

ARQUITECTURA

ESP. ARQ. PABLO PEIRONE

ESP. ARQ. JULIA CERUTTI

DISEÑO ESTRUCTURAL

1

Criterios de diseño y análisis estructural del Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya en Reus



El diseño y análisis estructural del Centro de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya constituyó un reto técnico y tecnológico, dadas las características y dimensiones de la estructura resistente, con un claro objetivo: obtener una buena resolución del proyecto sobre la base de que la concepción espacial de un edificio depende también de su concepción resistente. Las necesidades funcionales del edificio dieron paso a una tipología edificatoria singular e innovadora sin pilares en la caja operativa del edificio multifuncional. Para ello, se proyectó una estructura metálica (vigas de celosía) de grandes dimensiones colgadas únicamente de cuatro núcleos de hormigón. El objetivo del presente artículo es exponer los criterios utilizados en el diseño y análisis estructural del proyecto, para atender satisfactoriamente las cuestiones formales y necesidades arquitectónicas, así como funcionales, resistentes y constructivas. El edificio, desarrollado con herramientas BIM, actualmente es un referente en los ámbitos de la Arquitectura e Ingeniería estructural.

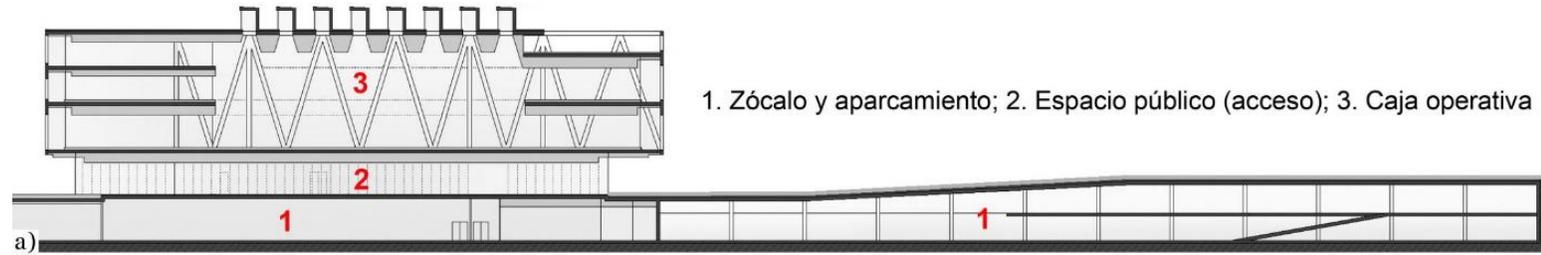
Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya en Reus

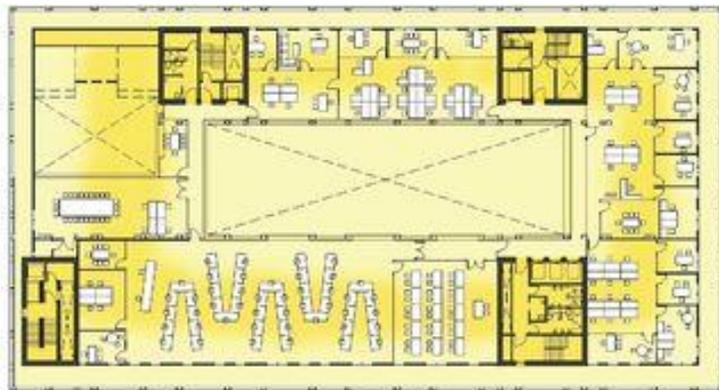
-la concepción espacial de un edificio depende también de su concepción resistente.

-Las necesidades funcionales del edificio dieron paso a una tipología sin pilares en la caja operativa del edificio

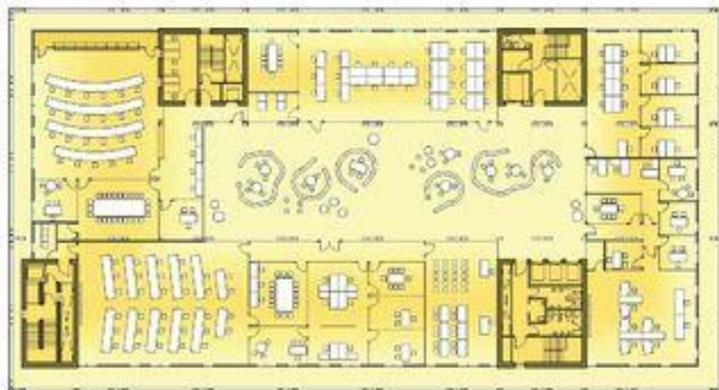
-Para ello, se proyectó una estructura metálica (vigas de celosía) de grandes dimensiones colgadas únicamente de cuatro núcleos de hormigón.

Figura 1 a) Sección longitudinal del conjunto, b) Vista de la caja operativa y torre de telecomunicaciones desde la fachada sur.

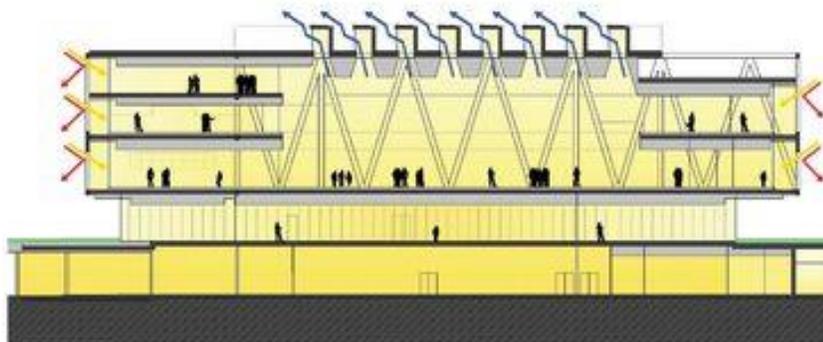




NIVEL 3_CAJA OPERATIVA 1_500
FLOOR 3_OPERATIONAL BOX 1_500



NIVEL 2_CAJA OPERATIVA y ESPACIO DE RELACION 1_500
FLOOR 2_OPERATIONAL BOX & RELATIONSHIP AREA 1_500



El edificio cuenta con las más altas medidas de seguridad para proteger en todo momento su operatividad. Los principales sistemas del edificio (electricidad, climatización, telecomunicaciones) están redundados. Ante la posibilidad de caída de los abastecimientos externos del edificio puede ser autónomo durante 5 días. La autonomía se consigue mediante grupos electrógenos alimentados por depósitos de gasóleo y el abastecimiento de agua potable a través de depósitos.

El conjunto de medidas sostenibles ha revertido en la obtención de la certificación LEED - Plata. La alta eficiencia energética del edificio se traduce en un ahorro del 50% del consumo de agua respecto a un edificio convencional y del 34% del consumo energético.

The building has the highest security measures to protect its operating capacity at all times. The main building systems (electricity, air conditioning and telecommunications) are redundant. Faced with an external energy or water supply failure, the building is equipped to be autonomous for 5 days. The autonomy is achieved by electric generators powered by fuel tanks and potable water supply through reservoirs.

The set of sustainable measures has reverted in obtaining LEED certification - Silver. Compared to a conventional building, the building's high energy efficiency leads to the conservation of 50% in water consumption and 34% of energy consumption.



DESCRIPCION-CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO

- El acceso al edificio se realiza desde el nivel intermedio y desde allí, mediante cuatro núcleos de circulación, se accede a la caja operativa.
- Cada uno de ellos confecciona uno de los distintos recorridos de comunicación (flujos verticales) del edificio conforme a los grados de privacidad y de seguridad requeridos visitas externas, trabajadores, mantenimiento y autoridades .
- El edificio se caracteriza por su diseño arquitectónico y, por la estructura metálica de gran luz que conforman la caja operativa
- Esta gravita únicamente en los cuatro núcleos de circulación que realizan, también, la función resistente del volumen superior (núcleos de hormigón de base rectangular).
- Las características y dimensiones de la caja operativa (67,35 × 36,50 m en planta y 13,50 m de altura), permite prescindir de pilares en el interior del edificio.
- La tipología estructural proyectada da respuesta a las cuestiones formales y funcionales del edificio se compone de vigas de celosía de grandes dimensiones (luz y canto)
- Cuatro de ellas dispuestas dos a dos en los costados de los núcleos (vigas longitudinales L1-L4) las armaduras de cierre se sitúan en los laterales (vigas transversales T1 y T2) de acuerdo a la Figura 2.
- Las estructuras que se ubican en el perímetro (vigas longitudinales exteriores y vigas transversales) envuelven la caja operativa.
- Entretanto las dos vigas longitudinales interiores delimitan el patio central o atrio.

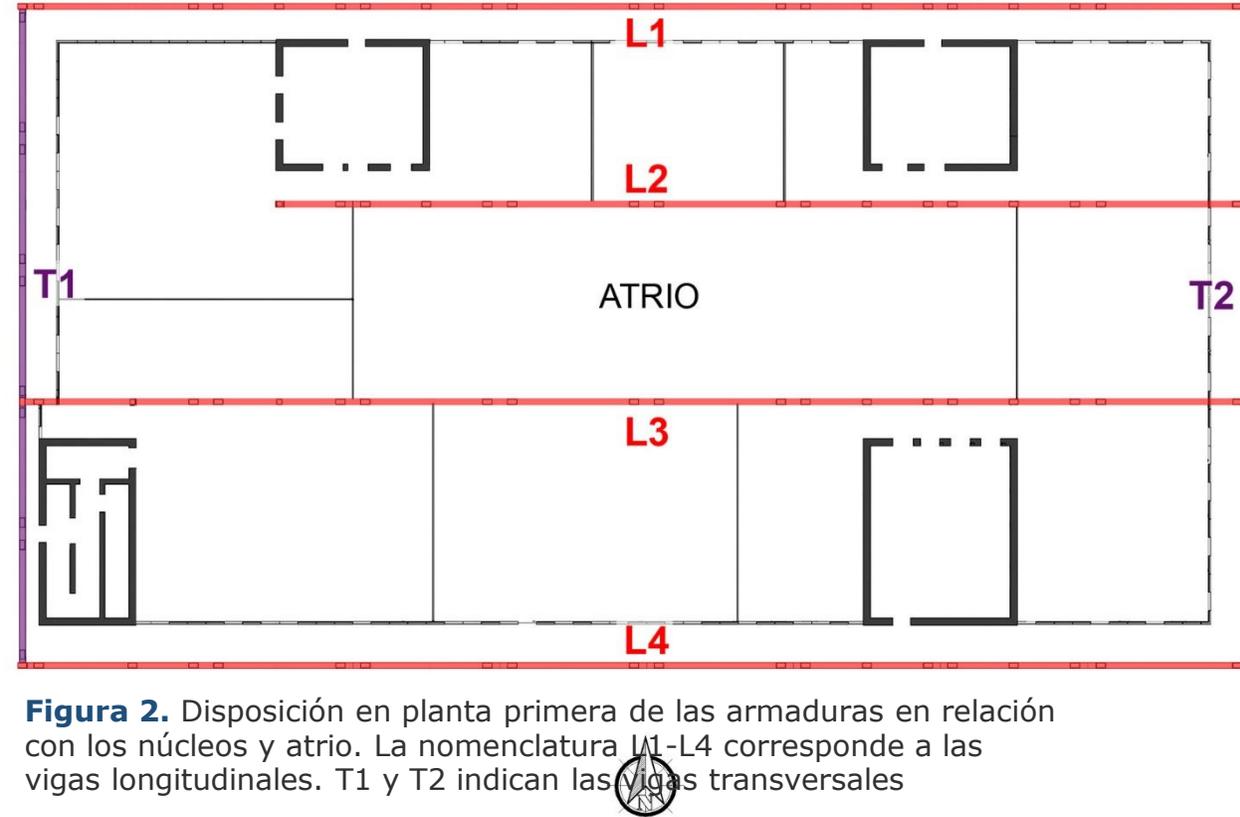


Figura 2. Disposición en planta primera de las armaduras en relación con los núcleos y atrio. La nomenclatura L1-L4 corresponde a las vigas longitudinales. T1 y T2 indican las vigas transversales

El acceso al edificio se realiza desde el nivel intermedio (espacio público) y desde allí, mediante cuatro núcleos de circulación, se accede a la caja operativa. Cada uno de ellos confecciona uno de los distintos recorridos de comunicación (flujos verticales) del edificio conforme a los grados de privacidad y de seguridad requeridos: visitas externas, trabajadores, mantenimiento y autoridades . Las pantallas centrales del núcleo de visitas se elevan por encima del edificio hasta una altura de 46 m para, además, dar lugar a la torre de telecomunicaciones . Dichas necesidades proyectuales impulsaron que el edificio se caracterice por su diseño arquitectónico y, consecuentemente, por la estructura metálica de gran luz que conforman la caja operativa, ya que ésta gravita únicamente en los cuatro núcleos de circulación que realizan, también, la función resistente del volumen superior (núcleos de hormigón de base rectangular). Las características y dimensiones de la caja operativa (67,35 × 36,50 m en planta y 13,50 m de altura), acorde a las necesidades arquitectónicas expuestas, convergen en una «estructura innovadora que permite prescindir de pilares en el interior del edificio», como expone el arquitecto del proyecto Marco Suárez . Este aspecto favorece «la flexibilidad del edificio (plurifuncional) para incorporar futuras distribuciones, a la vez que se potencia una imagen de unidad entre todos los cuerpos operativos»

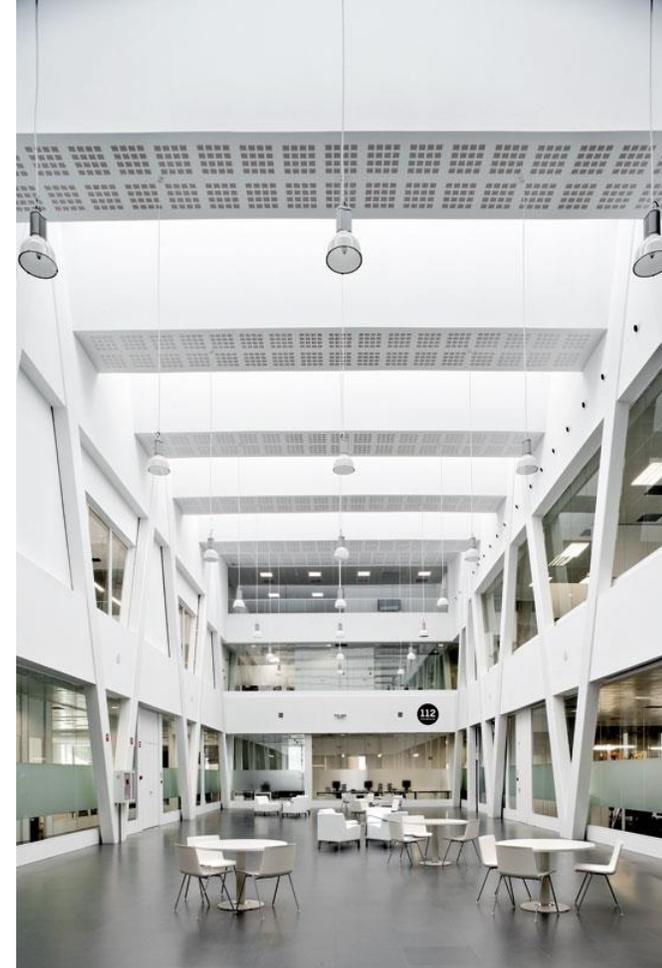


Figura 3. caja operativa

La tipología estructural proyectada da respuesta a las cuestiones formales y funcionales del edificio 112 Reus , y se compone de vigas de celosía de grandes dimensiones (luz y canto). Cuatro de ellas dispuestas dos a dos en los costados de los núcleos (vigas longitudinales L1-L4), mientras que las armaduras de cierre se sitúan en los laterales (vigas transversales T1 y T2), de acuerdo a la Figura 2. Las armaduras que se ubican en el perímetro (vigas longitudinales exteriores y vigas transversales) envuelven la caja operativa. Entretanto las dos vigas longitudinales interiores delimitan el patio central o atrio. Espacio alrededor del cual se articulan las distintas salas operativas, aumentando la coordinación y las sinergias entre los distintos operadores

Consecuentemente, las vigas trianguladas que conforman la estructura resistente de la caja operativa se muestran al exterior (envolvente) e interior (atrio) del edificio. Un ejemplo de cierta relevancia de este concepto arquitectónico es el proyecto del Ayuntamiento de Benidorm, entre otros.

En este sentido, el creciente interés en los ámbitos de la Arquitectura e Ingeniería estructural en el uso de sistemas estructurales de acero, como elementos resistentes envolventes –propio de edificios en altura , comporta que actualmente el concepto estructural adquiera un papel de mayor relevancia en el diseño y estética del edificio.

Por consiguiente, para poder hablar de una buena resolución arquitectónica del mismo, es necesaria la existencia de una estrecha relación del binomio que conforman ambas concepciones, diseño arquitectónico y concepto estructural, conocida, ésta, como «estética estructural».

Este nuevo contexto arquitectónico ha modificado significativamente los parámetros que rigen el papel de la estructura en la concepción del proyecto , aspecto de interés que se aborda en mayor profundidad a continuación acorde a la temática presentada, destacando claramente los aspectos relevantes de la relación arquitectura-estructura.

LA RELACIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA

Atendiendo al planteamiento de concepción previamente enunciado, desde un punto de vista formal y compositivo, la característica principal del edificio 112 Reus reside en la dependencia inequívoca entre arquitectura y estructura. Acentuando, así, la necesaria y estrecha colaboración entre arquitecto e ingeniero, para la obtención de un diseño integrador y altamente satisfactorio, a pesar de su complejidad funcional, formal y resistente.

El proyecto se caracteriza por disponer el sistema resistente como envolvente exterior, confeccionando una innovadora estructura contenedora, cuya relevancia reside en los aspectos que se indican a continuación, siendo básicamente

- Optimización estructural de la composición, en función de la respuesta resistente.
- Utilización de pieles y fachadas resistentes, identificando la estructura como envolvente exterior.
- Liberación del espacio interior (diafanidad)

En definitiva, las estrategias de diseño estructural utilizadas en relación al desarrollo del proyecto dotan al concepto arquitectónico de coherencia, rigor e integridad, mediante la existencia de un único orden compositivo-estructural. De esta forma, se desarrolla el potencial de la fachada portante como sistema configurador del edificio .

Esta característica se potencia al disponer en la estructura perimetral una malla textil Serge Ferrari, atendiendo a cuestiones arquitectónicas, que genera la piel envolvente aprovechando las posibilidades que ofrece el concepto estructural. Dicha solución, no sólo aporta una plusvalía estética sino que además responde a las exigencias en materia de protección térmica, acústica y luminosa, mejorando el confort y la privacidad de los usuarios. Resolviendo, además, la problemática de compatibilidad clásica acerca de la colocación del cerramiento respecto al sistema resistente, al disponerlo en un plano ulterior (doble piel), generando, a su vez, un recorrido perimetral de servidumbre y mantenimiento de la estructura y/o fachadas (Figura 2). Además, este espacio permite albergar los elementos transversales de sujeción de las armaduras, dotando de protagonismo a la estructura al utilizar su respuesta resistente como medio definidor de la concepción espacial.

En este contexto, destacar que la disposición de las vigas de celosía, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, configuran espacios interiores diáfanos al separar las armaduras L1-L4 entre 10,80 y 14,40 m, según el caso, permitiendo una gran flexibilidad plurifuncional en cuanto a la distribución de las distintas salas y estancias de la caja operativa y nivel intermedio, atendiendo a las cuestiones arquitectónicas y funcionales de este singular e innovador edificio. Asimismo, el sistema estructural posibilita colocar, indistintamente en altura, los forjados de la caja operativa a distintos niveles (apartado 3.4), comunicados verticalmente por los propios núcleos resistentes. También permite generar espacios libres (sin forjados intermedios) de doble y triple altura para la correcta supervisión de la salas CECAT y operativa, entre otras. Además, estas zonas estructuralmente aligeradas se colocan en puntos estratégicos, descargando los elementos del sistema resistente más comprometidos (voladizos) y solicitados. De igual forma, el atrio responde a dicha sensibilidad proyectual, a la vez que actúa como punto central de entrada de luz natural (lucernarios). Estas estrategias son algunos ejemplos de diseño arquitectónico-estructural que generan una indudable interacción bidireccional integral en todo momento entre ambas vertientes.

En efecto, la estructura adquiere, además de su función estática y resistente, un destacado papel en el diseño y la composición arquitectónica del proyecto, influyendo significativamente el concepto estructural en la concepción del mismo. Definiendo, pues, la forma de éste a través de geometrías que optimizan el comportamiento resistente, atendiendo a criterios de eficiencia estructural, se establece un sistema único e innovador, ad hoc, para un fin determinado. No siendo el objetivo resolver óptimamente, desde la forma/geometría, un problema general como es propio de construcciones tradicionales (arcos, bóvedas, cúpulas, etc.)

Siendo la composición y sistema resistente del edificio 112 Reus resultado de la eficiencia estructural (aunque no necesariamente estricta u óptima), basándose en la naturaleza de los esfuerzos para definir y configurar el proyecto, reconociendo formalmente, el flujo racional de las cargas, como se expone en el apartado 3.3, en relación al diseño de las vigas de celosía.

A su vez, el planteamiento formal y de optimización utilizado permite abrir innovadoras líneas de investigación para afrontar nuevos retos arquitectónicos mediante un mayor número de posibilidades proyectuales. Frecuentemente, con el soporte informático de sistemas BIM (Building Information Modeling), dada la complejidad en el diseño y construcción que conlleva este tipo de configuraciones, sobre la base de novedosas geometrías propias de los edificios de nueva generación. Por ello, se deriva la necesidad de utilizar herramientas paramétricas de modelado compatibles con la tecnología y programas avanzados de CAD, así como de análisis estructural. Estas nuevas y/o evolucionadas herramientas BIM, utilizadas en el desarrollo del proyecto (planificación, diseño, construcción y gestión), han permitido cambiar los procesos de producción y métodos de entrega en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (8), con una innovadora plataforma de trabajo

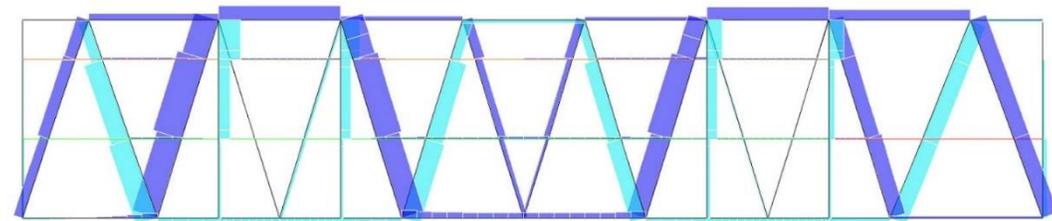


a)

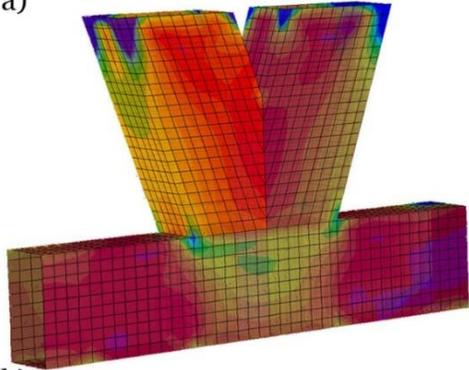


b)

Figura 4. a) Vista general de la estructura metálica en la fase final de su ejecución, b) Vista de la fachada lateral este del edificio 112 Reus.



a)



b)



c)

Figura 5 Resultados representativos obtenidos: a) Esfuerzos axiales (ELU012) de la celosía L1 . En azul oscuro se representan los esfuerzos de tracción y en azul claro los esfuerzos de compresión. b) Diagrama de tensiones «Von Mises» de unión en «V» mediante el MEF, c) Ejecución de unión en «V» y sistema apuntalado.

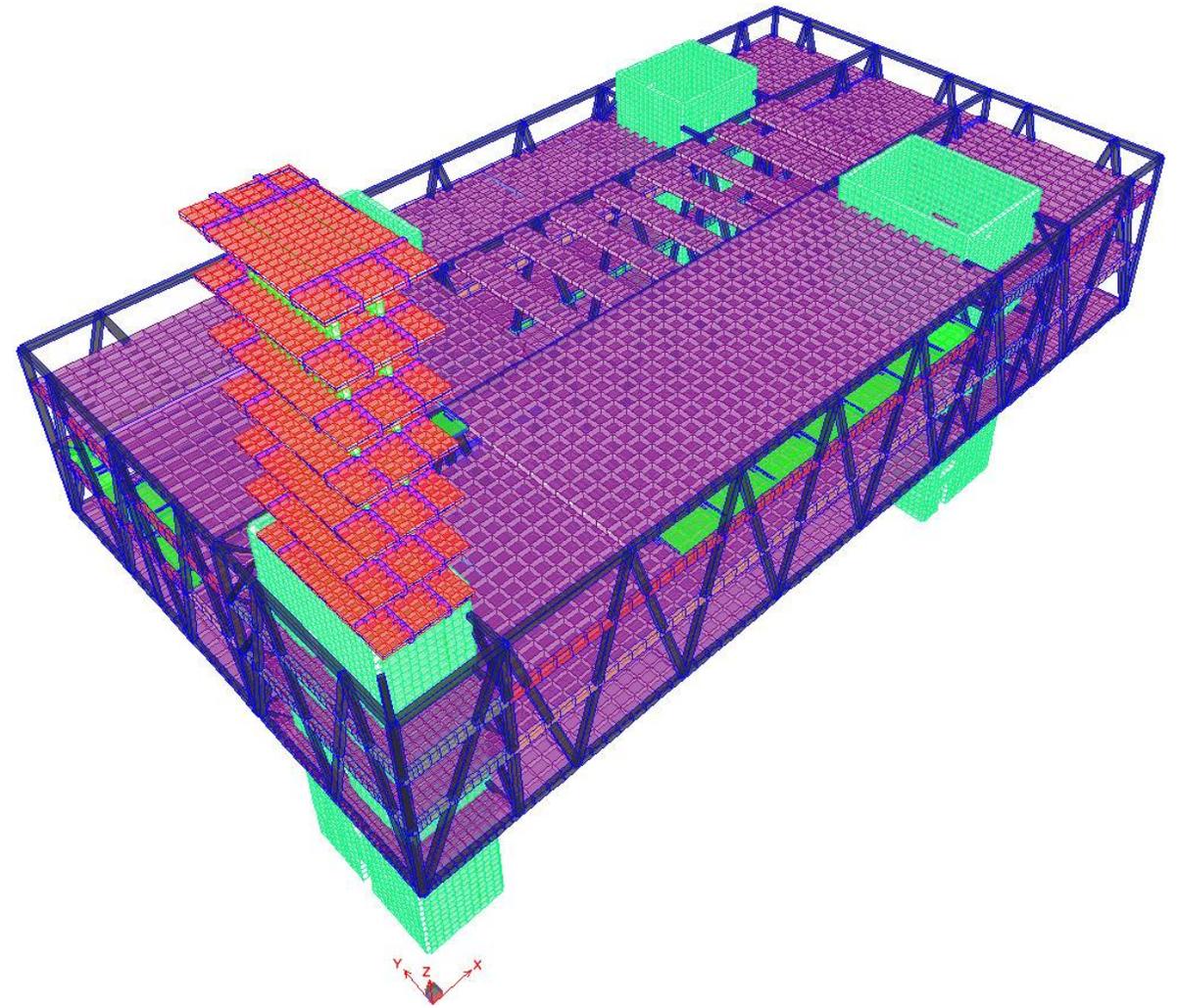


Figura 6. Vista 3D del modelo completo de la caja operativa.

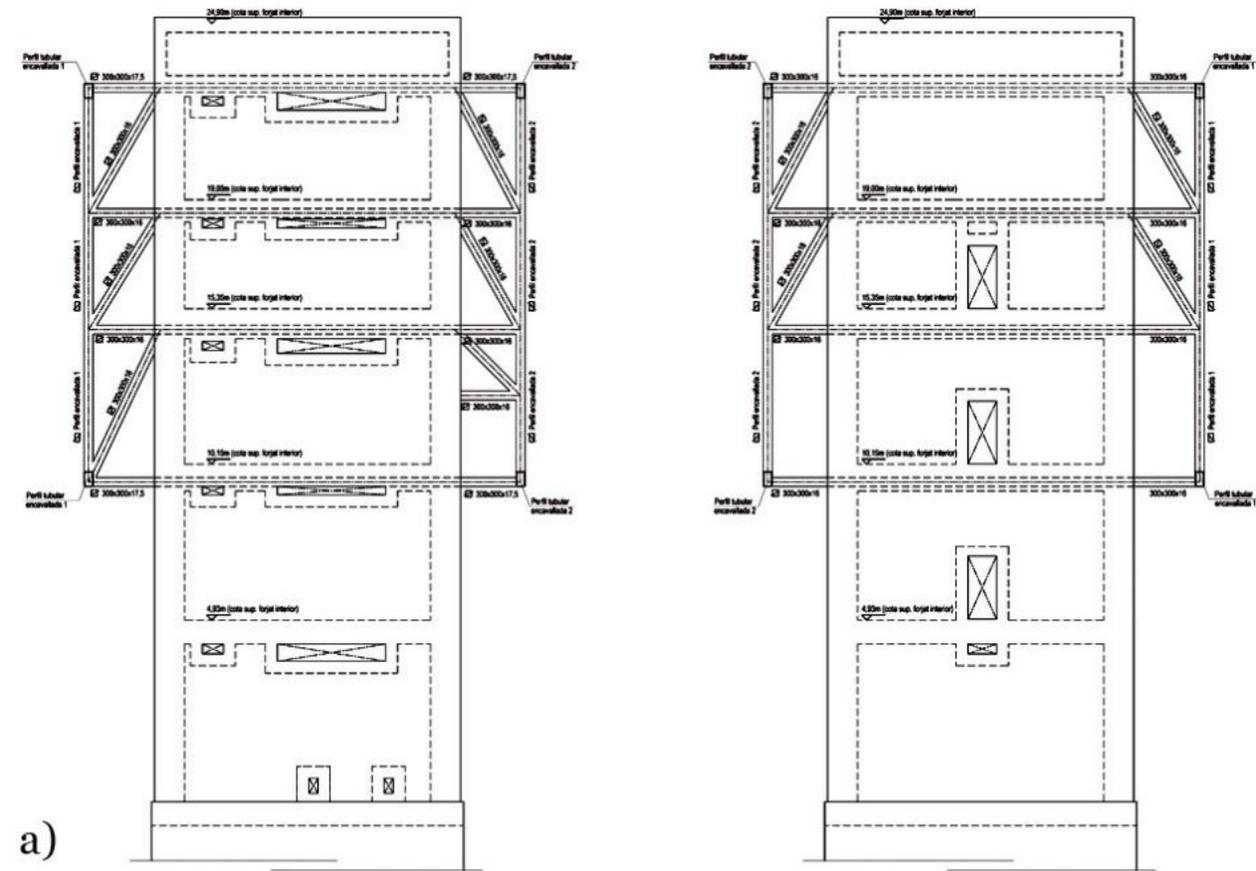
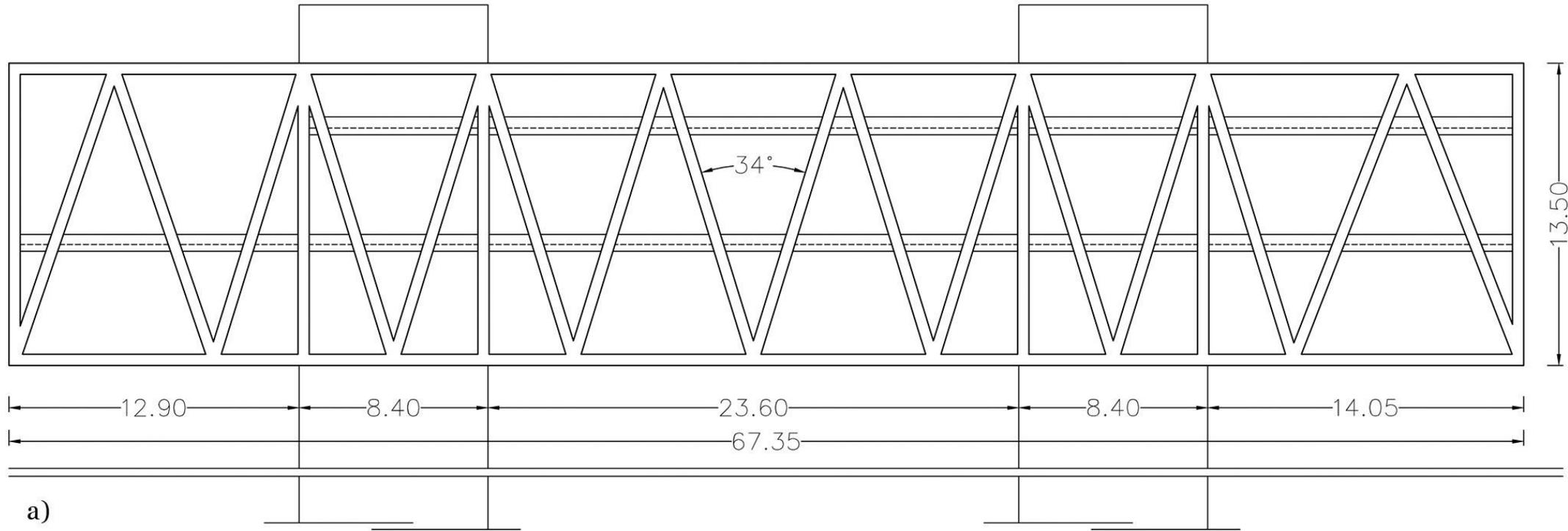


Figura 7 a) Geometría de los alzados este y oeste del núcleo de visitas con las «orejas transversales» de sujeción de las armaduras longitudinales, b) Ejecución de los núcleos con encofrado autotrepante.

Figura 8 a) Geometría exterior de la viga Warren correspondiente a la celosía L1. b) Distribución de las placas alveolares de distintos cantos en el primer nivel de la caja operativa (en color rojo se indican los elementos de arriostramiento entre los cordones inferiores de las armaduras), c) Placas alveolares colocadas. (Realizaciones e imagen propias)



a)



b)

Placa Alveolar 25+5

Placa Alveolar 35+5



c)