morteros industriales) utilizados en muros, pilares y tabiques de albañilería, para su trabazón y rejuntado.

Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.

Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+ para morteros industriales diseñados, ó 4 para morteros industriales prescritos.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Tipo de mortero:

- Definidos según el concepto: prediseñados (por sus prestaciones) o prescritos (por sus proporciones).

- Definidos según sus propiedades y/o su utilización: mortero para uso corriente (G), mortero para juntas y capas finas (T) o mortero ligero (L).

- Definidos según el sistema de fabricación: mortero hecho en una fábrica (mortero industrial), mortero semiterminado hecho en una fábrica, mortero predosificado, mortero premezclado de cal y arena o mortero hecho en obra.

b. Tiempo de utilización.

c. Contenido en cloruros (para los morteros utilizados en albañilería armada): valor declarado (como una fracción en % en masa).

d. Contenido en aire.

e. Proporción de los componentes (para los morteros prescritos) y la resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión: proporciones de la mezcla en volumen o en peso.

f. Resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión (para los morteros diseñados): valores declarados (N/mm^2) o categorías.

g. Resistencia de unión (adhesión) (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos estructurales): valor declarado de la resistencia inicial de cizallamiento (N/mm^2) medida o tabulada.

h. Absorción de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valor declarado en $[kg/(m^2 \cdot min)]^{0,5}$.

i. Permeabilidad al vapor de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valores tabulados declarados del coeficiente μ de difusión de vapor de agua.

j. Densidad (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico).

k. Conductividad térmica (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico): valor declarado o tabulado medido (W/mK).

l. Durabilidad (resistencia a los ciclos de hielo/deshielo): valor declarado como pertinente, evaluación basada en función de las disposiciones en vigor en el lugar previsto de utilización.

m. Tamaño máximo de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas).

n. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas).

o. Reacción frente al fuego (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos frente al fuego): euroclases declaradas (A1 a F).

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Propiedades del mortero fresco: Tiempo de utilización. Contenido en cloruros. Contenido en aire. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas). Dimensiones de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas).

- Propiedades del mortero endurecido: Resistencia a compresión. Resistencia de unión (adhesión). Absorción de agua. Permeabilidad al vapor de agua. Densidad. Conductividad térmica. Durabilidad.

19.1.13. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción), ó, sólo para áridos ligeros, subproductos industriales, (origen mineral procesados industrialmente y sometidos a procesos mecánicos), de tamaño comprendido entre 0 y 125 mm, utilizados en la fabricación de todo tipo de hormigones y en productos prefabricados de hormigón.

Condiciones de suministro y recepción

- Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE EN 12620:2003/AC:2004. Áridos para hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Tipo, según la densidad de partículas y el tamaño máximo de éstas: Áridos para hormigón (de peso normal): grueso, fino, todo uno, natural con granulometría de 0/8 mm o filler. Áridos ligeros.

a. Grupo al que pertenece el árido: filler y polvo mineral como componente inerte, PM; finos, FN; áridos finos, AF; áridos gruesos, AG; áridos todo uno TU.

b. Forma de presentación del árido: áridos rodados, R; áridos triturados, T; áridos mezcla de los anteriores, M.

c. Fracción granulométrica del árido d/D, en mm (d: tamaño del tamiz inferior. D: tamaño del tamiz superior).

d. Naturaleza (en caso de áridos poligénicos se podrá designar por más letras unidas): calizo, C; silíceo, SL; granito, G; ofita, O; basalto, B; dolomítico, D; varios (otras naturalezas no habituales, p. ej. Anfibolita, gneis, pódfido, etc.), V; artificial (cuando sea posible se debe indicar su procedencia), A; reciclado (cuando sea posible se debe indicar su procedencia), R.

e. En caso de que el árido sea lavado: L.

f. Densidad de las partículas, en Mg/m³.

Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles según su uso:

a. Requisitos geométricos: Índice de lajas. Coeficiente de forma. Contenido en conchas, en %. Contenido en finos, en % que pasa por el tamiz 0,063 mm.

b. Requisitos físicos: Resistencia a la fragmentación. Resistencia al desgaste. Resistencia al pulimento. Resistencia a la abrasión superficial. Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo, estabilidad al sulfato de magnesio. Densidades y absorción de agua. Estabilidad de volumen. Reactividad álcali-sílice.

c. Requisitos químicos: Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Otros componentes

Cualquier otra información necesaria para identificar el árido dependiente de los requisitos especiales exigibles según su uso:

a. Requisitos físicos: Coeficiente de forma. Contenido en finos. Contenido en agua. Densidades y absorción de agua. Resistencia al machaqueo. Crasa fracturadas. Resistencia a la desintegración. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo.

b. Requisitos químicos: Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Pérdida por calcinación. Contaminantes orgánicos ligeros. Reactividad álcali-sílice.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Descripción petrográfica. Granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Índice de lajas. Porcentaje de caras fracturadas. Contenido en conchas en los áridos gruesos para hormigones. Equivalente de arena. Valor de azul de metileno. Granulometría del filler (por tamizado por chorro de aire). Resistencia al desgaste (micro-Deval). Resistencia a la fragmentación de los áridos gruesos para hormigones. Densidad aparente y volumen de huecos. Humedad mediante secado en estufa. Densidad y absorción de agua. Coeficiente de pulimento acelerado. Resistencia al desgaste por abrasión con neumáticos claveteados. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Pérdida de peso en soluciones de sulfato magnésico. Retracción por secado. Resistencia al choque térmico. Análisis químico. Resistencia al machaqueo de áridos ligeros. Resistencia a la desintegración de áridos ligeros para hormigones. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo de áridos ligeros para hormigones. Contenido en terrones de arcilla. Contenido en partículas blandas de los áridos gruesos. Coeficiente de forma. Contenido en partículas ligeras de los áridos gruesos. Friabilidad (desgaste micro-Deval) de los áridos finos. Absorción de agua de los áridos finos. Absorción de agua de los áridos gruesos. Módulo de finura. Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato. Reactividad álcali-carbonato. Reactividad potencial de los áridos para hormigones con los alcalinos.

19.1.16. ÁRIDOS PARA MORTEROS

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos

previamente utilizados en la construcción), ó, sólo para áridos ligeros, subproductos industriales, (origen mineral procesados industrialmente y sometidos a procesos mecánicos), de tamaño comprendido entre 0 y 8 mm, utilizados en la fabricación de morteros para edificaciones.

Condiciones de suministro y recepción

- Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE EN 13139:2002. Áridos para morteros. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Tipo: De peso normal. Áridos ligeros. (según la densidad de partículas y el tamaño máximo de éstas)
- b. Origen del árido (nombre de la cantera, mina o depósito)
- c. 2 grupos de dígitos separados por una barra que indican, en mm, la fracción granulométrica d/D (d: tamaño del tamiz inferior. D: tamaño del tamiz superior)
- d. Cifra que indica, en Mg/m³, la densidad de las partículas.

Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles a partir de su uso.

a. Requisitos geométricos y físicos. (Forma de las partículas para D>4mm. Contenido en conchas, para D>4mm. Contenido en finos, % que pasa por el tamiz 0,063 mm. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo, estabilidad al sulfato de magnesio. Densidades y absorción de agua. Reactividad álcali-sílice.

b. Requisitos químicos. (Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Componentes que alteran la velocidad de fraguado y la de endurecimiento. Sustancias solubles en agua, para áridos artificiales. Pérdida por calcinación).

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Descripción petrográfica de los áridos para morteros. Granulometría de las partículas de los áridos para morteros.

Tamices de ensayo para áridos para morteros. Índice de lajas de los áridos para morteros. Contenido en conchas en los áridos gruesos para morteros. Equivalente de arena de los áridos para morteros. Valor de azul de metileno de los áridos para morteros. Granulometría del filler (por tamizado por chorro de aire). Densidad y absorción de agua de los áridos para morteros. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo de áridos para morteros. Pérdida de peso en soluciones de sulfato magnésico de los áridos para morteros. Análisis químico de los áridos para morteros. Resistencia a ciclos de hielo/ deshielo de áridos ligeros de morteros. Contenido en terrones de arcilla de los áridos para morteros. Módulo de finura de los áridos para morteros. Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos para morteros. Reactividad álcali-carbonato de los áridos para morteros. Reactividad potencial de los áridos para morteros con los alcalinos.

Anejo 1: Relación de Normativa Técnica de aplicación en los proyectos y en la ejecución de obras

En este apartado se incluye una relación no exhaustiva de la normativa técnica de aplicación a la redacción de proyectos y a la ejecución de obras de edificación. Esta relación se ha estructurado en dos partes en correspondencia con la organización del presente Pliego: Parte I. Unidades de obra y Parte II. Productos. A su vez la relación de normativa de Unidades de obra se subdivide en normativa de carácter general, normativa de cimentación y estructuras y normativa de instalaciones.

Normativa de Unidades de obra

Normativa de carácter general

Ordenación de la edificación

Ley 38/1999, de 5-NOV, de la Jefatura del Estado

BOE. 6-11-99

Real Decreto 314/2006. 17/03/2006. Ministerio de la Vivienda. Código Técnico de la Edificación. BOE 28/03/2006.

Orden 09/06/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre el Libro de Órdenes y Asistencias en obras de edificación. BOE 17/06/1971.

Decreto 462/1971. 11/03/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación. BOE 24/03/1971. *Desarrollada por Orden 9-6-1971.

Orden 19/05/1970. Ministerio de la Vivienda. Libro de Órdenes y Visitas en Viviendas de Protección Oficial. BOE 26/05/1970.

Ley 28/2005. 26/12/2005. Jefatura del Estado. Medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco. BOE 27/12/2005.

Real Decreto 865/2003. 04/07/2003. Ministerio de Sanidad y Consumo. Establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE 18/07/2003.

Real Decreto 3484/2000. 29/12/2000. Presidencia de Gobierno. Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas. De aplicación en restaurantes y comedores colectivos. BOE 12/01/2001.

Real Decreto 2816/1982. 27/08/1982. Ministerio del Interior. Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas. BOE 06/11/1982.

Orden 15/03/1963. Ministerio de la Gobernación. Instrucciones complementarias al Reglamento Regulador de Industrias Molestas, Insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto 2414/1961. BOE 02/04/1963.

Decreto 2414/1961. 30/11/1961. Presidencia de Gobierno. Reglamento de Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. BOE 07/12/1961.

Real Decreto 1634/1983. 15/06/1983. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicación. Ordenación de los establecimientos hoteleros. BOE 17/06/1983.

Real Decreto 2877/1982. 15/10/1982. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicación. Ordenación de apartamentos y viviendas vacacionales. BOE 09/11/1982.

Orden 31/03/1980. Ministerio de Comercio y Turismo. Modifica la Orden de 25-9-79 (BOE 20/10/1979), sobre prevención de incendios en alojamientos turísticos. BOE 10/04/1980.

Orden 03/03/1980. Ministerio de Obras Públicas. Características de accesos, aparatos elevadores y acondicionamiento interior e las Viviendas de Protección Oficial destinadas a minusválidos. BOE 18/03/1980.

Real Decreto 355/1980. 25/01/1980. Ministerio de Obras Públicas. Reserva y situación de las Viviendas de Protección Oficial destinadas a minusválidos. BOE 28/02/1980.

Real Decreto 3148/1978. 10/11/1978. Ministerio de Obras Públicas. Desarrollo del Real Decreto-Ley 31/1978 (BOE 08/11/1978), de 31 de octubre, sobre construcción, financiación, uso, conservación y aprovechamiento de Viviendas de Protección Oficial. BOE 16/01/1979.

Real Decreto 505/2007. 20/04/2007. Ministerio de la Presidencia. Aprueba las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. BOE 11/05/2007.

Ley 51/2003. 02/12/2003. Jefatura del Estado. Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. BOE 03/12/2003.

Real Decreto 556/1989. 19/05/1989. Ministerio de Obras Públicas. Medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. BOE 23/05/1989.

Real Decreto 1513/2005. 16/12/2005. Ministerio de la Presidencia. Desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17/12/2005.

Sentencia 19/01/2004. Consejo Superior de los Colegios de España. Confirma el informe "Comentarios sobre el aislamiento acústico en edificación", según la NBE-CA-88, elaborado por el Consejo Superior y el CAT del COA Vasco-Navarro.

Ley 37/2003. 17/11/2003. Jefatura del Estado. Ley del Ruido. *Desarrollada por Real Decreto 1513/2005. BOE 18/11/2003.

Contaminación acústica. Real Decreto 1513/2005, de 16 diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17-12-05.

Orden 29/09/1988. Ministerio de Obras Públicas. NBE-CA-88. Modifica la NBE-CA-82, sobre condiciones acústicas en los edificios. BOE 08/10/1988.

Norma Básica de la edificación "NBE-CA-88" condiciones acústicas de los edificios

Orden de 29-09-88, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo BOE. 8-10-88

Aprobada inicialmente bajo la denominación de:

Norma "NBE-CA-81" sobre condiciones acústicas de los edificios

Real Decreto 1909/1981, de 24-07, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE.: 7-09-81

Modificada pasando a denominarse Norma "NBE-CA-82" sobre condiciones acústicas de los edificios

Real Decreto 2115/1982, de 12-08, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 3-09-82

Corrección errores: 7-10-82

Sentencia de 9 de enero de 2004, del Juzgado de Primera Instancia nº 9 de Bilbao, que confirma el informe "Comentarios sobre el aislamiento acústico en edificación, según la NBE-CA-88" elaborado por el Consejo Superior y el CAT del COA Vasco-Navarro.

Normativa de cimentación y estructuras

Norma de Construcción Sismorresistente: parte General y Edificación. NCSE-02. Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. (Deroga la NCSE-94. Es de aplicación obligatoria a partir del 11 de octubre de 2004) BOE 11-10-02.

Instrucción de Hormigón Estructural "EHE". Real Decreto 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento. BOE 13-01-99

Modificada por:

Modificación del R.D. 1177/1992, de 2-10, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón y el R.D. 2661/1998, de 11-12, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Real Decreto 996/1999, de 11-06, del Ministerio de Fomento. BOE 24-06-99.

Criterios de aplicación del artículo 1º de la EHE. Acuerdo de la Comisión Permanente del Hormigón, de 28 de octubre de 1999.

Armaduras activas de acero para hormigón pretensado.

BOE 305. 21.12.85. Real Decreto 2365/1985, de 20 de noviembre, del Mº de Industria y Energía.

Criterios para la realización de control de producción de los hormigones fabricados en central.

BOE 8. 09.01.96. Orden de 21 de diciembre de 1995, del Mº de Industria y Energía.

BOE 32. 06.02.96. Corrección de errores

BOE 58. 07.03.96. Corrección de errores

Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.

Real Decreto 1630/1980, de 18-JUL, de la Presidencia del Gobierno. BOE 8-08-80

Modificado por:

Modificación de fichas técnicas a que se refiere el Real Decreto anterior sobre autorización de uso para la fabricación y empleo de elementos resistentes de pisos y cubiertas

Ordende 29-11-89, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 16-12-89.

Modificación. Resolución de 6 de noviembre de 2002. BOE 2-12-02.

Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados. Resolución de 30-01-97, del Ministerio de Fomento. BOE 6-03-97.

Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE). Real Decreto 642/2002, de 5 de julio, del Ministerio de Fomento. BOE 6-8-02. * Corrección de errores BOE 30-11-06.

Normativa de Productos

Real Decreto 442/2007. 03/04/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Deroga diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales. BOE 01/05/2007.

Orden PRE/3796/2006. 11/12/2006. Ministerio de la Presidencia. Se modifican las referencias a normas UNE que figuran en el anexo al R.D. 1313/1988, por el que se declaraba obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. BOE 14/12/2006.

Resolución 17/04/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Amplía los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, referencia a normas UNE y periodo de coexistencia y entrada en vigor del mercado CE para varias familias de productos de la construcción. BOE 05/05/2007.

Real Decreto 312/2005. 18/03/2005. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE 02/04/2005.

Real Decreto 1797/2003. 26/12/2003. Ministerio de la Presidencia. Instrucción para la recepción de cementos. RC-03. BOE 16/01/2004.

Orden CTE/2276/2002. 04/09/2002. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Establece la entrada en vigor del mercado CE relativo a determinados productos de construcción conforme al Documento de Idoneidad Técnica Europeo. BOE 17/09/2002.

Resolución 29/07/1999. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Aprueba las disposiciones reguladoras del sello INCE para hormigón preparado adaptadas a la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)". BOE 15/09/1999.

Real Decreto 1328/1995. 28/07/1995. Ministerio de la Presidencia. Modifica las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29/12/1992, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE. BOE 19/08/1995.

Real Decreto 1630/1992. 29/12/1992. Ministerio de Relaciones con las Cortes y Secretaria de Gobierno. Establece las disposiciones necesarias para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, de 21-12-1988. BOE 09/02/1993. *Modificado por R.D.1328/1995.

Orden 18/12/1992. Ministerio de Obras Públicas. RCA-92. Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos. BOE 26/12/1992

Real Decreto 1313/1988. 28/10/1988. Ministerio de Industria y Energía. Declara obligatoria la homologación de los cementos destinados a la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. BOE 04/11/1988. Modificaciones: Orden 17-1-89, R.D. 605/2006, Orden PRE/3796/2006, de 11-12-06.

Real Decreto 1312/1986. 25/04/1986. Ministerio de Industria y Energía. Homologación obligatoria de Yesos y Escayolas para la construcción y especificaciones técnicas de prefabricados y productos afines y su homologación por el Ministerio Industria y Energía. *Derogado parcialmente, por R.D. 846/2006 y R.D. 442/2007. BOE 01/07/1986.

Real Decreto 2699/1985. 27/12/1985. Ministerio de Industria y Energía. Declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los perfiles extruidos de aluminio y sus aleaciones y su homologación por el Ministerio Industria y Energía. BOE 22/02/1986.

Orden 08/05/1984. Presidencia de Gobierno. Normas para utilización de espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación, y su homologación. BOE 11/05/1984. Modificada por Orden 28/2/89.

Real Decreto 312/2005. 18/03/2005. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE 02/04/2005.

Normas sobre la utilización de las espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación.

BOE 113. 11.05.84. Orden de 8 de mayo, de la Presidencia del Gobierno.

BOE 167. 13.07.84. Corrección de errores.

BOE 222. 16.09.87. Anulación la 6ª Disposición.

BOE 53; 03.03.89. Modificación.

ITC-MIE-AP 5: extintores de incendios.

BOE. 149. 23.06.82. Orden de 31 de mayo de 1982, del Mº de Industria y Energía.

BOE. 266. 07.11.83. Modificación de los artículos 2º, 9º y 10º.

BOE. 147. 20.06.85. Modificación de los artículos 1º, 4º, 5º, 7º, 9º y 10º.

BOE. 285. 28.11.89. Modificación de los artículos 4º, 5º, 7º y 9º.

BOE. 101. 28.04.98. Modificación de los artículos 2º, 4º, 5º, 8º, 14º y otros.

BOE. 134. 05.06.98. Corrección de errores.

Real Decreto 1314/1997. 01/08/1997. Ministerio de Industria y Energía. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. BOE 30/09/1997.

Sevilla, septiembre de 2021

Promotor:

Arquitecto:

Javier de Sola Caraballo

D. VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.

No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.

Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.

No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.

El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.

La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.

El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

ESTRUCTURAS

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales.

En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

Sevilla, septiembre de 2021

Promotor:

Arquitecto:

Javier de Sola Caraballo

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

5

MEDICIONES
Y PRESUPUESTO

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		3	1,10	1,10	0,20	0,73			
		2	1,52	1,10	0,20	0,67			
		1	1,68	1,10	0,20	0,37			
		2	1,52	0,81	0,20	0,49			
		2	0,70	0,55	0,20	0,15			
							3,02	64,72	195,45
TOTAL CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS.....									11.704,47

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
02.01	m3 EXC. POZOS TIERRA C. MEDIA, M. MANUALES, PROF. MAX. 1,50 m								
	Excavación, en pozos, de tierras de consistencia media, realizada con medios manuales hasta una profundidad máxima de 1,50 m, incluso extracción a los bordes y transporte a vertedero, así como canon de vertido. Medido el volumen en perfil natural.								
	Zapata (p)	2	2,58	1,50			7,74		
	Viga	1	1,72	0,25	1,10		0,47		
							8,21	51,03	418,96
02.02	m2 COMPACTACIÓN SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MANUAL								
	Compactación superficial realizada con pisón manual, al 95% proctor modificado, en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud.								
		1					1,48	=C03	03.02
							1,48	2,87	4,25
TOTAL CAPÍTULO 02 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....									423,21

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 CIMENTACIÓN									
03.01	m2 LAMINA DE POLIETILENO SOBRE SUB-BASES DE CIMENTACIÓN								
	Lamina de polietileno colocada sobre sub-bases de elementos de cimentación, incluso p.p. de solapes. Medida la superficie terminada.								
	zapatas	2	1,50	1,50			4,50		
	Viga	1	1,72	0,25			0,43		
							4,93	1,24	6,11
03.02	m3 CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA								
	Capa de hormigón de limpieza HM-20/P/20/I, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, en elementos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de alisado de la superficie; según instrucción EHE y CTE. Medida la superficie ejecutada.								
	Zapatas								
	2	1,50	1,50	0,30	1,35				
	Viga	1	1,72	0,25	0,30	0,13			
							1,48	86,15	127,50
03.03	m3 HORM. ARM. HA-30/B/15/IIa B500S EN ZAPATAS								
	Hormigón armado HA-30/B/15/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 15 mm, en zapatas, suministrado y puesta en obra, armadura de acero B 500 SD con una cuantía según documentación de proyecto, incluso ferrallado, separadores, vibrado y curado, así como encofrados y desencofrados en las zonas donde se requiera, p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.								
	ENTERRADAS	2	1,50	1,50	0,70	3,15			
	SOBRE MUROS PASARELAS	5	0,55	1,10	0,30	0,91			
		3	1,10	1,10	0,30	1,09			
		2	1,52	1,10	0,30	1,00			
		1	1,68	1,10	0,30	0,55			
		2	1,52	0,81	0,30	0,74			
		2	0,70	0,55	0,30	0,23			
							7,67	115,24	883,89
03.04	m3 HORM. ARM. HA-30/B/15/IIa B500S EN LOSA								
	Hormigón armado HA-30/B/15/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 15 mm, en vigas y/o zunchos de cimentación, suministrado y puesta en obra, armadura de acero B 500 SD con una cuantía según documentación de proyecto, incluso p.p. de ferrallado, separadores, vibrado y curado, así como encofrados y desencofrados en las zonas donde se requiera, p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad; según instrucción EHE, NCSR-02 y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.								
		1	1,72	0,25	0,25	0,11			
							0,11	116,26	12,79
03.05	m3 HORM. ARM. HA-30/B/15/IIa EN PILARES ENANOS								
	Hormigón armado HA-30/B/15/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 15 mm, en pilares, para revestir, suministrado y puesto en obra, armadura de acero B 500 SD, con cuantía según documentación de proyecto, incluso p.p. de encofrado metálico, desencofrado, limpieza de fondos, ferrallado, separadores, vibrado y curado p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad; construido según EHE y NCSR-02. Medido el volumen teórico ejecutado.								
		2	0,66	0,56	0,40	0,30			
							0,30	316,55	94,97

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.06	ud								
	ANCLAJE ZAPATA DE PASARELAS								
	Anclaje de zapata a muro existente, consistente en apertura de taladro de diámetro 20mm de 30cm de profundidad, limpieza con chorro de aire a presión, aplicación de sika anchorfix 3001 ó Hilti-hit-re500, colocación de varilla roscada de diámetro 20mm, entrando 30cm en muro existente y 30cm en anclaje a nueva zapata, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares para la correcta ejecución de la unidad. Medida la unidad ejec								
		1	64,00			64,00			
							64,00	8,96	573,44
	TOTAL CAPÍTULO 03 CIMENTACIÓN								1.698,70

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 ESTRUCTURA									
04.01	m3 MADERA LAMINADA GL-32 VIGAS DIRECTRIZ RECTA								
	Vigas laminada encolada homogénea GL32h, a partir de madera de coníferas con sello ambiental PEFC. Con Clase de Servicio de Diseño 3.1 según CTE. Adhesivo de Fenol-Formaldehido (PF), según CTE, UNE-EN 301 y UNE-EN 12436:2002. Humedad de recepción del 12 % HR. Con tratamiento protector de autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.1, con un nivel de penetración NP8 y un nivel de retención R3 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural. Los módulos serán unidos en obra mediante dos herrajes interiores de chapas de acero de 12.5 mm de espesor y tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, según CTE. Herrajes con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm según norma ISO 2081 y CTE, incluso hendidura practicada, según replanteo de planos de proyecto, para embutir vigas en T de pasarelas, construido según especificaciones de proyecto y CTE, así como p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida el volumen ejecutado. Nota: Se aportará certificado de la procedencia de la madera, así como certificado del tratamiento autoclave.								
	.Pasarelas	4	27,00	0,15	0,40		6,48		
		2	9,30	0,15	0,40		1,12		
		2	27,00	0,15	0,40		3,24		
		2	9,00	0,15	0,40		1,08		
		4	7,40	0,15	0,40		1,78		
							13,70	1.355,82	18.574,73
04.02	kg ACERO CONFORMADO. EN EST. TRIANG. SOLDADA ACERO S335J0H								
	Perfil tubular conformado, de acero S-355-J0H en estructura modular soldada y montada en taller, con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atornillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Hollo-bolt o equivalente, construido según CTE, incluso p.p de pequeño material, material complementario, casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclaje, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida el peso teórico.								
	ZANCAS								
	RHS 250.320.12								
	Tramos inclinados	7	4,31				3.243,28	107.5	
	ESTRUCTURA TRIANGULADA								
	RHS250.200.12								
	VERTICALES	2	16,57				2.509,03	75.71	
	HORIZONTALES	16	3,02				3.658,31	75.71	
							9.410,62	1,52	14.304,14
04.03	kg ACERO CONFORMADO EN FRÍO S275J0H								
	Perfil tubular conformado, de acero S-275-J0H soldado en taller a estructura principal, construido según CTE, incluso p.p de pequeño material, material complementario casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclaje, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida el peso teórico. Subestructura auxiliar								
	SHS40.40.4	58	3,02				735,67	4.2	
		58	0,25				60,90	4.2	
							796,57	1,43	1.139,10

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.04	kg ACERO CONFORMADO EN FRIO DE PASARELA ACERO S275J0H Perfil tubular RHS-120x50x5, de acero S-275-J0H. Pieza modulares para ser unidas con ensambles a base de machihembrado y chapas coplanarias de similares características, soldadas en taller y atornillado de los diferentes módulos en obra mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Hollo-bolt o equivalente, construido según CTE, incluso p.p de pequeño material, material complementario casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclajes, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medido el peso teórico.								
	RHS 120.50.5	4	17,58			902,91		12.84	
		4	7,00			359,52		12.84	
		6	9,30			716,47		12.84	
		2	6,50			166,92		12.84	
		24	1,63			502,30		12.84	
							2.648,12	2,21	5.852,35
04.05	ml VIGA T, BASTIDOR TABLERO PASARELA Perfiles T de acero S-275-JR, de sección constante con longitud total de 150 cm, ala superior de 6 cm de ancho y canto de 10cm; todo ellos con chapas de 10mm de espesor. Atornillada a viga lamida mediante rebajado para machihembrado, placa de conexión y tirafondos. Unido al perfil tubular (23) y a montantes de barandillas (13), mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada en taller, y fijada mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Hollo-bolt o equivalente, construido según CTE, incluso p.p de pequeño material, material complementario casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclajes, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida longitud ejecutada.								
		27	1,50			40,50			
							40,50	42,73	1.730,57
04.06	ud MÉNSULA DE PELDAÑEADO ACERO S275JR Ménsula de peldaño construida mediante perfiles T de acero S-275-JR, de sección variable con longitud total de 121 cm, ala superior de 22 cm de ancho y canto del alma desde los 10 cm en el empostramiento hasta los 6 cm en la punta; todo ellos con chapas de 10mm de espesor. Unido al perfil tubular de la zanca mediante una chapa de anclaje de características similares, ya taladrada en taller, y fijada mediante tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316, tipo auto-enroscable Hollo-bolt o equivalente, incluso p.p de pequeño material, material complementario, casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclajes, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la unidad instalada.								
	Peldaños	84				84,00			
	Formación mesetas	24				24,00			
							108,00	39,36	4.250,88
04.07	ml CHAPA PROTECCIÓN TESTA SUPERIOR DE VIGA Chapa de protección de cara superior de vigas de madera construida en de acero s-275-JR plegada de 1mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501, así como posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm., cumpliendo las especificaciones de la norma UNE EN ISO 1461:2010. Medida la longitud ejecutada. Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.								
	.Pasarelas	4	26,00			104,00			
		2	9,30			18,60			
		2	22,00			44,00			
		2	9,00			18,00			
		4	7,40			29,60			
							214,20	8,74	1.872,11

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.08	<p>ml CHAPA PROTECCIÓN Y REMATE LATERAL CANTO TABLERO</p> <p>Chapa de acero S-275-JR, plegada en L de 0.7mm de espesor, para cubrición de canto del tablero. Con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado. Atornillada mediante tirafondos para acero, de acero inoxidable AISI-316 con cabeza avellanada, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la longitud instalada. Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.</p>								
	Pasarelas	1	214,15				214,15		
								8,94	1.914,50
04.09	<p>ud HERRAJE CONEXIÓN VIGA LAMINADAS</p> <p>Herraje de conexión de viga laminada, realizada exprofeso, para alojar y sostener las vigas y transmitir las cargas a los apoyos articulados, construido en acero S-275-JR en chapas de 15mm de espesor, con rigidizadores y taladros para anclaje a zapata realizados en taller. con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, construido según especificaciones de proyecto, CTE, así como p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida la unidad ejecutada. Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.</p>								
		48					48,00		
								36,71	1.762,08
04.10	<p>ud ARTICULACIÓN Y PLACA DE ASIENTO</p> <p>Articulación, realizada exprofeso, con placa de asiento, recibido a zapata mediante pernos; y pletinas para alojar herrajes de las vigas laminadas, construido en acero S-275-JR en chapas de 15mm de espesor, con rigidizadores y taladros para anclaje a zapata realizados en taller. con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, construido según especificaciones de proyecto, CTE, así como p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medida la unidad ejecutada. Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.</p>								
		48					48,00		
								51,87	2.489,76
04.11	<p>kg TRATAMIENTO GALVANIZADO EN CALIENTE</p> <p>Tratamiento de estructura metálica comprendiendo limpieza previa de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501, así como posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 50 ó 100 µm, según casos, cumpliendo las especificaciones de la norma UNE EN ISO 1461:2010, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medido el peso teórico de los perfiles, en las partidas donde no se recoge expresamente el tratamiento dentro de la descripción Nota: Se galvanizarán los módulos, en su conjunto, una vez se monte en taller, así mismo se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado. Una vez se instale en obra, se repararán las uniones mediante galvanizado en frío.</p>								

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				9.410,62		=C04.	04.02
		1				796,57		=C04.	04.03
		1				2.648,12		=C04.	04.04
		1			16,40	664,20		=C04.	04.05
		1	1,21		16,40	2.143,15		=C04.	04.05.
							15.662,66	0,95	14.879,53

TOTAL CAPÍTULO 04 ESTRUCTURA..... 68.769,75

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

CAPÍTULO 05 REVESTIMIENTOS

05.01 ud PELDAÑO MADERA IROKO

Piezas de madera maciza de iroko de 120x28x4 cm, atornillada con tirafondos desde el bajo de las ménsulas estructurales, proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la unidad ejecutada.

Nota: Se aportará certificado de procedencia de la madera.

Peldaños	84	84,00
----------	----	-------

84,00	90,75	7.623,00
-------	-------	----------

05.02 m2 **REVESTIMIENTO MADERA PINO TERMOTRATADA**

Revestimiento base de tablas macizas de madera de pino silvestre de 13.5x1.25 cm y largo variable, atornillada mediante tirafondos a rastreles metálicos de la subestructura auxiliar. Proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, madera termotratada a alta temperatura según procedimiento Thermo-D de Thermowood o equivalente. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la superficie realmente ejecutada.

Nota: Se aportará certificado de procedencia de la madera así como certificado de la aplicación del tratamiento Thermo-D.

Revestimiento madera	2	3,50	16,53	115,71
	2	0,25	16,53	8,27
	-10	0,28	0,82	-2,30
	-70	0,28	1,91	-37,44
	1	0,28	4,50	1,26

85,50	85,88	7.342,74
-------	-------	----------

05.03 m2 **ENTARIMADO MADERA DE IROKO**

Entarimado estructural de madera maciza de iroko de 160x15x2.5 cm, proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con Clase Resistente D-40 y Clase de Servicio de diseño 3.2, según CTE; y humedad de recepción del 12% HR. Con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural, atornillada con tirafondos desde cara superior sobre perfiles omegas, de 2cm, para atornillado de entarimado. Chapa de acero s-275-JR plegada de 0.7mm de espesor, con proyección a base de tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm. y tubulares, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la superficie ejecutada.

Nota: Se aportará certificado de procedencia de la madera, así como certificado del tratamiento autoclave.

Pasarelas	1	170,00	170,00
Rellanos escaleras	7	3,18	22,26
	1	3,97	3,97

196,23	98,74	19.375,75
--------	-------	-----------

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.04	ml	PASAMANOS MADERA MACIZA IROKO							
	Pasamanos de madera de iroko macizo de dimensiones según documentación gráfica de proyecto, atornillada con tirafondos desde el bajo de las ménsulas estructurales, proveniente de plantaciones sostenibles con sello PEFC, con tratamiento en autoclave de doble vacío que cumpla la clase de uso 3.2, con un nivel de penetración NP5 y un nivel de retención R4 según normas UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 599-1:2010. Acabada con un lasur incoloro con protección frente a rayos UV y acabado natural.								
	Nota: Se aportará certificado de procedencia de la madera así como certificado del tratamiento auto-clave.								
	Escaleras								
	Tramos inclinados	7	4,31				30,17		
	Tramos horizontales	6	5,30				31,80		
		1	3,40				3,40		
		1	1,90				1,90		
	Pasarelas	1	214,00				214,00		
							281,27	24,86	6.992,37
	TOTAL CAPÍTULO 05 REVESTIMIENTOS.....								41.333,86

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 CERRAJERÍA									
06.01	m2	MALLA ACERO INOXIDABLE							
	Malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro, tipo Flexonet de Finsa o equivalente, fijada mediante grapas de acero inoxidable a subestructura auxiliar, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto, especificaciones del fabricante así como CTE. Medida la superficie realmente ejecutada.								
	En núcleo escalera	10	0,28			0,82	2,30		
		70	0,28			1,91	37,44		
							39,74	67,69	2.690,00
06.02	ml	BARANDILLA ACERO GALVANIZADO							
	Barandilla, construido en acero S-275-JR, formado por montantes verticales a base de chapas de 20mm de espesor con canto variable (50 a 100mm) atornillados a punta de perfiles horizontales mediante chapas de anclaje de similares características. Además de tres cordones horizontales a base de chapas de 10x50. Todas ello atornillado con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris claro RAL 9003 satinado, así como colocación de protección frente a la caída mediante malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro, tipo Flexonet de Finsa o equivalente, fijada mediante grapas de acero inoxidable a la perfilera metálica, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la longitud ejecutada.								
	Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.								
	Escaleras								
	Tramos inclinados	7	4,31				30,17		
	Tramos horizontales	6	5,30				31,80		
	Pasarelas	1	214,15				214,15		
							276,12	111,14	30.687,98
06.03	ml	PASAMANOS ACERO INOXIDABLE							
	Pasamanos recto formado por tubo hueco de acero inoxidable AISI 316, acabado pulido brillante, de 50 mm de diámetro, con soportes del mismo material fijados a la estructura mediante paramento mediante anclaje mecánico con tacos de nylon y tornillos de acero inoxidable, construido según CTE, incluso p.p de pequeño material, material complementario casquillo, refuerzos, carretes, cartelas, placas de anclajes, etc y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medido la longitud ejecutada.								
	Interior escalera								
	Tramos inclinados	7	4,31				30,17		
		6	0,25				1,50		
							31,67	65,04	2.059,82
06.04	ml	FORMACIÓN TABICAS MALLA ACERO INOXIDABLE							
	tabicas conformadas mediante angulares de acero S275, superior e inferior y malla de acero inoxidable AISI 316L con 60 mm de apertura de rombos y un cable con 1.5mm de diámetro, tipo Flexonet de Finsa o equivalente, fijada a huellas de madera mediante tornillería 8.8 de acero inoxidable AISI316, tipo auto-enroscable Hollo-bolt, o equivalente, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto, especificaciones del fabricante así como CTE. Medida la superficie realmente ejecutada.								
	Peldaños	84	1,20				100,80		
							100,80	26,05	2.625,84

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.05	m ESCALERA VERTICAL DE ACERO DE 45 cm DE ANCHURA Escalera vertical de acero de 45 cm de anchura formada por: montantes, separadores y garras de fijación de pletina de 40x6 mm y travesaños cada 0,30 m en barras de 22 mm de diám., Todas ello atornillado con tornillería 8.8, de acero inoxidable AISI-316 y con protección mediante tratamiento previo de limpieza de la superficie con chorro abrasivo, hasta alcanzar un Grado Sa 2½, según norma ISO 8501. Posterior galvanizado en caliente con Z-350 y espesor medio de 100 µm y lacado final con imprimación previa y base de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris claro RAL 9003 satinado, incluso p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, construido según especificaciones de proyecto así como CTE. Medida la longitud ejecutada. <p>Nota: Se aportará certificado de la calidad del mismo expedido por la empresa de galvanizado.</p>								
	Escaleras mantenimiento	2	4,00			8,00			
							8,00	184,31	1.474,48
	TOTAL CAPÍTULO 06 CERRAJERÍA.....								39.538,12

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 PINTURAS									
07.01	kg								
	PINTURA EPOXI SOBRE PERFILERÍA METÁLICA								
	Pintura epoxi sobre estructura metálica consistente en imprimación previa, compatible con el galvanizado, y terminación a de epoxi, con espesor total de 200 µm, con acabado en color gris oscuro RAL 7022 satinado, cumpliendo especificaciones de proyecto y CTE, así como p.p de pequeño material, material complementario y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Medido el peso teórico de los perfiles, en las partidas donde no se recoge expresamente el tratamiento dentro de la descripción								
		1					15.662,66	=C04.	04.10
							15.662,66	0,31	4.855,42
	TOTAL CAPÍTULO 07 PINTURAS								4.855,42

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 RED DE TIERRAS									
08.01	m	LÍNEA PRINCIPAL PUESTA TIERRA, 35 mm²							
	LÍNEA PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA INSTALADA CON CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 MM ² DE SECCIÓN NOMINAL, EMPOTRADO Y AISLADO CON TUBO DE PVC FLEXIBLE DE 23 MM DE DIÁMETRO, INCLUSO P.P. DE CAJAS DE DERIVACIÓN, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y CONEXIÓN AL PUNTO DE PUESTA A TIERRA; CONSTRUIDA SEGÚN REBT. MEDIDA DESDE LA PRIMERA DERIVACIÓN HASTA LA ARQUETA DE CONEXION.								
		20					20,00		
								20,00	12,69
									253,80
08.02	u	PICA DE PUESTA A TIERRA							
	PICA DE PUESTA A TIERRA FORMADA POR ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 14 MM DE DIÁMETRO Y 2 M DE LONGITUD, INCLUSO HINCADO Y CONEXIONES, CONSTRUIDA SEGÚN REBT. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA.								
		1					1,00		
								1,00	132,13
									132,13
08.03	u	ARQUETA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE 38x50x25 cm							
	ARQUETA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE 38X50X25CM FORMADA POR FÁBRICA DE LADRILLO MACIZO DE MEDIO PIE DE ESPESOR, SOLERA DE HORMIGÓN HM-20 Y TAPA DE HORMIGÓN HM-20 CON CERCO DE PERFIL LAMINADO L 60.6, TUBO DE FIBROCEMENTO DE 60 MM DE DIÁMETRO INTERIOR Y PUNTO DE PUESTA A TIERRA, INCLUSO EXCAVACIÓN, RELLENO, TRANSPORTE DE LAS TIERRAS SOBREPANTES A VERTEDERO Y CONEXIONES; CONSTRUIDA SEGÚN REBT. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA.								
		1					1,00		
								1,00	126,30
									126,30
08.04	m	DERIVACIÓN DE PUESTA A TIERRA							
	DERIVACIÓN DE PUESTA A TIERRA INSTALADA CON CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 16 MM ² DE SECCIÓN NOMINAL, AISLADO CON TUBO DE PVC FLEXIBLE DE 13 MM DE DIÁMETRO, INCLUSO P.P. DE CAJAS DE DERIVACIÓN Y AYUDAS DE ALBAÑILERÍA; CONSTRUIDO SEGÚN REBT. MEDIDO DESDE LA CAJA DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL HASTA LA LÍNEA PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA.								
		1					1,00		
								1,00	3,00
									3,00
TOTAL CAPÍTULO 08 RED DE TIERRAS									515,23

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS									
09.01	ud								GESTIÓN DE RESIDUOS
	Gestión de residuos de obra completa, a través de gestor autorizado, incluyendo clasificación en obra, carga, transporte y canon de vertido. Medida la unidad completa.								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	386,70	386,70
	TOTAL CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS								386,70

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 10 CONTROL DE CALIDAD									
10.01	UD CONTROL DE CALIDAD OBRA								
	Plan de control de calidad, según normativa vigente, por laboratorio acreditado y homologado. Medi- da el conjunto de controles de toda la obra. La empresa propondrá una terna de 3 laboratorios, a elección de la DF.								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	943,11	943,11
	TOTAL CAPÍTULO 10 CONTROL DE CALIDAD								943,11

PASARELA EN SANTA CRUZ

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD									
11.01	ud								SEGURIDAD Y SALUD
	Conjunto de medidas individuales y colectivas que garanticen el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud. Medido el conjunto de las medidas a adoptar en toda la obra.								
	Total cantidades alzadas						0,01		
							0,01	170.120,00	1.701,20
	TOTAL CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD.....								1.701,20
	TOTAL.....								171.869,77

PASARELA EN SANTA CRUZ

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	ACTUACIONES PREVIAS	11.704,47	6,81
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	423,21	0,25
3	CIMENTACIÓN	1.698,70	0,99
4	ESTRUCTURA	68.769,75	40,01
5	REVESTIMIENTOS.....	41.333,86	24,05
6	CERRAJERÍA.....	39.538,12	23,00
7	PINTURAS.....	4.855,42	2,83
8	RED DE TIERRAS	515,23	0,30
9	GESTIÓN DE RESIDUOS	386,70	0,22
10	CONTROL DE CALIDAD	943,11	0,55
11	SEGURIDAD Y SALUD.....	1.701,20	0,99
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		171.869,77	
	7,50 % Gastos generales.....	12.890,23	
	6,00 % Beneficio industrial.....	10.312,19	
SUMA DE G.G. y B.I.		23.202,42	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		195.072,19	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		195.072,19	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL SETENTA Y DOS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

, a septiembre de 2021.

El promotor

La dirección facultativa

Javier de Sola Caraballo

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

6

CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo se ha podido comprobar la importancia de los estudios previos como paso necesario e inherente a la hora de afrontar trabajos sobre edificaciones existentes. Todavía mayor es su relevancia en el caso de intervenciones sobre edificios patrimoniales, donde al análisis constructivo y estructural se les une el análisis histórico y formal. En esta línea, este trabajo traza de forma casi cronológica el proceso seguido: desde el primer acercamiento al edificio y el estudio de la información histórica, hasta el análisis exhaustivo y estructural como método de conocimiento del objeto sobre el que intervenir.

Igualmente importante ha sido el papel del estudio bibliográfico sobre la materia, como fuente de información fidedigna y contrastada. Esto no solo presenta utilidad como una referencia de contrastación o confirmación en la fase de investigación, sino que además, muchos de los conocimientos adquiridos en la consulta de las publicaciones de los autores especializados son de aplicación directa en la práctica profesional de la intervención sobre edificios existentes, como fuente de pautas y buenas prácticas a aplicar.

En esta línea, la peritación de edificios (patrimoniales o no) como práctica capaz de investigar y dilucidar los motivos desencadenantes de problemas constructivos, se confirma además como una importante fuente de conocimientos que ayudan a evitar la aparición de lesiones constructivas a la hora de proyectar y construir. Mediante el estudio de la patología sufrida por los edificios peritados, se adquieren paralelamente altos conocimientos técnicos que son de gran utilidad para evitar que puedan surgir estos problemas a la hora de proyectar y construir nuevos edificios.

El hecho en origen de optar por la elección de un trabajo de estas características, con la doble vertiente investigadora y de intervención, ha posibilitado el acercamiento a la realidad de una intervención patrimonial de esta magnitud y complejidad. Esto ha supuesto una gran oportunidad de inmersión y aprendizaje gracias a la estrecha colaboración con profesionales de diferentes campos, todos con una amplia trayectoria en la materia, trabajando a pie de obra.

Este trabajo y la singularidad del edificio donde se desarrolla, han fomentado plantear un debate sobre la intervención en edificios patrimoniales inacabados. Proponer un proyecto sobre la Parroquia de Santa Cruz ha posibilitado reflexionar sobre las disyuntivas que se presentan a la hora de acometer una actuación sobre un edificio que representa un arquetipo dentro de la intervención patrimonial. Supone un interesante reto actuar sobre un edificio, que debido a su carácter inacabado, presenta unas carencias asociadas a este hecho; toda vez que las posibles soluciones técnicas y proyectuales se confrontan con el valor patrimonial adquirido que supone su condición inacabada, que además ya forma parte del contexto social donde se inserta.

Finalmente, el trabajo fin de máster desarrollado se presenta como una posible línea de investigación futura. El estudio y análisis de edificios patrimoniales con diversa patología, y el conocimiento de su funcionamiento constructivo y estructural; se puede convertir en una potente herramienta que es de gran utilidad a la hora de tomar decisiones sobre las necesarias intervenciones que respondan a la carencias de dichos edificios.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

7

DIFUSIÓN
DE RESULTADOS

Parte de las conclusiones obtenidas en el trascurso de este trabajo, ya han sido plasmadas en una publicación, presentada a congreso científico donde se desarrolla una línea complementaria a la intervención realizada.

La publicación ha versado sobre el estudio de la Iglesia de Santa Cruz como un caso arquetípico de intervención en un edificio patrimonial inacabado, y el debate que se abre en torno a sus posibilidades y limitaciones proyectuales. Teniendo en cuenta la futura culminación del Plan Director del conjunto de Santa Cruz, y el conocimiento adquirido sobre sus cubiertas y su atrio delantero; se aprovecha para reflexionar sobre este tipo de intervenciones tan delicadas. Se traza un breve recorrido por la historia de la intervención patrimonial para contrastar las diferentes estrategias usadas en arquitectura, y como estas repercuten sobre el entendimiento de las obras. En base a las diferentes posibilidades de enfrentarse a este reto, y conociendo y poniendo de manifiesto las singularidades que presenta este edificio religioso en uso e inacabado; se plantean reflexiones en torno la posible futura intervención dentro de las actuaciones planteadas por el Plan Director. Todo esto ha sido plasmado en una comunicación recogida dentro del **XV Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificado**, organizado por la fundación CICOP, y que ha sido leída en su pasada edición que tuvo lugar en la ciudad de Granada la segunda semana de septiembre de 2021. La comunicación, que lleva por título:

“Intervenir el patrimonio: La Parroquia Mayor de Santa Cruz, contemplar las ruinas VS rehabilitar el monumento”.

Está incluida en el Libro de Actas publicado con el N° ISBN-978-84-608-9980-8, y N° ISNI de la Biblioteca Nacional 0000 0000 9056 6681

**XV CONGRESO INTERNACIONAL DE REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO
ARQUITECTÓNICO Y EDIFICADO
(GRANADA 2021) ESPAÑA**

**INTERVENIR EL PATRIMONIO: LA PARROQUIA MAYOR DE
SANTA CRUZ; CONTEMPLAR LA RUINA VS REHABILITAR EL
MONUMENTO**

Javier de Sola Caraballo ⁽¹⁾, José María Rincón Calderón ⁽²⁾, Carlos Rivera-Gómez, Carmen Galán-Marín

Dpto. de Construcciones Arquitectónicas 1. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes 2, 41012 Sevilla, España.

javersoca95@gmail.com ⁽¹⁾, joserinconcalderon@gmail.com ⁽²⁾

**TALLER: LA ARQUITECTURA EXISTENTE COMO MATERIAL PROYECTUAL: EN PRO
DE LA INVENCION DEL PATRIMONIO**

RESUMEN

La Iglesia Mayor de Santa Cruz de Écija es un templo neoclásico cuya mayor peculiaridad es el hecho de estar parcialmente inacabada, existiendo un interesante atrio descubierto que emula las ruinas clásicas y genera un filtro espacial en la entrada. El edificio se encuentra en un deficiente estado de conservación y por ello ya se están llevando a cabo trabajos de reparación en sus cubiertas y elaborando un Plan Director que planifique todas las actuaciones que llevar a cabo. De ellas, la más relevante será determinar qué hacer con este espacio descubierto a modo de ruina inacabada, que si bien es de gran belleza, actualmente es uno de los mayores motivos de problemas estructurales de la iglesia.

Este documento introduce una reflexión sobre desde qué punto de vista se debería intervenir este espacio, qué enseñanzas podemos obtener de la historia de la conservación y qué aprendizaje podemos extraer del conocimiento obtenido en los actuales trabajos de reparación de las viejas cubiertas, donde se observan todos los problemas que ha ido acumulando el edificio con el paso del tiempo. Mirar al pasado, aprender del presente, para construir el futuro.

PALABRAS CLAVE: Intervención; patrimonio; atrio; vacío; cubiertas

Otra línea de investigación abierta a partir de las obras realizadas en Santa Cruz y que ha estudiado este trabajo, será desarrollada en una comunicación del Congreso Euro-Americano REHABEND 2022, cuyo abstract ya ha sido aceptado:

“La rehabilitación de la Iglesia Mayor de Santa Cruz de Écija: el edificio como argumento”.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

8

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rincón-Calderón JM. Proyecto básico y de ejecución- Intervención en las Cubiertas de la Parroquia Mayor de Santa Cruz. Sevilla: j2 Edificación y Desarrollo; 2019.
- [2] Archidiócesis de Sevilla. Archivo General del Arzobispado de Sevilla (AGAS. Fondo Arzobispal, Sección Justicia, Serie Fábrica, legajo 10319. Écija. Fábrica (1761-1829). Sevilla: Serie Fábrica, legajo 10319. Écija. Fábrica (1761-1829); p. Legajo 10319. Écija. Fábrica (1761-1829).
- [3] Diz-Mellado E, Mascort-Albea EJ, Romero-Hernández R, Galán-Marín C, Rivera-Gómez C, Ruiz-Jaramillo J, et al. Non-destructive testing and Finite Element Method integrated procedure for heritage diagnosis: The Seville Cathedral case study. *J Building Engineering*. 2021;37. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102134>
- [4] Caldero Bermudo JE, Méndez Varo J. *Écija artística y monumental*. 1.a ed. editor. Écija, Sevilla: Gráficas Sol; 1992.
- [5] Candelas Gutiérrez A. L. *Carpintería de lo blanco onubense*. Huelva: Diputación Provincial de Huelva, Servicios de publicaciones. (Colección Investigación. Serie Arte ; 37). 2001.
- [6] Nuere E. *La carpintería de lo blanco : lectura dibujada del primer manuscrito de Diego López de Arenas*. Madrid: Ministerio de Cultura; 1985.
- [7] Nuere Matauco, E. *La carpintería de Lazo, lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*. Málaga: Colegio de Arquitectos de Málaga. 1990.
- [8] Nuere Matauco E. *La carpintería de armar española*. Madrid: Instituto Español de Arquitectura; 1989.
- [9] Nuere Matauco E. *Dibujo , Geometría , Y Carpinteros*. Discurso leído en la Real Academia de San Fernando. 2010;
- [10] Candelas Gutiérrez A. *Análisis constructivo de la carpintería de armar en la provincia de Huelva su relación con los tratados de carpintería*. 1999.
- [11] Candelas Gutiérrez A. *Proceso constructivo, ornamento y estructura en las armaduras de par y nudillo*. *Historia Santiago*. 1996; 19-21.
- [12] Candelas Gutierrez A. *The Power of Geometric Relationships in Mudéjar Timber Roof Frames*. *Nexus Network Journal*. 2017;19(2):521-45.
- [13] Branco JM, Descamps T. *Analysis and strengthening of carpentry joints*. *Construction and Building Materials*. 2015; 97: 34-47.
- [14] Candelas-Gutiérrez A, Borrallo-Jimenez M. *Methodology of Restoration of Historical Timber Roof Frames. Application to Traditional Spanish Structural Carpentry*. *International Journal of Architecture Heritage*. 2020;14(1):51-74. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1506833>
- [15] Arriaga Martitegui F, Peraza Sánchez F, Esteban Herrero M. *Madera aserrada estructural*. 2003.
- [16] Bonamini, Gabriele; Uzieli, L. (a cura di). *Il manuale del legno strutturale*. Vol. IV *Interventi sulle strutture* 1a ed. Mancosu Editore, editor. 2004.
- [17] Nuere Matauco, E. *Madera, en restauración y rehabilitación*. *Informes de la Construcción*. 2007;59(506):123-30.
- [18] Rodríguez Liñán C, Morales Conde MJ, Rubio de Hita P, Pérez Gálvez F. *Inspección with non destructive techniques of a historic building: Oratorio San Felipe Neri (Cádiz)*. *Inspección mediante técnicas no destructivas de un edificio histórico: Oratorio San Felipe Neri (Cádiz)*. *Informes de la Construcción*. 2011;63(521):13-22. <https://doi.org/10.3989/ic.10.032>

- [19] Pérez Gálvez F, Rubio de Hita P, Ordóñez Martín M, Morales Conde MJ, Rodríguez Liñán C. Sustainable restoration of traditional building systems in the historical centre of Sevilla (Spain). *Energy and Buildings*. 2013; 62:648-59.
- [20] Morales-Conde MJ, Rodríguez-Liñán C, de Hita RP. Application of non-destructive techniques in the inspection of the wooden roof of historic buildings: A case study. *Advanced Materials Research*. 2013; 778 (January 2017): 233-42. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.778.233>
- [21] Rodríguez Liñán C, Morales Conde MJ, Rubio De Hita P, Pérez Gálvez F. Application of non-destructive techniques in the inspection of wooden structures of protected buildings: The case of nuestra señora de los dolores church (Isla Cristina, Huelva). *International Journal of Architecture Heritage*. 2015; 9(3): 324-40. <https://doi.org/10.1080/15583058.2013.771292>
- [22] Basterra A, Ramón G, Barranco I. Evaluacion preliminar de la estructura de madera de quince (12+3) monumentos declarados B.I.C. En Castilla-Leon. En: Ibérico 1º Congresso, editor. Guimãres; 2004.
- [23] Basterra LA, Acuña L, Casado M, Ramón-Cueto G, López G. Diagnóstico y análisis de estructuras de madera mediante técnicas no destructivas: aplicación a la Plaza Mayor de Chinchón (Madrid). *Informes de la construcción*. 2009; 61(516):21-36. <https://doi.org/10.3989/ic.09.016>
- [24] Rivera-Gómez C, Galán-Marín C. In situ assessment of structural timber elements of a historic building by Moisture content analyses and ultrasonic velocity tests. *International Journal for Housing Science and Its Applications* 2013; 37(1): 33-42.
- [25] Arriaga Martitegui F, Peraza F, Esteban M, Bobadilla I, García F. Intervención en estructuras de madera. AITIM, editor. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. Madrid; 2002.
- [26] Ariza López I, Guerrero Vega JM, Pinto Puerto F. Métodos de trabajo y resultados de refuerzos en madera de un forjado del siglo XVII de la Sacristía de San Miguel en Morón de la Frontera (Sevilla). *Informes de la Construcción*. 2017; 69(545) :0-10.
- [27] Cruz H, Yeomans D, Tsakanika E, Macchioni N, Jorissen A, Touza M, et al. Guidelines for on-site assessment of historic timber structures. *International Journal of Architectural Heritage : Conservation, Analysis, and Restoration*. 2015;9(3):277-89.
- [28] Cuartero J, Cabaleiro M, Sousa HS, Branco JM. Tridimensional parametric model for prediction of structural safety of existing timber roofs using laser scanner and drilling resistance tests. *Engineering Structures*. 2019; 185 (February): 58-67.
- [29] Verbist M, Matos FT, Branco JM. Structural and health assessment of historic timber roofs from the Convent of Christ in Tomar. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*. 2019; 9(4): 491-511. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13349-019-00347-6>
- [30] Llana DF, Íñiguez-González G, Díez MR, Arriaga F. Nondestructive testing used on timber in Spain: A literature review. *Maderas Ciencia y Tecnología*. 2020; 22(2): 133-56.
- [31] Rinn, F. Device for material testing, especially wood, by drill resistance measurements. German Patent 4122494.1990.
- [32] Casado M, Acuña L. La técnica resistográfica y la madera estructural. En: *Iberomadera 2007*. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano de productos forestales; 2007.
- [33] Acuña L, Basterra LA, Casado MM, López G, Ramón-Cueto G, Relea E, et al. Aplicación Del Resistógrafo a La Obtención De La Densidad Y La Diferenciación De Especies De Madera. *Materiales de Construcción*. 2011; 61(303): 451-64.

- [34] Carrasco EVM, Pereira NCS, Alves RC. Estimativa Da Densidade Aparente, Resistência À Compressão E Módulo De Elasticidade Da Madeira Por Meio Do Resistógrafo. *Construindo (Belo Horizonte)*. 2013; 5(1): 45-51.
- [35] Nowak TP, Jasieńko J, Hamrol-Bielecka K. In situ assessment of structural timber using the resistance drilling method - Evaluation of usefulness. *Construction and Building Materials*. 2016; 102: 403-15.
- [36] Ortiz R, Fuentes N, Jamet A, Moya A, González M, Paz Varela M, et al. Evaluación resistográfica en elementos de maderas desfibradas de la torre de lixiviación de la oficina salitrera Santa Laura en Chile. *Patrimonio de la Humanidad. Informes de la Construcción*. 2017; 69(547): 209.
- [37] Raposo PC, Andrade M, Correia JAF, Salavessa ME, Reis C, Oliveira C, et al. Non-Destructive Structural Wood Diagnosis of a Medieval Building. *Procedia Structural Integrity*. 2017;5:1147-52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prostr.2017.07.024>
- [38] de la Mata Jiménez J, Esteban M (Tutor), Iñiguez G (Tutor). Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes; 2011. Disponible en: http://oa.upm.es/36492/1/PFC_JAIME_DE_LA_MATA_JIMENEZ.pdf
- [39] Kim GC, Kim JH. Changes in mechanical properties of wood due to 1 year outdoor exposure. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*. 2020; 48(1):1 2-21.
- [40] Barreira E, de Freitas VP. Evaluation of building materials using infrared thermography. *Construction and Building Materials*. 2007; 21(1): 218-24.
- [41] López G, Basterra LA, Acuña L. Infrared thermography for wood density estimation. *Infrared Physics and Technology*. 2018; 89: 242-6.
- [42] Rodríguez Liñán C, Rubio de Hita P. Evaluación del estado de la madera en obras de rehabilitación mediante técnicas de ultrasonidos y obtención de parámetros resistentes. *Informes de la Construcción*. 1995; 47(440): 5-22.
- [43] Pérez Gálvez F, Gómez de Cózar JC, Rubio de Hita P, Rodríguez Liñán C. Diagnóstico mediante técnicas de ultrasonidos del forjado de madera del refectorio del Convento de Santa Clara en Carmona (Sevilla). *Informes de la Construcción*. 2004; 55(490): 17-28.
- [44] Morales Conde MJ, Rodríguez Liñán C, Rubio de Hita P. Use of ultrasound as a nondestructive evaluation technique for sustainable interventions on wooden structures. *Building and Environment*. 2014; 82: 247-57.
- [45] Morales-Conde MJ, Rodríguez-Liñán C, Rubio-de Hita P. A study of the wood-related factors involved in non-destructive ultrasound tests perpendicular to the grain for Scots pine. *Materials and Structure*. 2016; 49(4): 1543-52.
- [46] García MC, Seco JIFG, Prieto EH. Improving the prediction of strength and rigidity of structural timber by combining ultrasound techniques with visual grading parameters. *Materiales de Construcción*. 2007; 57(288): 49-59.
- [47] Esteban Herrero M. Determinación de la capacidad resistente de la madera estructural de gran escuadría y su aplicación en estructuras existentes de madera de conífera. 2003.
- [48] Iñiguez González G. Clasificación mediante técnicas no destructivas y evaluación de las propiedades mecánicas de la madera aserrada de coníferas de gran escuadría para uso estructural. Dep. Construcción y Vías Rural Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes Universidad Politécnica de Madrid. 2007; 1-236.
- [49] Arriaga F, Esteban M, Relea E. Evaluation of the load carrying capacity of large cross section coniferous timber in standing structures. *Materiales de Construcción*. 2005; 55(280): 43-52.

- [50] Esteban M, Arriaga F, Íñiguez G, Bobadilla I, Mateo R. Influencia de las fendas en la resistencia de la madera estructural. *Materiales de Construcción*. 2010; 60(299): 115-32.
- [51] Palma P, Garcia H, Ferreira J, Appleton J, Cruz H. Behaviour and repair of carpentry connections - Rotational behaviour of the rafter and tie beam connection in timber roof structures. *Journal of Cultural Heritage*. 2012; 13(3 SUPPL.): S64--S73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2012.03.002>
- [52] Rodríguez Mayorga E, Cobo A, Yanes E, Saez A. The Repair of the Structure of Santiago's Church (Jerez De La Frontera, Spain) Using Grout-Injection. *International Journal of Architectural Heritage*. 2019; 13(8): 1234-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1515273>
- [53] Rodríguez-Mayorga E, Yanes-Bustamante E, Sáez-Pérez A. Analysis and diagnosis of the church of Santiago in Jerez de la Frontera (Spain). *Informes de la Construcción*. 2015; 67(540).
- [54] Pérez-Gálvez F, Rodríguez-Liñán C, Rubio P. Determinación de las características mecánicas de los muros de fábrica de ladrillo en la arquitectura doméstica sevillana de los siglos XVIII Y XIX. *Informes de la Construcción*. 2009; 61(514): 19-28.
- [55] Gobierno de España. CTE-SE-M- Seguridad Estructural en Madera. *Boletín Oficial del Estado*. 2019.
- [56] Gobierno de España. CTE-SE-AE-Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación. *Boletín Oficial del Estado*. 2009.
- [57] Gobierno de España. CTE-SE-F-Seguridad estructural Fábrica. *Boletín Oficial del Estado*. 2009.
- [58] AENOR. UNE-EN 1995-1-2:2016: Eurocódigo 5. Estructuras en Madera, 2016.
- [59] AENOR. UNE 56-530-77. Características físico -mecánicas de la madera. Vol. 73. 1977. p. 1-6.
- [60] AENOR. UNE-EN 844: Madera aserrada y madera en rollo Terminología. 2020;
- [61] AENOR. UNE 41805-8 IN: Diagnóstico de edificios. Parte 8: Estudio patológico de la estructura del edificio. *Estructuras de madera*. 2009. p. 3-5.
- [62] AENOR. UNE-EN 13183-2: Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 2: Estimación por el método de la resistencia eléctrica. 2002.
- [63] AENOR. UNE-EN 384: Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad. 2010.
- [64] AENOR. UNE-EN 408: Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. 2011;38.
- [65] AENOR. UNE-EN 338: Madera estructural. Clases resistentes. 2003.
- [66] AENOR. UNE 56544: Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas. 2011.
- [67] AENOR. UNE-EN 912:2012/AC. Madera estructural. Clases Resistentes. Asignación de calidades visuales y especies. 2013
- [68] Guindeo Casasús A, Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho. *Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario*. Madrid: Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. AITIM; 1997. Disponible en: http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C__Rb1368612__S
- [69] Argüelles Álvarez R, Arriaga Martitegui F, Martínez Calleja JJ. *Estructuras de madera : diseño y cálculo*. Madrid: Asociación Investigación Técnica Industria Madera y Corcho; 2000.
- [70] Chapra SC, Canale RP, Edición Q. *Métodos numéricos para ingenieros*. 5o. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2006. 905-930 p.

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
A COTA DE CUBIERTAS DE ARMADURA:
LA PARROQUIA MAYOR DE SANTA CRUZ, ÉCIJA

9

ANEXOS

CONVENIO DE COLABORACIÓN CON ARCHIDIÓCESIS DE SEVILLA



**SECRETARIADO DE
PRÁCTICAS EN EMPRESA Y EMPLEO**

SEVILLA, 13 de mayo de 2021

NUESTRA REFERENCIA

DBT/

ASUNTO

Rdo. Convenio de Realización tfg-tfm

DESTINATARIO

ARCHIDIOCESIS DE SEVILLA

A/A Isacio Siguero Muñoz
PLAZA VIRGEN DE LOS REYES S/N
Cod.postal: 41080
SEVILLA, Sevilla

Estimado

Sr./Sra.:

Adjunto le remitimos original del Convenio de Realización tfg-tfm entre la Universidad de Sevilla y su empresa para su archivo.

Finalizada la fase de firma de convenio, podrá remitir ofertas de prácticas para su tramitación. En caso de duda podrá contactar con nosotros en el teléfono o e-mail del pie del presente.

Quedando a su entera disposición, le saluda atentamente

**LA DIRECTORA DEL SECRETARIADO
DE PRÁCTICAS EN EMPRESA Y EMPLEO**

Fdo.: María Dolores Borrás Talavera



Avda. Ciudad Jardín, 20-22 - 41005 Sevilla - Tfno: 954.55.97.90 - Fax: 954.55.97.80
E-mail: infopracticas@us.es - www.servicio.us.es/spee



SECRETARIADO
PRÁCTICAS EN EMPRESA Y EMPLEO



SOLICITUD PARA FORMALIZAR CONVENIO PARA LA REALIZACIÓN DE TFG/M POR ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

27266

EMPRESA, INSTITUCIÓN O PROFESIONAL

Denominación/Razón Social: Archidiócesis de Sevilla CIF/NIF: R4100062A

Grupo Actividad Económica: Agricultura, Ganadería, Pesca Construcción Industria Servicios

Tipo: Administración Pública Agrupaciones de interés económico Comunidad de bienes Empresa sin ánimo de lucro Empresario individual Entidades de Capital-Riesgo Sociedad Anónima Sociedad Civil Sociedad Colectiva Sociedad Comanditaria por acciones Sociedad Comanditaria simple Sociedad Cooperativa Sociedad de Inversión Mobiliaria Sociedad de Responsabilidad Limitada Sociedad Laboral Sociedades de Garantía Recíproca

Actividad Económica (CNAE cuatro dígitos): Actividad económica de la empresa según el CNAE a cuatro dígitos (consultar en www.ine.es)

Tamaño según el nº de trabajadores: menos de 10 entre 10 y 49 entre 50 y 249 más de 249

Domicilio social	Municipio	Provincia	Cód. Postal
PLAZA VIRGEN DE LOS REYES S/N	SEVILLA	SEVILLA	41004

Domicilio a efectos de notificación (rellenar sólo si es diferente al social)	Municipio	Provincia	Cód. Postal
-------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----------	-------------

Datos del representante legal que firmará el convenio

Nombre: ALBERTO BENITO PEREGRINA

NIF: 51.371.161V Cargo: ECÓNOMO DIOCESANO Teléfono1: 954505505

Teléfono 2: Fax: e-mail: economo@archisevilla.org

Datos de la persona de contacto (rellenar sólo si es diferente a la persona que firmará el convenio):

Nombre: ALBERTO BENITO PEREGRINA

NIF: Cargo: Teléfono 1:

Teléfono 2: Fax: e-mail:

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR LA EMPRESA (según proceda):

- Empresas privadas cuyo titular es una persona física: FOTOCOPIA D.N.I. Y FOTOCOPIA del modelo 036.
- Empresas privadas cuya titularidad corresponde a una persona jurídica (S.A., S.R.L, etc.): FOTOCOPIA C.I.F. y acreditación de tener capacidad legal para realizar la firma de convenios.
- Empresas y Organismos públicos: FOTOCOPIA del NOMBRAMIENTO de la persona que lo represente con capacidad para firmar convenios de colaboración.
- Asociaciones e Instituciones sin ánimo de lucro: Certificado de acreditación de capacidad legal para la firma de convenios.

CENTRO UNIVERSITARIO PROMOTOR (A RELLENAR POR LA UNIVERSIDAD)

Centro: E.T.S. ARQUITECTURA

Vicedecano/a o Subdirector/a responsable de las prácticas: Samuel Domínguez Amarillo

Cargo: Subdirector de Planes Propios y Emprendimiento

Teléfono 1: 954556293 Teléfono 2: Fax: e-mail: planes_practicas_etsa@us.es

Nombre estudiante promotor: Javier de Sola Caraballo <javiersoca95@gmail.com> NIF: 29512189-S

SI LA EMPRESA NO ESTÁ DADA DE ALTA EN ICARO AUTORIZO AL SPEE A SU ALTA PARA LA GESTIÓN DEL CONVENIO Y LAS PRÁCTICAS

En Sevilla a, _____

En Sevilla a, 04/02/2021

Por la Universidad, Fdo.: Samuel Domínguez Amarillo

Por la Empresa/Institución, Fdo.: ALBERTO BENITO PEREGRINA (Firma y sello)

En cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, sobre Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, los datos personales serán incorporados a un fichero titularidad de la Universidad de Sevilla, con la finalidad de gestionar prácticas externas y empleo, así como para la realización de encuestas, estudios y promoción de actividades propias de la US. En cualquier momento podrá ejercitar los derechos recogidos en dicha ley siguiendo el procedimiento establecido en https://sic.us.es/proteccion-de-datos-personales

CONVENIO TIPO BASE DE COOPERACIÓN EDUCATIVA PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS FIN DE GRADO Y MÁSTER ENTRE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA Y Archidiócesis de Sevilla

En Sevilla, a 04/02/2021

REUNIDOS

De una parte, D. Manuel Felipe Rosa Iglesias, Vicerrector de Transferencia del Conocimiento, con Delegación para la firma de Convenios Tipo Base de Cooperación Educativa, por resolución rectoral de fecha cuatro de febrero de dos mil veintiuno, en nombre y representación de la **Universidad de Sevilla**, en adelante **UNIVERSIDAD**, y con domicilio social en C/ San Fernando nº 4, 41004 Sevilla.

Y de otra parte, Don/Dña. ALBERTO BENITO PEREGRINA en su calidad de **ECÓNOMO DIOCESANO** de Archidiócesis de Sevilla con CIF/NIF Nº R4100062A, en adelante **ENTIDAD COLABORADORA**, en nombre y representación de la misma, y con domicilio social en PLAZA VIRGEN DE LOS REYES S/N 41004 SEVILLA SEVILLA

Intervienen como tales y en la representación que ostentan se reconocen entre sí la capacidad legal necesaria para suscribir el presente convenio y

EXPONEN

1. Que es voluntad de las partes colaborar en la formación final de los estudiantes universitarios a través de la realización de sus trabajos fin de grado y fin de máster, cuyo objetivo es permitir a los mismos aplicar y demostrar los conocimientos adquiridos en su formación académica. En el mismo se desarrollarán y aplicarán los conocimientos, capacidades y competencias adquiridos en la titulación.

2. Que el presente convenio tiene como objeto establecer un marco de cooperación educativa en materia de trabajo fin de grado/máster, que es una asignatura de carácter obligatorio dentro del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS), cumpliendo el artículo 12.7 del R.D. 861/2010 por el que se modifica el R.D. 1393/2007, en el cual se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. El trabajo de fin de grado/máster debe tener entre 6 y 30 créditos, realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas a título. Además, se encuentra base jurídica en el Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario y en la Normativa de Trabajos Fin de Estudio de la Universidad de Sevilla (Acuerdo 4.1/CG 20/07/2017), así como el Acuerdo Único/CU 05/02/2009, por el que se aprueba el Reglamento General de Actividades Docentes de la Universidad de Sevilla (BOUS nº 2, de 10/02/2009), en el que se regulan las Enseñanzas Propias de la US, y el Acuerdo 7.1/CG 25/07/07 por el que se aprueba el Reglamento de Enseñanzas Propias del Centro de Formación Permanente.

Por todo ello, deciden suscribir el presente Convenio de Cooperación Educativa de acuerdo con las siguientes

CLÁUSULAS

1ª. Ámbito de aplicación. El presente convenio será de aplicación para la realización de trabajos fin de grado y máster en la ENTIDAD COLABORADORA por los estudiantes matriculados en cualquier enseñanza impartida por la UNIVERSIDAD, en los términos recogidos en la Normativa de Trabajo Fin de Curso de la UNIVERSIDAD.

2ª. Requisitos de la ENTIDAD COLABORADORA. La ENTIDAD COLABORADORA para poder ser tutora de alumnos que realicen sus trabajos fin de grado/máster de la UNIVERSIDAD deberá cumplir, al menos, los siguientes requisitos: estar debidamente constituida, no tener abierto un expediente de regulación de empleo, disponer de los medios e instalaciones adecuadas para el desarrollo de dichos trabajos y de personal cualificado para la supervisión y tutorización de los mismos.
Si firmado el presente convenio cambiara la situación legal de la ENTIDAD COLABORADORA, esta se compromete a informar a la UNIVERSIDAD.

3ª. Proyecto formativo. El proyecto formativo de los trabajos a realizar por los estudiantes deberá fijar el tema y título aproximado del trabajo, una breve descripción de los objetivos y las actividades a desarrollar y figurará en el anexo de este Convenio en cada una de las modalidades de trabajo. Así mismo el desarrollo del trabajo se definirá de forma que aseguren la relación directa con los contenidos adquiridos en los estudios cursados.

En todo caso, se procurará que el proyecto formativo se conforme siguiendo los principios de inclusión, igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal.

4ª. Modalidades de Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster. Los Trabajos de esta naturaleza podrán realizarse bajo diversas modalidades:

Modalidad 1: Autorización de la empresa para que los alumnos utilicen los datos obtenidos y experiencias adquiridas durante su periodo de prácticas previa autorización de las entidades colaboradoras.

Modalidad 2: Autorización de la empresa para que los alumnos realicen visitas programadas pero puntuales previstas en su plan formativo para la realización de dichos trabajos.

Modalidad 3: Autorización de la empresa para que los alumnos realicen dichos trabajos en la sede o instalaciones de la entidad colaboradora. En este caso, los requisitos deben ser los siguientes:

- La entidad colaboradora designará un tutor por parte de la empresa para realizar el seguimiento del programa del trabajo a realizar por el alumno.
- El tutor de la entidad colaboradora y el tutor académico de la Universidad deberán colaborar para que el trabajo llegue a término.
- El periodo de estancia del alumno en la entidad colaboradora no podrá ser superior a los dos tercios del resultado de multiplicar por 25 horas el número de créditos asignados a dicho trabajo.
- Con carácter general, los derechos de propiedad intelectual e industrial registrables que se puedan derivar de estos trabajos llevados a cabo por el alumno pertenecerán a la empresa, sin perjuicio de que los alumnos puedan utilizarlos siempre previa conformidad de la institución colaboradora. Sin perjuicio de lo anterior, el alumno podrá negociar otras condiciones a priori con la mediación del XXX (DIRRECCIÓN-VICERRECTORADO RESPONSABLE), lo que quedará recogido en el anexo correspondiente.

En dicho anexo, además, quedará detallada la modalidad a la que se acoge la institución colaboradora, el proyecto docente que seguirá el alumno y las condiciones de su estancia en la entidad colaboradora junto con la fecha de inicio y finalización de la estancia del alumno en la empresa.

5ª. Oferta y demanda. La oferta de este tipo de trabajos estará controlada por los distintos Centros de la Universidad de Sevilla.

El procedimiento de solicitud, selección y adjudicación de los Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster será determinado por el Centro al que esté adscrita la titulación en la que esté matriculado el alumno.

6ª. Adjudicación. Por cada estudiante seleccionado se suscribirá un anexo al presente convenio, según modelo (Anexo I), donde se recogerán los datos referentes al estudiante, de la entidad colaboradora, la modalidad de trabajo, los datos identificadores de sus tutores, la modalidad a la que se acoge el alumno, el proyecto formativo, los datos de permanencia en la institución colaboradora del alumno (lugar, horario, período de realización, régimen de permisos) y cualquier otro extremo que se juzgue conveniente.

UNIVERSIDAD

ENTIDAD COLABORADORA



7ª. Régimen de asistencias. El régimen de asistencias necesariamente tendrá que incluir la regulación que permita a los estudiantes cumplir con su actividad académica, formativa y de representación y participación, y a conciliar, en el caso de los estudiantes con discapacidad, la realización de las prácticas con aquellas actividades y situaciones personales derivadas o conectadas con la situación de discapacidad, previa comunicación con antelación suficiente a la entidad colaboradora

8ª. Duración y horario. El horario de permanencia del alumno en la entidad colaboradora se establecerá de acuerdo con las características de las mismas y las disponibilidades de la entidad colaboradora, y quedarán reflejados en el Anexo I. Los horarios, en todo caso, serán compatibles con la actividad académica, formativa y de representación y participación desarrollada por el estudiante en la Universidad.

9ª. Cobertura de seguro. Los estudiantes estarán cubiertos, en caso de accidente, enfermedad o infortunio familiar por el Seguro Escolar, en los términos y condiciones que establece la legislación vigente. En el caso de estudiantes a partir de 28 años, inclusive, deberán formalizar un seguro de accidente, cuya cuantía correrá a su cargo, debiendo aportar una copia del mismo al Responsable de del Centro previo al inicio de su estancia en la institución colaboradora. Además, queda garantizada la responsabilidad civil de daños a terceros que pueda ocasionar el estudiante en prácticas por la póliza que la UNIVERSIDAD tiene suscrita a tales efectos. En el caso de los trabajos realizados en el extranjero, y con independencia de la modalidad, los estudiantes deberán suscribir por su cuenta un seguro de accidente que incluya la repatriación y un seguro de responsabilidad civil, debiendo aportar una copia del mismo al Responsable de prácticas del centro previo al inicio de la práctica.

10ª. Naturaleza y jurisdicción. El presente convenio posee naturaleza administrativa y se registrará en su interpretación y desarrollo por el Ordenamiento Jurídico Administrativo, con especial sumisión de las partes a la Jurisdicción Contencioso Administrativa de Sevilla. La suscripción del presente convenio no supondrá la adquisición de más compromisos que los estipulados en el mismo.

11ª. Vigencia. El presente Convenio tendrá una vigencia de cuatro años a partir de la fecha de su firma, y se renovará de forma expresa por otro periodo de cuatro años, a no ser que una de las partes notifique a la otra el deseo de darlo por concluido.

12ª. Protección de datos de carácter personal. Todos los afectados por el presente convenio y anexos, devendrán obligados por las disposiciones y exigencias de lo establecido en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales.

En relación con el tratamiento de los datos de carácter personal, ambas entidades en el desarrollo de sus correspondientes actividades derivadas del presente convenio, atenderá las disposiciones de obligado cumplimiento establecidas en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la directiva 95/46/CE, y a comunicar a la otra lo que sea relevante de su propia política de privacidad y el correspondiente documento de seguridad.

Información básica sobre protección de datos:

1. Responsable del tratamiento: UNIVERSIDAD DE SEVILLA
2. Finalidad del tratamiento: Gestionar los programas de prácticas académicas externas y/o empleo en entidades privadas u organismos públicos de los estudiantes de la Universidad de Sevilla y egresados universitarios, posibilitando el acercamiento entre éstos y las empresas u organismos que participan en los programas.

UNIVERSIDAD



3. Legitimación :Base jurídica del tratamiento (art. 6 RGPD):
El interesado dio su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales para uno o varios fines específicos. (6.1.a)
El tratamiento es necesario para la ejecución de un contrato en el que el interesado es parte o para la aplicación a petición de este de medidas precontractuales.(6.1.b)
El tratamiento es necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento.(6.1.c)
El tratamiento es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento (6.1.e)
4. Destinatarios de cesiones o transferencias: Previsión o no de cesión de datos/ previsión o no de transferencias a terceros países. Los datos de los estudiantes o egresados son facilitados a las empresas para cuyas prácticas u ofertas de empleo aplican o son propuestos por las empresas. Los datos básicos de las empresas son publicados junto con las ofertas de prácticas/empleo que realizan y son facilitados a los estudiantes/egresados seleccionados para realizar las prácticas o acceder a la oferta de empleo.
5. Derechos: Tiene derecho a acceder, rectificar, suprimir y a la portabilidad de los datos, así como otros derechos, como se explica en la información adicional.
6. Información adicional: Puede consultar la información adicional y detallada sobre Protección de Datos en <http://alojaservicios.us.es/spee/gestion-convenios/proteccion-datos>.


De conformidad con cuanto antecede, en el ejercicio de las facultades que legalmente corresponden a cada uno de los firmantes, obligando con ello a las instituciones que representan, suscriben el presente convenio por duplicado ejemplar en el lugar y fecha señalados al principio.

Por la UNIVERSIDAD


Fdo. Manuel Felipe Rosa Iglesias

Por la ENTIDAD COLABORADORA

(Firma y sello)


Fdo. ALBERTO BENITO PEREGRINA