

Nave industrial y Sala limpia (AIRBUS – GETAFE)

Proyecto de construcción

Estructuras y cimentaciones

Industrial building and clean room (AIRBUS - GETAFE)

Construction project - Structures and foundations

Jorge Alberto Cerezo Macías^a, María Gómez Irigaray^b, Matías Alonso García^c,

Javier Salcedo Cabello^d, Alexander Domínguez Marquina^{ef}

^aIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. PROES Consultores S.A. Director Área Consultoría y Asistencias Técnicas. acerezo@proes.engineering

^bIngeniera Naval. PROES Consultores S.A. Directora Departamento Ingeniería Civil mgomez@proes.engineering

^cIngeniero Industrial. PROES Consultores S.A. Director Departamento Ingeniería Industrial. malonso@proes.engineering

^dArquitecto. PROES Consultores S.A. Director Departamento Arquitectura. jsalcedo@proes.engineering

^eIngeniero Civil. PROES Consultores S.A. Especialista Estructuras. Departamento Ingeniería Civil. adominguez@proes.engineering

RESUMEN

AIRBUS ha contratado a PROES para realizar los proyectos Básicos y de Construcción, así como la Dirección de las Obras, de unas instalaciones industriales y la urbanización de las mismas en sus instalaciones de Getafe (Madrid). Estas obras incluyen el proyecto de varias edificaciones, una Nave Industrial de unos 16000 m², una Nave con requisitos de Sala Limpia, de unos 4000 m² y un par de edificios, uno de ellos de Oficinas de unos 2000 m² y otro de vestuarios y aseos de unos 170 m². El proyecto de las estructuras de estas edificaciones responde a las tipologías típicas de estas obras, teniendo en cuenta que las características del terreno han obligado a diseñar una cimentación pilotada.

ABSTRACT

AIRBUS has hired PROES to carry out the Basic and Construction projects, as well as the Construction Directorate, of some industrial facilities and their urbanization at its facilities in Getafe (Madrid). These works include the project of several buildings, an Industrial Warehouse of about 16000 m², a Ship with requirements of Clean Room, about 4000 m² and a couple of buildings, one of them of Offices of about 2000 m² and another of changing rooms and toilets of about 170 m². The project of the structures of these buildings responds to the typical typologies of these works, taking into account that the characteristics of the land have forced to design a piloted foundation.

PALABRAS CLAVE: nave industrial, estructuras de acero, pilotes, sala limpia.

KEYWORDS: industrial building, steel structures, piles, clean room.

1. Descripción de las edificaciones

Las nuevas instalaciones proyectadas tienen como función alojar la fabricación de algunos componentes del cohete Ariane 6 por parte de AIRBUS.

Estas instalaciones incluyen dos grandes naves industriales, una de ellas con características de sala limpia, un edificio que aloja las oficinas, vestuarios y cuartos técnicos

y un edificio secundario más pequeño, también para oficinas y vestuarios.

PROES ha redactado tanto el proyecto Básico como el Constructivo, de estas edificaciones y también de la urbanización (viales, instalaciones, etc.) de la parcela en la que se implantan estas nuevas instalaciones, que fueron redactados a la vez pero de forma separada.

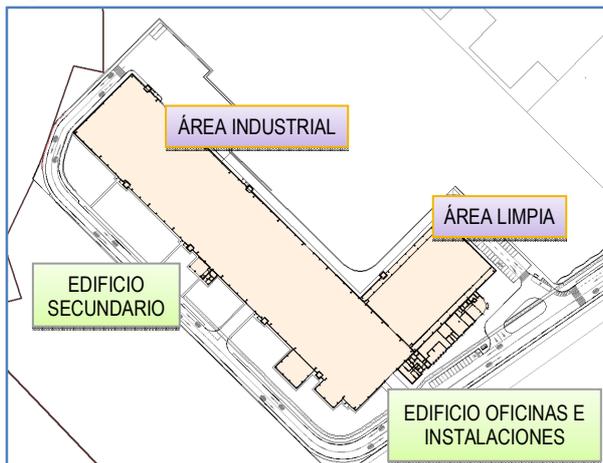


Figura 1. Ubicación de las edificaciones.

La configuración de las naves presenta una forma de L en planta y los edificios de oficinas y secundario, se encuentran adosados el primero a la sala limpia y el otro a la nave industrial (fig. 1).

Las superficies de cada una de estas edificaciones son las siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Superficies edificaciones.

Edificio	Superficie (m ²)
Nave Industrial	15 931.21
Sala Limpia	4 094.57
Edificio Oficinas	2 041.43
Edificio secundario	168.30
TOTAL	22 235.51

Señalar que PROES también está realizando la Dirección de las Obras de las edificaciones y la urbanización, cuya conclusión se prevé para finales de 2019.

Así mismo destacar que, como es prácticamente habitual en todas las obras, lo realmente ejecutado difiere, por diferentes motivos, en algunos elementos de lo proyectado y descrito en el presente artículo,

aunque en líneas generales se ha ejecutado lo proyectado.

Un aspecto diferencial, aunque habitual en las construcciones en el entorno industrial, ha sido la necesidades de integrar las distintas disciplinas en el proyecto, donde el diseño y el cálculo de las estructuras y sus cimentaciones están fuertemente afectadas por los requerimientos de las instalaciones industriales (en este caso más de una decena de diferentes tipos de instalaciones) y también, aunque en menor medida, por las características arquitectónicas de las mismas. A esta integración ha ayudado de forma significativa que el proyecto constructivo se diseñó en entorno BIM (fig. 2).

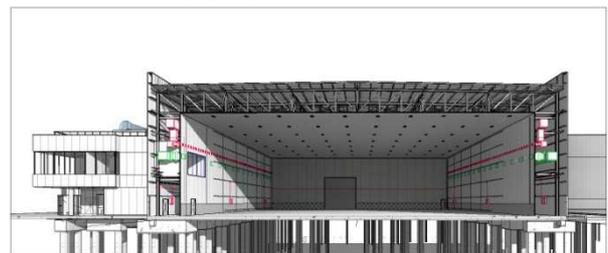


Figura 2. Vista general modelo BIM- Sala limpia.

1.1 Nave Industrial

El área industrial se define como una nave de 267.00 m de longitud por 55.00 m de ancho. La cubierta es a dos aguas con pendiente máxima del 1,5%.

Es una zona diáfana, en la que existe dos alturas diferentes, 17.00 m en general, salvo en uno de los extremos en que en unos 30.00 m, que corresponde con tres pórticos principales, en los que tiene una altura de unos 19.00 m, para permitir alojar un puente grúa para la manipulación de la pieza fabricada en la salida de la nave.

1.2 Sala limpia

La sala limpia, es también un espacio diáfano, de dimensiones 75.00 m de longitud por 50.50 m de ancho. La altura es de 17.00 m. La cubierta también es a dos aguas con pendiente máxima del 1,5%.

Se encuentra adosada por uno de sus lados cortos a la nave industrial, a la que conecta a través de unas puertas esclusa.

1.3 Otros edificios

1.3.1. Edificio principal de oficinas

Se trata de un edificio de planta rectangular de 75.00 m de largo y 14.00 m de ancho aproximadamente, que se encuentra formando medianería con las dos naves.

Está compuesto por una planta baja (cota de suelo -0.30 m) destinada a vestuarios y cuartos técnicos, una planta primera (cota +5.00 m) para uso de oficinas en general y la planta de cubierta (cota +9.80) para uso de instalaciones.

1.3.2. Edificio secundario

Es un pequeño edificio de planta rectangular de 8.90 m de ancho y 17.50 m de largo aproximadamente, que se encuentra formando medianería con la nave industrial.

Se compone de una planta baja (cota -0.30 m) destinada a vestuarios y oficinas y una planta de cubierta (cota +4.70 m) donde se dispondrán instalaciones ligeras.

2. Condicionantes de diseño

2.1 Estructurales

El primer y más importante condicionante estructural era la necesidad de espacios diáfanos, sin posibilidad de disponer pilares intermedios, tanto en la Nave industrial como en la Sala limpia, requiriendo en ambos casos emplear estructuras de más de cincuenta metros de luz.

Este condicionante hizo adoptar como solución estructuras metálicas tipo pórtico, dispuesta secuencialmente separadas entre sí, para conformar la envolvente de los espacios, formada por los cerramientos de fachadas y las cubiertas.

Otro condicionante de diseño estructural, asociado a las grandes luces y la presencia de puentes grúas en las naves, ha sido la limitación de deformaciones.

Para ello se limitaron las flechas, en los elementos en general, a $L/300$ para la flecha activa sometida a combinación de acciones características y a $L/300$ para la flecha total para combinaciones casi permanentes. Mientras para las vigas carrileras, por donde discurren los puentes grúas, la flecha se limitó a $L/750$ para la combinación característica.

En cuanto a los desplazamientos horizontales, se limitaron estos movimientos a $H/250$, para la combinación de acciones casi permanentes.

En relación con el control de las estructuras de acero se consideró una clase de ejecución C3, según artículo 6.2 de la Instrucción EAE [1], requiriendo que los materiales dispusieran de distintivos de calidad, según artículo 84 de Instrucción EAE [1] y un control intenso de la ejecución, según capítulo XXII de la Instrucción EAE [1].

Los materiales para el diseño de las estructuras fueron los siguientes:

Para el acero estructural se utilizó el acero S 355 JR en perfiles laminados para pilares y placas de anclaje, con un límite elástico mínimo $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$.

Para las uniones se consideraron tornillos grado 8.8, con límite elástico mínimo $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ y resistencia última mínima $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$.

En cuanto a los anclajes se emplearon pernos grado 5.6, con límite elástico mínimo $f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2$ y resistencia última mínima $f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$.

En cuanto a las estructuras de hormigón armado, se consideraron hormigones HA-35/B/20/IIa + Qc en encepados, vigas de atado y soleras, HA-35/F/12/IIa + Qc en pilotes y HA-25/B/20/I para forjados.

Para el acero pasivo se adoptó el de calidad B 500 S.

Los niveles de control establecidos son el estadístico para el hormigón, según artículo 86 Instrucción EHE-08 [2], con ensayos de control según artículos 87 y 88 EHE-08 [2] e intenso para la ejecución, según capítulo 17 de EHE-08 [2].

2.2 Geotécnicos

Las características del terreno en que se sitúan las obras, fue estudiada a partir de la información existente de puntos cercanos, complementada con dos primeras campañas de campo realizadas al inicio de la redacción del proyecto.

Esta investigación ha confirmado la litología bien documentada de estos suelos situados al sur de Madrid: bajo un primer nivel de suelo vegetal o de rellenos antrópicos, aparecen intercalaciones de arenas con niveles de margas y yesos, en las que es habitual la presencia de cavidades por disolución de los mismos.

El primero de estos estudios incluía nueve sondeos mecánicos a rotación, que alcanzan una profundidad variable entre 18 a 20 m, excepto de uno de ellos que alcanzaba los 26 m de profundidad y ocho penetraciones dinámicas DPSH hasta rechazo y/o una profundidad máxima de 12.0 m.

El segundo, incluía la realización de ocho sondeos mecánicos a rotación que alcanzan una profundidad variable entre 18 a 20 m, excepto dos de ellos que llegan hasta los 25 m de profundidad y siete penetraciones dinámicas DPSH hasta rechazo y/o una profundidad máxima de 12.0 m.

En dos de los catorce sondeos ejecutados han aparecido cavidades características de estos terrenos, formados por disolución de los yesos.

Se ha detectado la presencia del nivel freático a cotas variables alrededor de los 5.00 m de profundidad, y a los 7.00 m en la zona de vaguada.

El estudio geotécnico describe la siguiente litología a partir de la rasante:

Nivel 0: rellenos antrópicos y cobertura vegetal. Alcanzan una profundidad variable hasta los -0.30 a -2.80 m. No válido para cimentar.

Nivel I: arenas limo-arcillosas. Hasta profundidades de -5.90 a -11.10 m. Material heterogéneo con un contenido en finos siempre superior al 35 %, de baja compactación.

Nivel II: margas descomprimidas. Aparecen esporádicamente en el terreno, por disolución del estrato inferior de una antigua vaguada. Solo se lo ha sido identificado en un sondeo.

Niveles III y IV: yesos masivos y arcillas margosas. Aparecen intercalados y a partir de los -5.80 a -18.00 m según los sondeos.

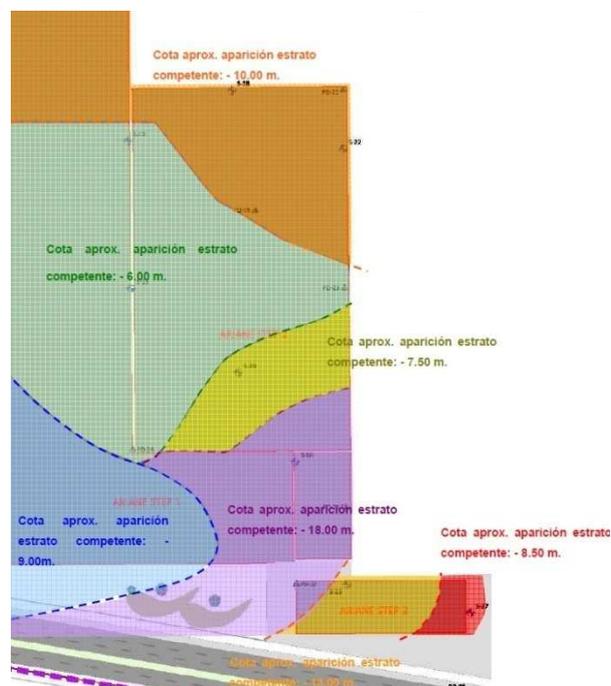


Figura 3. Croquis profundidades estrato competente.

En función de estas características del terreno, se descarta una cimentación superficial sobre los niveles de arena arcillosas por su baja compactación. Por ello se adopta una cimentación profunda mediante pilotes con la punta empotrada en los materiales de los niveles III y IV. Las resistencias establecidas para el cálculo de los mismos son por punta 3.65 MPa y por fuste 0.07 MPa.

Debido a la presencia de yesos masivos, se estableció el uso de cementos especiales, resistente a los sulfatos, en los hormigones de las cimentaciones.

La longitud mínima de los pilotes se ha estimado a partir del esquema con la posición del estrato competente que aparece en los estudios geotécnicos (fig. 3).

Posteriormente se realizó un estudio geofísico mediante tomografía eléctrica para determinar potenciales zonas afectadas por fenómenos de karstificación o posible presencia de cavidades en el subsuelo que pudieran afectar a la construcción, concluyéndose que no existen huecos o cavidades kársticas de entidad en los perfiles realizados.

Para completar los datos en la zona de sala limpia y oficinas, se realizó una campaña geotécnica adicional con objeto de caracterizar de manera más completa el terreno existente. El estudio recoge los resultados obtenidos a partir de 8 nuevos sondeos mecánicos con recuperación de testigo y 8 nuevos penetrómetros dinámicos (fig. 4).



Figura 4. Situación campaña geotécnica de detalle.

Estos estudios también recomendaron una cimentación profunda mediante pilotes con la punta empotrada en los materiales de los niveles inferiores firmes. Las resistencias establecidas para el cálculo de los mismos en este estudio son resistencia por punta 1.80 MPa y resistencia por fuste 0.07 MPa.

2.3 Instalaciones industriales

El uso previsto para las instalaciones, requiere proveer de distintos servicios a las estaciones de trabajo que se encuentran en las

edificaciones, por ello uno de los condicionantes más importantes para el proyecto se encuentra en los espacios requeridos para diferentes equipos (como por ejemplos los transformadores, las maquinas de climatización, calderas, etc.), las cargas que transmiten a las estructuras y de forma similar los espacios requeridos y las cargas transmitidas a las estructuras por el sistema de soportes de tuberías y cables.

En concreto, en el proyecto fue necesario considerar las siguientes instalaciones:

- Fontanería
- Saneamiento
- Red de Riego
- Protección Contra Incendios
- Megafonía
- Eléctrica (fuerza e iluminación)
- Climatización y Ventilación
- Aire Comprimido
- Vacío
- Gas Natural
- Comunicaciones
- Control e integración de sistemas
- Seguridad

3. Descripción de las estructuras

3.1 Naves

3.1.1. Nave Industrial

Como ya se indico anteriormente, la Nave industrial tiene unas dimensiones de 267 m de largo por 55 m de ancho y una altura de 17 m (fig. 5), salvo en el extremo final en que es de 19 m.

En la zona de mayor altura se dispone un puente grúa de capacidad 180/180 kN apoyada en viga carril sobre los pilares principales. Este puente grúa tiene una rodadura de unos 47 m, luz máxima de 53 m y altura libre bajo gancho de 10 m.

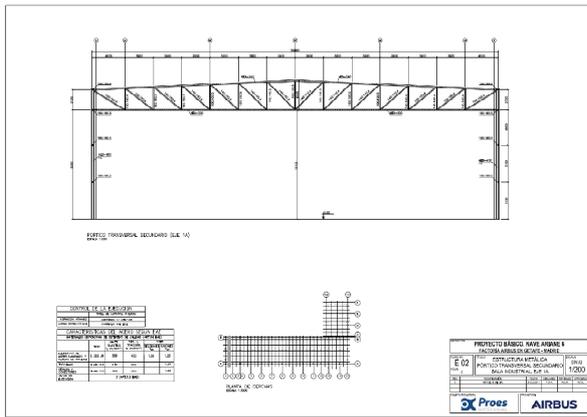


Figura 5. Alzado pòrtico típico Nave Industrial.

En previsi3n de una futura modificaci3n del uso del puente grúa, toda la estructura y cimentaci3n de la sala industrial est3 dimensionada para soportar este mismo puente grúa desplaz3ndose a lo largo de toda la nave, as3 como otro posible puente grúa, adicional, de capacidad 250 kN, suspendido de la estructura de cubierta mediante 4 rodaduras separadas a una distancia de 16.40 m, con altura libre bajo gancho de 12 m, que discurrir3a en el sentido longitudinal de la nave, paralelo al puente grúa existente, por encima de este, en la zona de mayor altura.

La nave industrial est3 conformada por pòrticos principales separados una distancia de 23.25 m y por pòrticos secundarios separados cada 7.75 m. Estas luces aumentan en determinadas zonas para adaptarse a la configuraci3n geom3trica de la nave. La luz de los dinteles de los pòrticos es de casi 55 m.

La configuraci3n de los perfiles estructurales de la nave (fig. 6) es la siguiente:

Pilares tipo HEB, HEA o armados.

Perfiles tipo HEA o HEB para celos3as principales, en cordones superior e inferior, diagonales y montantes.

Perfiles tipo HEA o tubos para celos3as secundarias, en cordones superior e inferior, diagonales y montantes.

Las uniones ser3n atornilladas en su mayor parte.

La cubierta, a dos aguas, se resuelve con correas conformadas tipo C 275 x 80 x 4 mm,

con patillas de 25 mm, para luces entre 7.75 m y 10.70 m.

Con objeto de interferir lo menos posible con la ubicaci3n y dimensiones de los lucernarios, situados en la cubierta, se disponen correas longitudinales cada 1.40 m en la zona central de la nave. En las zonas m3s pr3ximas a los laterales de la nave, esta separaci3n se reduce a la mitad para soportar correctamente las mayores fuerzas de viento que aplican en estas zonas. Del mismo modo, en aquellos vanos con luces de m3s de 10 m, se disponen correas intermedias.

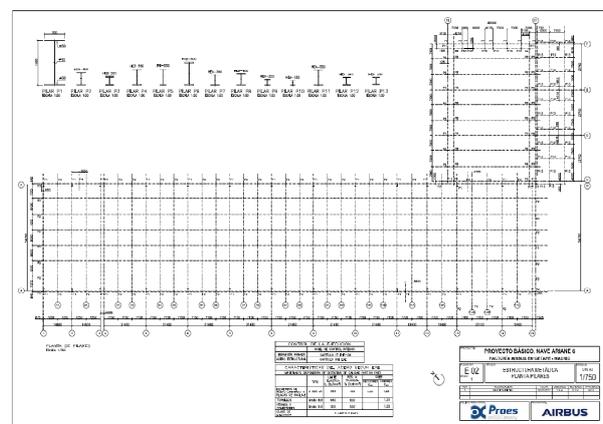


Figura 6. Planta estructura Nave Industrial y Sala limpia.

El diseo de la estructura se realizo mediante un modelo de barras espacial, con el cual se obtuvieron los esfuerzos en los distintos elementos que las conforman y se pudieron comprobar las secciones cr3ticas para garantizar su correcto funcionamiento (fig. 7).

Para las acciones y cargas, combinaciones y comprobaciones se tuvieron en cuenta las normativas vigentes CTE [3] y NCSE-02 [4].

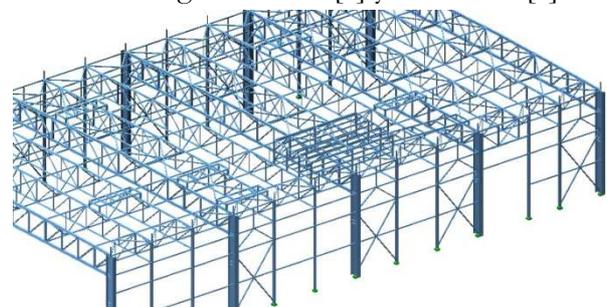


Figura 7. Imagen parcial modelo de c3lculo de la Nave Industrial.

Se puede observar en la Figura 7, que los modelos de c3lculo de la estructura de la nave

industrial recogen también los sistemas de bancadas, cuartos de frío, calor y otras estructuras auxiliares ubicadas en cubierta.

3.1.2. Sala Limpia

La Sala limpia es totalmente diáfana, con un largo de 75 m por 50.50 m de ancho y con una altura de unos 17 m (fig. 8).

La estructura está diseñada para la posible futura colocación de un puente grúa con una capacidad de 180/180 kN, de altura libre bajo gancho 10 m, que discurriría en sentido longitudinal, apoyada sobre viga carril apoyada sobre los pilares interiores de la nave, con luz de hasta 45 m. Tanto la estructura como la cimentación contemplan las cargas debidas a este posible futuro puente grúa.

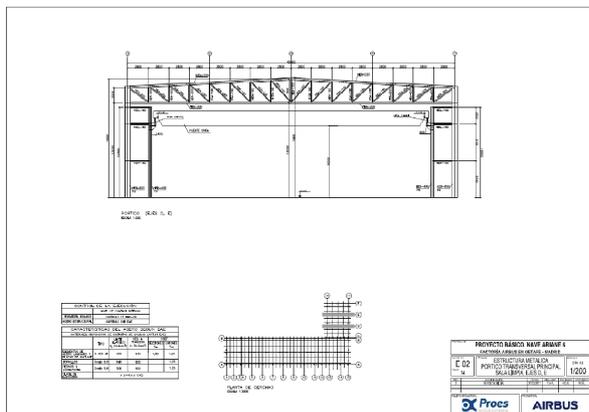


Figura 8. Alzado pòrtico típico Sala limpia.

La sala limpia está conformada por pòrticos principales separados una distancia de 25.20 m y por pòrticos secundarios separados cada 8.40 m. La luz de la sala limpia es de casi 50 m.

La configuración de los perfiles estructurales de la nave es la siguiente:

Pilares tipo HEB y HEA.

Perfiles tipo HEA o HEB para celosías principales, en cordones superior e inferior, diagonales y montantes.

Perfiles tipo HEA o tubos para celosías secundarias, en cordones superior e inferior, diagonales y montantes.

Las uniones serán atornilladas en su mayor parte.

La cubierta, a dos aguas, se resuelve con correas conformadas tipo C 275 x 80 x 4 mm, con patillas de 25 mm, para luces máximas de 8.40 m que se disponen separadas cada 1.20 m.

Se ha considerado que el falso techo y las pequeñas instalaciones dispuestas sobre el mismo, se cuelgan de la cubierta, por lo que el peso de estas debe ser soportado por las correas de cubierta. En las zonas próximas a los laterales, se reduce esta separación a la mitad.

El diseño de la estructura se realizó mediante un modelo de barras espacial, con el cual se obtuvieron los esfuerzos en los distintos elementos que las conforman y se pudieron comprobar las secciones críticas para garantizar su correcto funcionamiento (fig. 9).

Para las acciones y cargas, combinaciones y comprobaciones se tuvieron en cuenta las normativas vigentes CTE [3] y NCSE-02 [4].

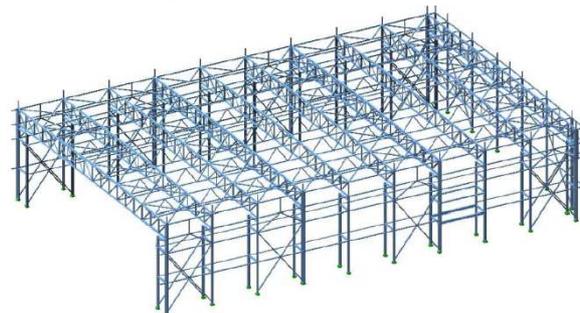


Figura 9. Imagen parcial del modelo de cálculo de la Sala limpia.

Tanto para la Nave industrial como para la Sala limpia, las conexiones y placas de anclaje de las distintas estructuras se calcularon y diseñaron con la ayuda del programa informático "Idea Statica" (fig. 10).

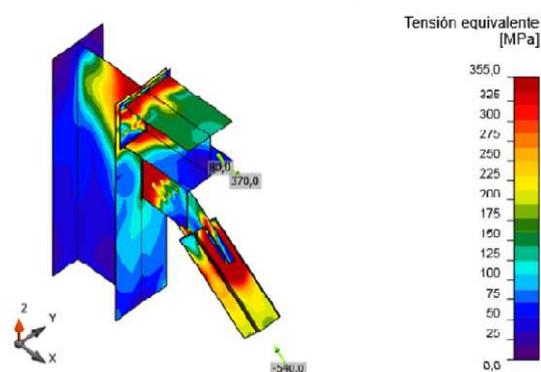


Figura 10. Imagen modelo 3D comprobación de uniones de la estructura metálica.

Con estos modelos de las uniones o placas de anclaje se han comprobado: los tornillos, pernos, soldaduras, los bloques de hormigón en que apoyan, y la tensión en los perfiles metálicos.

3.2 Otros edificios

3.2.1. Edificio principal de oficinas

Se trata de un espacio de planta rectangular de lados 75.00 m x 14.00 m aproximadamente, se resuelve con pórticos separados 7.50 m entre sí (fig. 11).

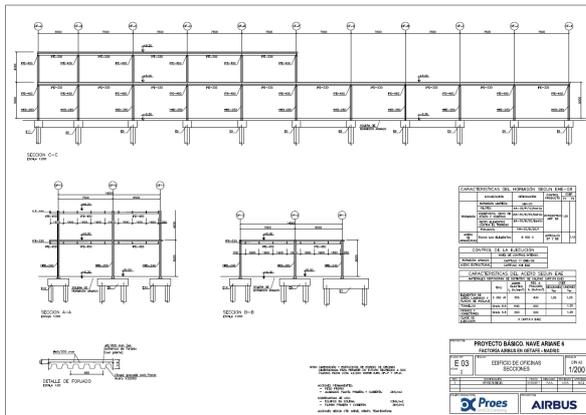


Figura 11. Alzado estructura edificio de oficinas.

La planta baja se desarrolla sobre una solera de hormigón a la cota -0.30 m.

Las plantas primera y de cubierta se resuelven mediante forjado unidireccional con placa alveolar de 20 cm y capa de compresión 5 cm, que descansa sobre vigas tipo IPE.

Al ser las cargas y luces variables en distintas zonas del edificio, los perfiles empleados para las vigas principales varían entre IPE 450 para luz de 6.50 m en planta primera e IPE 750 x 173 para luz 7.40 m en planta de cubierta. La estructura vertical está diseñada con pilares metálicos tipo HEB 260.

3.2.2. Edificio secundario

Este edificio es un espacio de planta rectangular de lados 17.50 m x 8.90 m aproximadamente, que se resuelve con pórticos.

La planta baja se desarrolla sobre una solera de hormigón a la cota -0.30 m.

La cubierta se resuelve mediante forjado unidireccional con placa alveolar de 16 cm y capa de compresión 5 cm; que descansa sobre vigas tipo IPE 600 e IPE 750 x 137. La estructura vertical está solucionada con pilares metálicos tipo HEA-240.

3.2.3. Otras estructuras

Adicionalmente a las estructuras ya comentadas, se diseñaron otras más pequeñas, como por ejemplo la de los cuartos LER, situados dentro de la Nave industrial y la Sala limpia, cuyas dimensiones en planta son 3.00 x 3.50 m y cuya altura varía entre los 2.90 y 2.70 m, formando así una pendiente del 5%.

La estructura se resolvió con cuatro pilares y cinco vigas metálicas, de perfil RHS 120/120/5.

Otras estructuras de cierta singularidad, son las correspondientes a las esclusas que existen entre la Nave industrial y la Sala limpia. Ambas son salas rectangulares de 2.63 m x 1.58 m, de una altura de 2.80 m (fig. 12).

Se resolvieron utilizando tanto para los pilares como las vigas, formados por perfiles metálicos RHS 120/120/5.

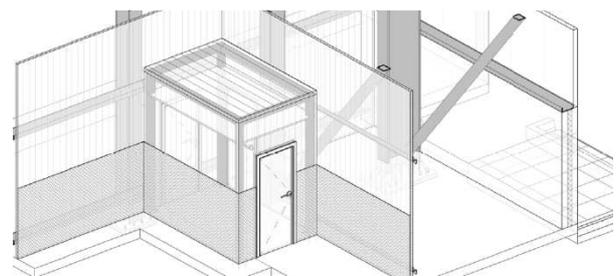


Figura 12. Perspectiva zona esclusas.

Otra de estas estructuras es la del "Fridge" (cuarto nevera). Se trata de una estructura metálica rectangular, cuyas dimensiones en planta son de 7.15 m x 9.45 m y cuya altura es de 4.70 m.

Estructuralmente está compuesto de cuatro pórticos principales. Los dos extremos están formados por cuatro pilares y una viga cuyos perfiles metálicos son RRW 140/140/4 mm. Los dos centrales están formados por dos pilares RRW 140/140/4 y una viga IPE 200.

Estos pórticos están unidos longitudinalmente por dos vigas RRW 120/120/4 mm.

Finalmente incluir entre estas estructuras la del un muro interior ubicado en la nave industrial que sirve como pantalla de separación entre la zona de logística y el resto de la nave.

Para soportarlo se diseñó una estructura metálica de 24.15 m de longitud y 6.00 m de altura compuesta por 14 pilares tipo RRW 200/120/6 mm y tres vigas longitudinales colocadas cada dos metros. La estructura se considera sometida a su peso propio, su cerramiento, así como a una posible acción de viento interior.

4. Descripción de las cimentaciones

Para todas las edificaciones se proponen cimentaciones profundas mediante pilotes de 450 mm a 850 mm de diámetro y de hasta 27 m de longitud, dependiendo de la profundidad del estrato competente en cada zona, de acuerdo con los estudios geotécnicos realizados.

Los pilotes se agrupan en encepados rígidos de hormigón armado y se ha considerado que la unión entre ambos elementos es articulada. Los encepados se encuentran unidos mediante vigas de arriostramiento de hormigón armado.

La resistencia a hundimiento de los pilotes se ha estimado a partir de las resistencias recogidas en el estudio geotécnico. Así, los localizados en el área de la sala limpia y edificio de oficinas admiten menos carga vertical que los pilotes de la nave industrial.

4.1 Naves

4.1.1. Nave Industrial

Este edificio se cimenta mediante pilotes de 550 y 850 mm de diámetro y de entre 10 y 19 m de longitud, al encontrarse el estrato competente a diferentes profundidades del terreno actual (fig. 13). Los pilotes se agrupan en encepados rígidos de hormigón armado.

Los pórticos principales se cimentan en encepados de 4 pilotes de diámetro 850 mm, con dimensiones 6.70 m x 3.80 m x 1.70 m, mientras que los secundarios y las fachadas transversales se cimentan en encepados de 2 pilotes de 550 mm de diámetro con dimensiones 6.40 m x 1.10 m x 1.00 m.

Existen algunas cimentaciones diferentes, en zonas singulares, como es el de cambio de altura de la nave, en que la cimentación es un encepado de 8 pilotes de 850 mm de diámetro con un encepado de 7.50 m x 7.50 m x 1.70 m, o la de medianería con la Sala limpia, en donde la cimentación son encepados de 6 pilotes de 850 mm de diámetro con un encepado de 6.70 m x 9.00 m x 1.70 m.

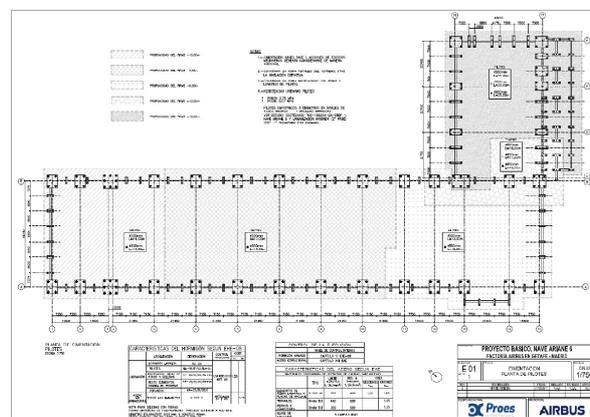


Figura 13 Planta cimentaciones Nave Industrial y Sala limpia.

4.1.2. Sala Limpia

Este otro edificio se cimenta mediante pilotes de 650 y 850 mm de diámetro y de entre 16 y 23 m de longitud, al encontrarse el estrato competente a diferentes profundidades del terreno actual (fig. 13). Los pilotes se agrupan en encepados rígidos de hormigón armado.

Los pórticos principales se cimentan en encepados de 4 pilotes de diámetro 650 mm, con dimensiones 6.30 m x 3.40 m x 1.40 m, mientras que los secundarios y las fachadas transversales se cimentan en encepados de 2 pilotes de 650 mm de diámetro con dimensiones 6.30 m x 1.20 m x 1.30 m.

Existen algunas cimentaciones diferentes, en zonas singulares, como es el de las

medianeras con el edificio de la oficina, en que la cimentación es un encepado de 4 pilotes de 650 mm de diámetro con un encepado de 6.30 m x 4.50 m x 1.40 m, o la de las esquinas de la Sala limpia en medianería con la Nave industrial y el edificio de las oficinas, en donde la cimentación son encepados de 6 pilotes de 850 mm de diámetro con un encepado de 6.70 m x 6.70 m x 1.70 m.

4.2 Otros edificios

4.2.1. Edificio principal de oficinas

Para este edificio se han diseñados unas cimentaciones profundas mediante pilotes de 550, 650 y 850 mm de diámetro y de hasta 27 m de longitud, al encontrarse el firme a unos 18 m del nivel del terreno actual (fig.14).

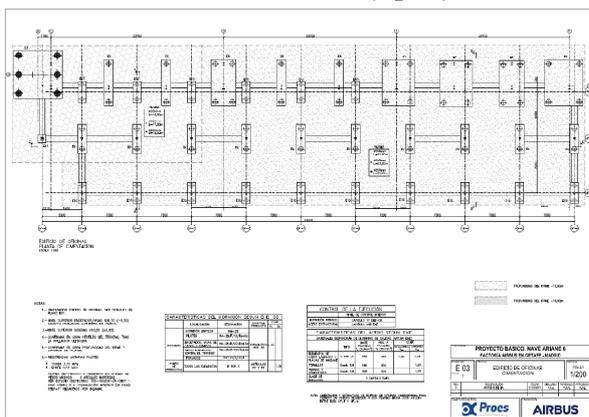


Figura 14. Planta cimentaciones Edificio de oficinas.

En la alineación de la medianería con las naves, varios de los encepados son compartidos con los pilares de estas, mientras que en las otras dos alineaciones se disponen encepados rectangulares para dos pilotes de 650 mm, de 3.90 m x 1.30 m x 1.30 m y de 4.50 m x 1.40 m x 1.45 m para los de dos pilotes de 850 mm de diámetro.

En este edificio existe una solera con varios banquetes para el emplazamiento de los transformadores de hormigón armado de 15 cm de espesor que ocupa una superficie de 7.65 m x 15.20 m aproximadamente (fig. 15).

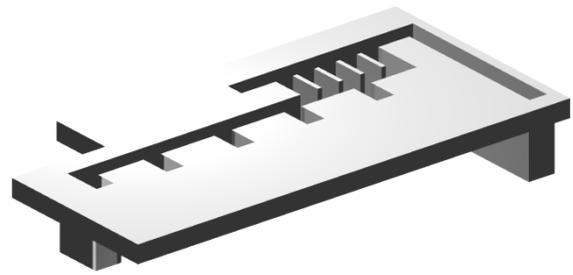


Figura 15 Vista 3D Solera apoyo transformadores.

4.2.2. Edificio secundario

Este pequeño edificio se cimenta mediante pilotes de 450 y 850 mm de diámetro y de hasta 13 m de longitud, al encontrarse el firme a unos 6.00 m del nivel del terreno actual. En la alineación correspondiente a la medianería con las naves, varios de los encepados son compartidos con los pilares de estas, mientras que en la otra alineación de fachada se disponen encepados rectangulares para dos pilotes de 2.75 m x 1.00 m x 1.00 m para dos pilotes de 450 mm de diámetro.

Agradecimientos

Promotor:

AIRBUS

PMC:

Bovis Project Management SA.

Proyecto Básico y Constructivo y D.O.:

PROES, Consultores S.A.

Referencias

- [1] EAE Instrucción de acero estructural.
- [2] Comisión Permanente del Hormigón, Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008, Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.
- [3] Ministerio de Fomento, Código técnico de la edificación CTE
 - DB-SE. Seguridad estructural.
 - DB-SE-AE. Acciones en la edificación.
 - DB-C Cimientos.
- [4] Comisión Permanente de Normas sismoresistentes, NCSE-02 Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.