



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

**DESARROLLO DEL PROYECTO DE
UNA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL
DESTINADA AL TRATAMIENTO Y
ENVASADO DE ALIMENTOS EN EL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE
JAMILENA (JAÉN) MEDIANTE BIM**

Alumno: Fco. Jesús Serrano López

Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez
Dpto: Ingeniería Grafica, Diseño y Proyectos

Mes, Año



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don Fco. Javier Gallego Álvarez, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Desarrollo del proyecto de una construcción industrial destinada al tratamiento y envasado de alimentos en el polígono industrial de Jamilena (Jaén) mediante BIM, que presenta Fco. Jesús Serrano López, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2019

El alumno:

Los tutores:

NOMBRE_ALUMNO
_TUTORES

NOMBRE

Resumen

En el presente trabajo de fin de grado se realizó el proyecto de una nave industrial destinada a la manipulación y envasado de alimentos en la localidad de Jamilena mediante BIM.

Para ello, se consultaron las ordenanzas urbanísticas de la zona y se generó un plan de necesidades, que fueron los factores que limitaban el modelo. Se expuso la justificación de la solución adoptada según las limitaciones establecidas.

Se realizó un análisis de cargas mediante el software de cálculo estructural Cype de la casa Cype Ingenieros. Recopilada la información necesaria se procedió al modelado, con el conocido software, Revit de la casa Autodesk.

Se creó un modelo estructural y otro arquitectónico. No se tuvo en cuenta las instalaciones de la edificación en el modelado.

Por último, toda la información recopilada por Revit se presentó a través de los planos generados con Revit del modelo, tablas de planificación y cantidades del modelo, y un renderizado de la edificación, en el que se puede observar los acabados de los elementos modelados.

Índice

Escuela Politécnica Superior de Jaén.....	¡Error! Marcador no definido.
Escuela Politécnica Superior de Jaén.....	¡Error! Marcador no definido.
Grado en Ingeniería Mecánica	¡Error! Marcador no definido.
I. Memoria	6
1. Introducción y objetivos.....	6
2. Localización de la edificación	7
3. Plan de necesidades	9
3.1. Emplazamiento	9
3.2. Edificación	9
3.2.1. Zona de producción	9
3.2.2. Zona de administración y laboratorios.....	9
3.3. Exterior.....	10
3.3.1. Aparcamientos.....	10
3.3.2. Zonas verdes.....	10
4. Justificación de la solución adoptada	11
4.1. Descripción de la solución adoptada	11
4.1.1. Movimientos de tierras	11
4.1.2. Cimentación.....	11
4.1.3. Estructura	11
4.1.4. Arquitectura.....	12
4.2. Justificación urbanística.....	13
5. Metodología general	18
5.1. Software utilizado	18
5.2. Hardware utilizado.....	18
5.3. Metodología.....	18
6. Modelado	20
6.1. Preparación de referencias para el modelo	20
6.1.1. Rejilla	20
6.1.2. Niveles	21
6.2. Topografía del terreno y movimiento de tierras	22
6.2.1. Modelado de la superficie topográfica	22
6.2.2. Modelado del muro de contención.....	23

6.2.3.	Modelado de la explanación de construcción.....	24
6.3.	Cimentación	24
6.3.1.	Modelo aproximado de la cimentación	24
6.3.2.	Calculo estructural con Cype.....	26
6.3.3.	Modelado de las zapatas aisladas	28
6.3.4.	Modelado de las vigas riostras	28
6.3.5.	Modelado de la zapata corrida para el muelle de carga.....	29
6.3.6.	Modelo de la cimentación	29
6.4.	Estructura.....	31
6.4.1.	Modelo aproximado de la estructura.....	31
6.4.2.	Calculo de la estructura con Cype	32
6.4.3.	Modelados de los pilares estructurales.....	33
6.4.4.	Modelado de las jácenas de los pórticos y del modulo	34
6.4.5.	Modelado de las vigas de atado y de las cruces de San Andrés	35
6.4.6.	Modelado del sistema de apoyo estructural para los condensadores de las unidades frigoríficas	36
6.4.7.	Modelado de las correas de la nave.....	37
6.4.8.	Modelado del suelo estructural	39
6.4.9.	Modelado del muelle de carga	40
6.4.10.	Modelo estructural	41
6.5.	Arquitectura.....	42
6.5.1.	Preparación del modelo arquitectónico.....	42
6.5.2.	Modelado de la zona industrial	43
6.5.3.	Modelado de la zona de administración	52
6.5.4.	Modelado de la zona exterior	65
7.	Documentación generada	68
7.1.	Generación de planos	68
7.2.	Renderizado	68
7.3.	Generación de tablas de planificación.....	79
7.4.	Creación de fases	80
8.	Conclusiones.....	82
II.	Anexos	83
1.	Planos	83

1.1.	Situación.....	83
1.2.	Emplazamiento	83
1.3.	Topografía	83
1.4.	Planta general	84
1.5.	Planos estructurales.....	84
1.6.	Planos arquitectónicos.....	89
2.	Dimensionado con Cype	91
2.1.	Cimentación	91
2.1.1.	Elementos de la cimentación y sus características	91
2.1.2.	Disposición de los elementos de la cimentación	95
2.2.	Estructura.....	97
2.2.1.	Dimensionado de la estructura	97
2.2.2.	Características de los perfiles dimensionados.	104
3.	Evolución del modelo	109
3.1.	Evolución del modelo de la cimentación	109
3.2.	Evolución del modelo de la estructura	116

I. Memoria

1. Introducción y objetivos.

En este trabajo se va a realizar el modelado de una nave industrial mediante la metodología BIM. BIM es el acrónimo de “Building Information Modeling”, en español “Modelo de información de construcción”.

La metodología BIM es un conjunto de métodos y procedimientos para crear un modelo de información de todos los ámbitos que tiene que ver con la construcción, y nace con el avance de la tecnología y las máquinas informáticas capaces de generar modelos 2D o 3D suponiendo un avance en el ámbito de la construcción. Con esta metodología se puede llevar a cabo la construcción de una edificación con un solo modelo, ya que se tienen en cuenta todas las disciplinas: estructural, arquitectónica, e instalaciones. Además, permite realizar cambios de forma directa sobre el modelo actualizando cualquier vista o plano generado. Implementar la tecnología BIM significa abordar el ciclo de vida completo de un edificio, desde el concepto inicial hasta su edificación.

El modelado de edificaciones aporta información de alto valor, se obtiene un modelo virtual en tres dimensiones de la edificación que se puede visualizar libremente. Esto ofrece multitud de opciones, entre ellas, la posibilidad de detectar posibles problemas que no sería posible ver en planos 2D, durante la realización del proyecto o la construcción de dicha edificación, como por ejemplo la interferencia entre varias disciplinas.

El modelado de información de construcción requiere de un programa completo e inteligente que coordine las tareas y datos necesarios. Para la generación del modelo se utilizara el software Revit, de la casa Autodesk. Y Cype para calcular los elementos estructurales de la edificación. Todos estos software pueden ejecutarse un computador básico.

El objetivo del presente trabajo es el diseño, modelado y gestión de la información necesaria para un proyecto de construcción de una edificación industrial mediante la metodología BIM. Concretamente se diseñara una NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA MANIPULACION Y ENVASE DE ALIMENTOS, en el polígono industrial de Jamilena (Jaén).

En primer lugar, se especificará la localización de la construcción en cuestión, para tener en cuenta las limitaciones debidas a ordenanzas municipales, autonómicas, etc. A continuación se comentará, brevemente, la metodología seguida en este trabajo ayudando así a entender mejor el desarrollo.

En segundo lugar se realizará el modelo estructural y arquitectónico de la construcción, generando previamente un plan de necesidades de dicha construcción, y ofreciendo soluciones eficientes para satisfacer el plan.

Por último, se mostrará toda la información recopilada mediante renderizado, planos, proyección de luz solar, virtualización de sombras, etc.

2. Localización de la edificación

El modelo abordado trata de una edificación industrial destinada a un PROCESO DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ALIMENTOS, situada EN EL POLIGONO INDUSTRIAL, en pleno desarrollo, de la localidad de JAMILENA (JAÉN).

Jamilena es una pequeña localidad perteneciente a la comarca de Martos y situada al oeste de la capital, al pie de la Sierra Sur a unos 15 km. de la capital.

En el **Anexo de Planos** se ve dónde queda la localidad de JAMILENA en la provincia de JAÉN.

Para acceder a la parcela se coge la **A-316** hasta dar con la **salida 73**. En este punto se toma la carretera provincial **JA-3309**, que se dirige hacia la población de Jamilena. Continuando por esta carretera justo en la entrada a la población se encuentra el polígono industrial en el que esta la parcela donde se construirá (**Fig. 1**).



Fig. 1: Acceso a parcela. Fuente: GoogleMaps.

Para ver con más detalle la parcela donde se ubicara la nave industrial, se amplía la zona del polígono industrial de la localidad de JAMILENA (Fig. 2).

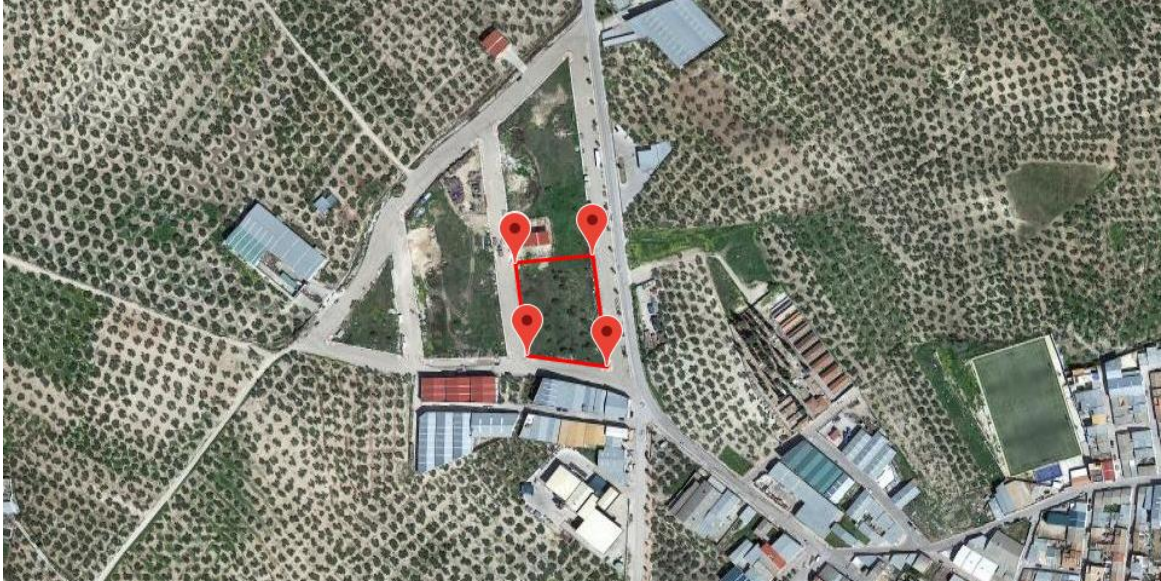


Fig. 2: Polígono industrial de la localidad de JAMILENA. Fuente: GoogleMaps.

En la Fig. 3, que se ve cómo se distribuyen las parcelas en el polígono industrial de la localidad de Jamilena, se resaltó la parcela o conjunto de parcelas en la que se construirá la edificación en cuestión.



Fig. 3: Distribución de parcelas (Catastro del polígono industrial). Ayuntamiento de Jamilena.

3. Plan de necesidades

Se estableció la necesidad de una nave industrial donde realizar una actividad de tratamiento y envasado de alimentos frescos, tales como verduras y hortalizas.

3.1. Emplazamiento

Se exigió que la planta baja o base de la nave se encuentre a la misma cota de la carretera JA-3309 por la que concurren todos los vehículos que entran a la localidad de Jamilena aprovechando así la publicidad que esto conlleva.

3.2. Edificación

Para la nave industrial el cliente expuso lo siguiente:

3.2.1. Zona de producción

La zona de producción de la nave tendrá una superficie no menor a 1400 m² por exigencia del cliente. Esta superficie estará distribuida de la siguiente forma:

- **Recepción y retención de producto:** Esta parte debe de tener una superficie mínima de 150m².
- **Zona ventilada:** Debe de tener una superficie mínima de 180m².
- **Cámaras frigoríficas:** En total, la nave debe tener una superficie de 350m² de zona refrigerada. Esta tiene que estar dividida en varias partes para ahorrar energía cuando la ocupación sea baja, como mínimo dos partes.
- **Tratamiento y envasado:** Esta parte debe de tener como mínimo 350m².
- **Salida y retención de producto:** Esta parte debe de tener una superficie mínima de 150m².

El cliente especificó que todas las zonas de producción de la nave deben de tener una altura libre mínima de 6,50m, y que no era necesaria la separación física de dichas zonas.

A parte de todo esto el cliente expresó la necesidad de un muelle de carga para recepción y salida de producto, y un apoyo estructural para los condensadores de las unidades frigoríficas.

3.2.2. Zona de administración y laboratorios

Por otro lado, el cliente expuso la necesidad de zonas para administración, laboratorios y eventos. Para esta zona se tiene en cuenta el estilo vanguardista con muros cortina y formas cubicas por petición del cliente. A continuación se enumeran dicha zonas:

- Recepción de clientes.
- Sala de juntas.
- Oficinas.
- Cafetería.
- Sala para descansos.
- Laboratorio de control y calidad, y de investigación.
- Zona de eventos.

3.3. Exterior

En el caso de las zonas exteriores se indicó lo siguiente:

3.3.1. Aparcamientos

El cliente expuso la necesidad de tener una zona de aparcamientos para los trabajadores y para los vehículos de la propia empresa. Esta zona deberá tener ocho plazas de vehículos pequeños, y un mínimo de tres plazas para vehículos de transporte de mayor tonelaje.

3.3.2. Zonas verdes

Se incluyen pequeñas zonas verdes repartidas por toda la parcela por petición del cliente.

4. Justificación de la solución adoptada

4.1. Descripción de la solución adoptada

La nave, destinada al proceso industrial, será de 36 metros de ancho por 50 metros de largo. Y la zona destinada a administración y laboratorios serán dos plantas de 18 metros de ancho por 12 metros de largo.

4.1.1. Movimientos de tierras

Para adecuar el terreno en el que se construirá la nave se optó por la construcción de un muro de contención que aguantara el material de relleno, sobre el que se colocará la explanación de construcción.

4.1.2. Cimentación

Para la cimentación se realizó un dimensionado en Cype según el CTE DB-SE en España.

La cimentación de la edificación es la encargada de recoger las cargas transmitidas a través del entramado estructural y comunicarlas al suelo resistente. Para resolver esto se programó en Cype obteniendo el dimensionado mediante un análisis de cargas realizado por el software, según la norma vigente en España.

La cimentación de la edificación se resolvió del siguiente modo:

- **Zapatas aisladas:** Donde descansaran cada uno de los pilares de la estructura.
- **Vigas de atado:** Que unen las zapatas aisladas para evitar asentamientos diferenciales entre las zapatas.
- **Zapata corrida para el muelle de carga:** Parte del muro del muelle de carga asienta sobre una zapata corrida, la otra parte descansara sobre el solado que estará a su vez sobre la cimentación de la edificación.
- **Zapata corrida para el muro de contención:** Se crea una zapata corrida en el estrato resistente sobre el que descansara el muro de contención.

4.1.3. Estructura

Para la estructura también se realizó un dimensionado en Cype según el CTE DB-SE en España.

4.1.3.1. Entramado estructural

Al igual que la cimentación, el entramado estructural fue dimensionado en Cype, mediante un análisis de cargas realizadas por el software, según la norma vigente en España.

Por lo que la estructura está compuesta por lo siguiente:

- **Pórticos de carga para la nave:** Estos se encargan de recoger las cargas sobre la cubierta y transmitir las a la cimentación. Por otro lado resisten las cargas horizontales sobre los cerramientos laterales. Los pórticos extremos de la nave constan de pilares de fachadas que se encargan de resistir las acciones horizontales en las caras frontales de la nave.
- **Pórticos de carga para el modulo:** Al igual que en el caso de los pórticos de la nave, estos se encargan de recoger y transmitir las cargas sobre los forjados a la cimentación de la edificación.

- **Vigas de atado:** Estas sirven para conseguir mayor estabilidad longitudinal en la edificación, y por otro lado evitar compresiones de cubiertas o forjados. Se colocan vigas de atado tanto para la nave como para el módulo.
- **Cruces de San Andrés:** Se encargan de absorber las acciones frontales del viento.
- **Muelle de carga:** Se optó por muros y forjado de hormigón armado.
- **Apoyo para condensadores:** Se diseñó un sistema de apoyo para los condensadores de las unidades frigoríficas a partir de perfiles de acero laminado.

4.1.3.2. Forjados y solado

Para los **forjados del módulo**, tanto para la primera planta como para la cornisa, se ha optado por un suelo estructural compuesto por lo siguiente:

- Capa de envolvente por encima.
- Capa de acabado a regla de arena/cemento de 50mm.
- Bloque de hormigón de 75mm.
- Vigüeta de acero de 75mm.
- Capa de envolvente por debajo.

Con un espesor total de 200mm.

Para el **solado de la nave** se ha optado por un suelo estructural compuesto por lo siguiente:

- Capa envolvente por encima.
- Capa de acabado a regla de arena/cemento de 50mm.
- Aislamiento contra la humedad.
- Capa de hormigón moldeada in situ de 17mm.
- Capa de envolvente por debajo.

Con un espesor total de 225mm.

4.1.4. Arquitectura

A continuación, se comenta las soluciones adoptadas para parte arquitectónica del modelo.

4.1.4.1. Cerramientos exteriores

Se optó por la utilización de **paneles sándwich para la zona industrial**, ya que es una solución que cumple las necesidades estéticas y de funcionalidad eficazmente. Además, la opción de los paneles sándwich tiene la ventaja de que no requiere recursos costosos para su instalación. Se seleccionaron **paneles de 50 mm de espesor para toda la nave** excepto para las **cámaras frigoríficas que se incorporaron paneles de 120 mm de espesor**, para un mayor aislamiento térmico.

Para la **zona de administración**, se optó por **muros cortina de cristalera doble** ligeramente azulada y un 35% de reflexión, y sistema de montantes para la unión de los paneles de cristal.

4.1.4.2. Cerramientos interiores

En la **zona industrial**, se encontraban los cerramientos de las cámaras frigoríficas y de los baños de los trabajadores de la zona industrial. En el caso de los cerramientos interiores de las **cámaras frigoríficas** se optó por **paneles sándwich de 120 mm de espesor con núcleo de poliuretano**. Para los cerramientos interiores de los **baños de los trabajadores de la zona industrial** se optó por **tabiques de partición común de 100 mm de espesor compuesto de una capa de enlucido con estructura de ladrillo cerámico hueco**.

En el caso de la **zona de administración** se optaron por dos tipos de tabiques de partición. Por un lado se utilizaron **placas de yeso con núcleo aislante de fibra mineral con un espesor de 40 mm**, y por otro lado se utilizaron **muros cortina con paneles verticales de cristal transparente**.

4.1.4.3. Escaleras

Se optó por la solución de una **escalera doble**, una cada lado, **para acceder a las dos zonas principales de la primera planta** y así mantener una estética simétrica. **Para acceder a la terraza superior** se optó por una **escalera única central**. Se seleccionó un tipo de **escalera de acero inoxidable y cristal**. Para la **entrada a la terraza** se optó por un **sistema de muros y cubierta cortina** del mismo cristal de los cerramientos exterior de la zona de administración, aportando luz natural al interior, a modo de claraboya.

4.1.4.4. Cubierta

Para la cubierta se utilizaron paneles sándwich con aislante térmico. Se modelo **panel sándwich de 50 mm de espesor en la mayor parte de la cubierta**, exceptuando la parte de la **cámara frigorífica que se optó por un panel sándwich de 120 mm de espesor** para mayor aislamiento térmico.

4.2. Justificación urbanística

Según en la zona que se encuentre la edificación, se cumplirán una serie de ordenanzas municipales y en algunos casos autonómicas. Estas se recogen en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del municipio y en la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA).

El PGOU de la localidad de JAMILENA, recoge en sus artículos las limitaciones urbanas de construcción y usos, según el tipo de suelo en el que se encuentre la edificación.

El polígono industrial de la localidad esta denominado como suelo únicamente INDUSTRIAL, los límites de construcción quedan establecidos en las **Fig. 4,5 y 6**.

ORDENANZAS PARTICULARES		ZONA I-5. INDUSTRIAL		I-5
ANTECEDENTES: Zona prevista para el desarrollo industrial en suelo urbano y urbanizable ordenado. Delimitación legal en planos de ordenación.				
OBJETIVOS: Regular el uso y las características de la edificación industrial en su ámbito espacial específico (suelo industrial).				
PARCELA Y DISPOSICIÓN		Superficie	Fachada	Las parcelas existentes y así definidas en los correspondientes planos catastrales vigentes en el momento de la aprobación inicial de este Plan quedan exentas del cumplimiento de estas condiciones.
	Parcelas resultantes de Parcelación, agregación o segregación	Min. 400m ²	Min. 15m	
	Edificación alineación fijada a vial			Alineación fijada en planos de ordenación y en su defecto la existente
USOS	CARACTERÍSTICO	Industrial	G-3	Sin restricciones en cuanto a potencia instalada o niveles sonoros
		Terciario	Tipo A,b	Administrativo, despachos profesionales, en situación b).
			Tipo B. G-3	Comercio, ocio, hospedaje y espectáculos.
VOLUMEN	OCUPACIÓN	Determinación indirecta		Disposición en parcela y condiciones generales de la edificación
	ALTURA	Nº de plantas s/ plano nº 6	B+1 < 7m	En caso de proyectarse semisótano se podrá aumentar la altura máxima en 80 cm.
	EDIFICABILIDAD	Determinación indirecta		Suelo Urbanizable Ordenado.: La resultante de los correspondientes Proy. de reparcelación Suelo restante: La resultante de las condiciones de ocupación y altura
COMPOSICIÓN Y ESTÉTICA	FACHADAS	En su composición se seguirán criterios de simplicidad y economía formal.		Las soluciones constructivas asegurarán su fácil mantenimiento y evitarán el ennegrecimiento de los paramentos. Todo paramento que quede visto deberá tratarse como fachada.
	ROTULACIÓN Y ANUNCIOS	Se prohíbe la disposición de elementos de rotulación o anuncios, fuera del límite de la parcela.		Deberán situarse en una franja horizontal a partir de 6,50 m de altura, debiendo estudiarse su integración en la fachada, quedando supeditada su instalación a licencia previa si no van definidas en el proyecto de obra

Fig. 4: Ficha de ordenanzas en la zona I-5, Industrial. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.

Esta ficha tiene un ámbito de aplicación que viene recogido en el plano de la Fig. 5.

ÁMBITO DE APLICACIÓN (Esquema indicativo. Ver plano OU-5)	ORDENANZAS
	GENERALES art. 85 a 89 art. 91 y 93
	USOS art. 50 a 70
	ALTURAS art. 86, 90 y 91
	GARAJES Art. 61
	PATIOS Art. 92
	PARTICULARES I.2

Fig. 5: Ámbito de aplicación de la zona I-5, Industrial. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.

Según la ficha de ordenaciones adjunta, para determinar la altura máxima de la nave industrial hay que recurrir al plano nº6 de PGOU de la localidad, para comprobar cuál es el número de plantas que se puede construir, aunque de forma general indica que está permitido construir una planta baja y otra más, **con un máximo de 7 metros de altura en total, o para una edificación porticada 7 metros hasta el alero de fachada.**

La **Fig. 5** es el plano nº6, en el que se especifican alturas, rasantes, alineaciones, retranqueos, etc.

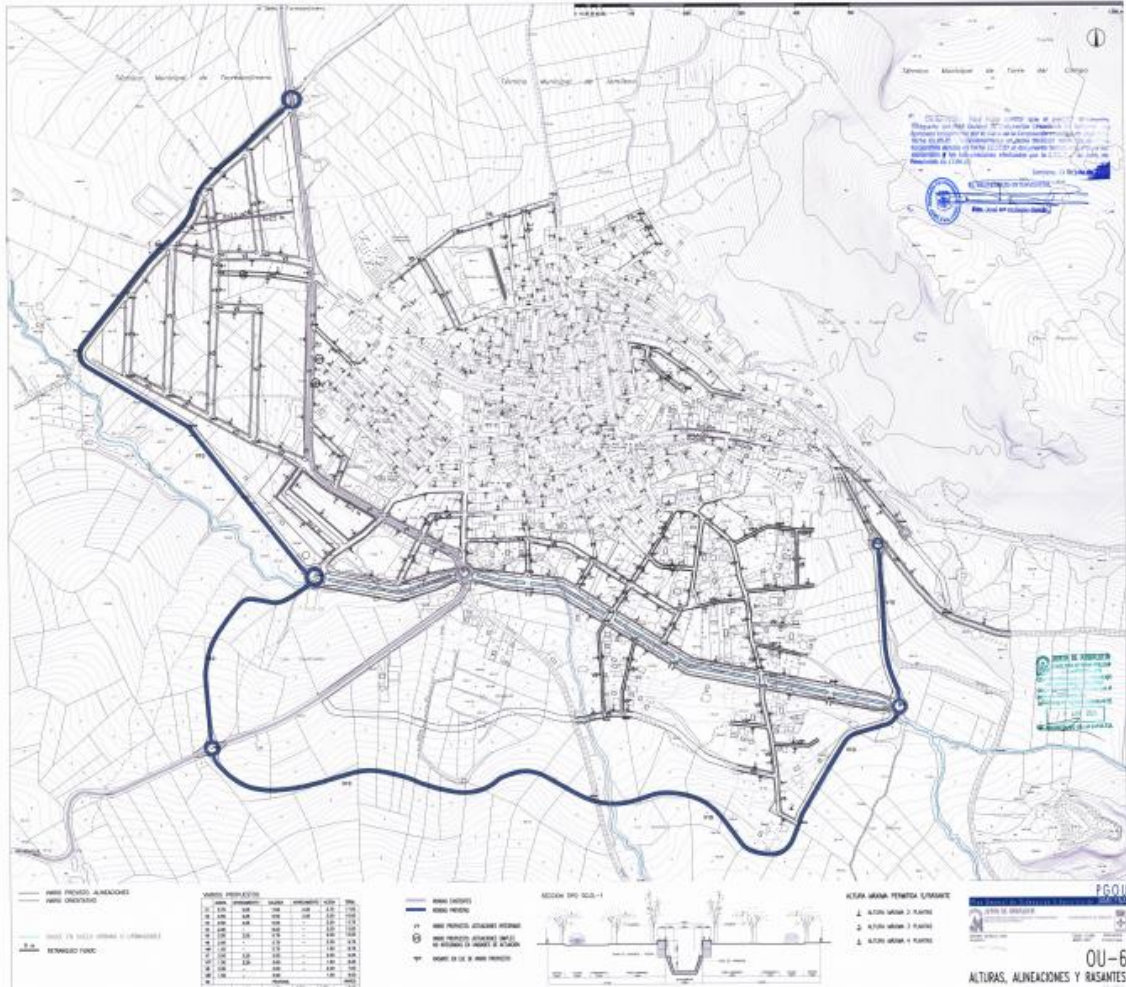


Fig. 6: Plano nº6 del PGOU de la localidad. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.

Ampliando la zona del polígono donde se encuentra la parcela, se observa cuáles son las limitaciones a tener en cuenta según este plano del PGOU de la localidad.

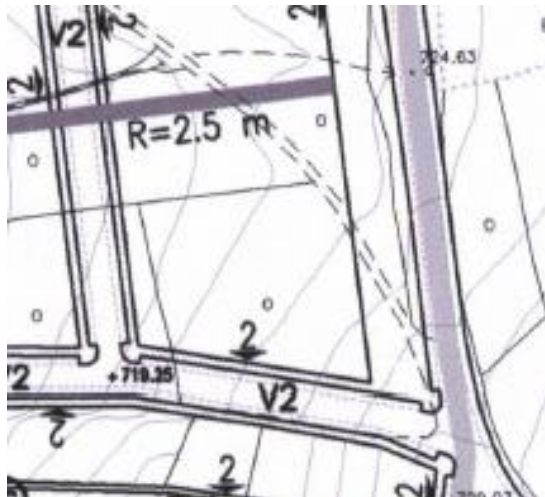


Fig. 7: Limitaciones en parcela. Fuente: Web de la Junta de Andalucía

Como se ve en el plano nº6 del PGOU de la localidad, el **número máximo de plantas que se permite construir son 2** (contando con la planta baja), como se especifica de forma general. En el plano se aprecia algo que condicionara la construcción, existe un **retranqueo de 2,5 metros en la cara norte de la parcela**, que hay que tener en cuenta.

Según el *Artículo 86* del PGOU de la localidad, se define retranqueo como la banda de terreno comprendida entre la alineación y el plano de fachada. Por lo que en esta banda se puede aprovechar para construir zonas de aparcamientos o zonas verdes.

En la siguiente tabla se recoge un resumen de los límites urbanísticos de la zona comparándolos con las soluciones adoptadas (**Tabla 1**).

Tabla 1: Límites urbanísticos

	Límites urbanísticos	Solución adoptada
Superficie parcela	Mínimo 400 m ² .	4830 m ² .
Fachada parcela	Mínimo 15 m.	88 m.
Altura	7 m. hasta alero de fachada	7 m. de alero de fachada
Plantas	B+1, 2 plantas	B+1
Retranqueos	2.5 m. cara Norte parcela	

5. Metodología general

5.1. Software utilizado

- **Cype**, de la casa Cype Ingenieros. Este es un software se utiliza en arquitectura, ingeniería y construcción para realizar cálculos de estructuras, cálculos de instalaciones de edificios, gestiones de construcción, etc.
- **AutoCad**, de la casa Autodesk. AutoCad es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D.
- **Revit**, de la casa Autodesk. Revit es un software BIM que permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico.

5.2. Hardware utilizado

En primer lugar, cuando el modelo aun no era muy pesado, se utilizó una computadora con las siguientes características:

- Procesador: Intel Core i5-2430M, 2.40 GHz.
- Memoria RAM: 4.00 Gb.
- Tarjeta gráfica: Común, integrada en placa base.
- Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits.

Cuando el modelo requería de una mayor potencia grafica para trabajar con mayor detalle y renderizado, se cambió a otra computadora con las siguientes características:

- Procesador: Intel Core i7-6500U, 2,50 GHz.
- Memoria RAM: 8.00 Gb.
- Tarjeta gráfica: AMD Radeon R5 M330, 4.00 Gb.
- Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits.

5.3. Metodología

En este trabajo de fin de grado se hizo el modelado de una nave industrial mediante BIM. Para ello se actuó del siguiente modo que se describe a continuación:

- Se programó la edificación en un software de cálculo estructural, Cype. En este software se realizó un dimensionado de los elementos estructurales para asegurar que resiste las cargas generadas debido a las acciones que actúan sobre la edificación, según el CTE-DB-SE. Esto ofrece información necesaria para el posterior modelado de la edificación.
- Recopilada toda la información necesaria para proceder con el modelado de la edificación, se utilizó el conocido software en este tipo de trabajos, Revit de la casa Autodesk.
- Antes de comenzar a modelar, se generó un “croquis” en AutoCad que se vinculó al modelo de Revit, y sirvió como referencia para comenzar el modelo.
- Se creó en Revit la rejilla y los niveles de referencia. Estos son la base del modelo.
- Se añadió al modelo la topografía del terreno, a partir de una captura de plano topográfico de la zona.
- Se modeló en Revit la cimentación de la edificación, aplicando toda la información recopilada de los resultados obtenidos en Cype.

- Se modeló en Revit la estructura de la edificación, aplicando nuevamente la información recopilada en el dimensionado de Cype.
- Se modeló la parte arquitectónica de la edificación. Para esta parte, previamente, se consultó en la web e incluso se observó en los mismos polígonos de la zona con que materiales, técnicas y estilos se construyen las edificaciones de este tipo en la actualidad.
- Se documentó la información generada a través de Revit, como planos relevantes del modelo creado y un renderizado detallado.

6. Modelado

En este apartado se ve el seguimiento del modelado de una edificación industrial, aunque se podría modelar cualquier tipo de construcción de forma similar. Se modeló la cimentación y la estructura en un mismo proyecto de Revit, y la parte arquitectónica en otro.

6.1. Preparación de referencias para el modelo

Para hacer un modelo, lo primero fue generar una rejilla en planta que servirá de referencia para colocar todos los elementos de la edificación. En este caso también se ha importado un plano CAD que se usó como referencia.

6.1.1. Rejilla

Ya que la edificación está compuesta por una nave industrial y un módulo estructural empotrado en la nave, la rejilla generada presenta una estructura desigual.

Para la parte de la nave se tiene como datos de entrada la distancia entre pórticos (**5m.**) en una dirección, y la luz de cada pórtico en la dirección normal a esta (**18m. por pórtico**), en la dirección transversal hay dos pórticos estructurales consecutivos (**36m. ancho de nave**), y 10 vanos en la dirección longitudinal (**50m. largo de nave**).

Para la parte del módulo se conoce la distancia entre los pilares que lo componen en ambas direcciones. Teniendo en cuenta todo esto la rejilla generada se ve en la **Fig. 8**.

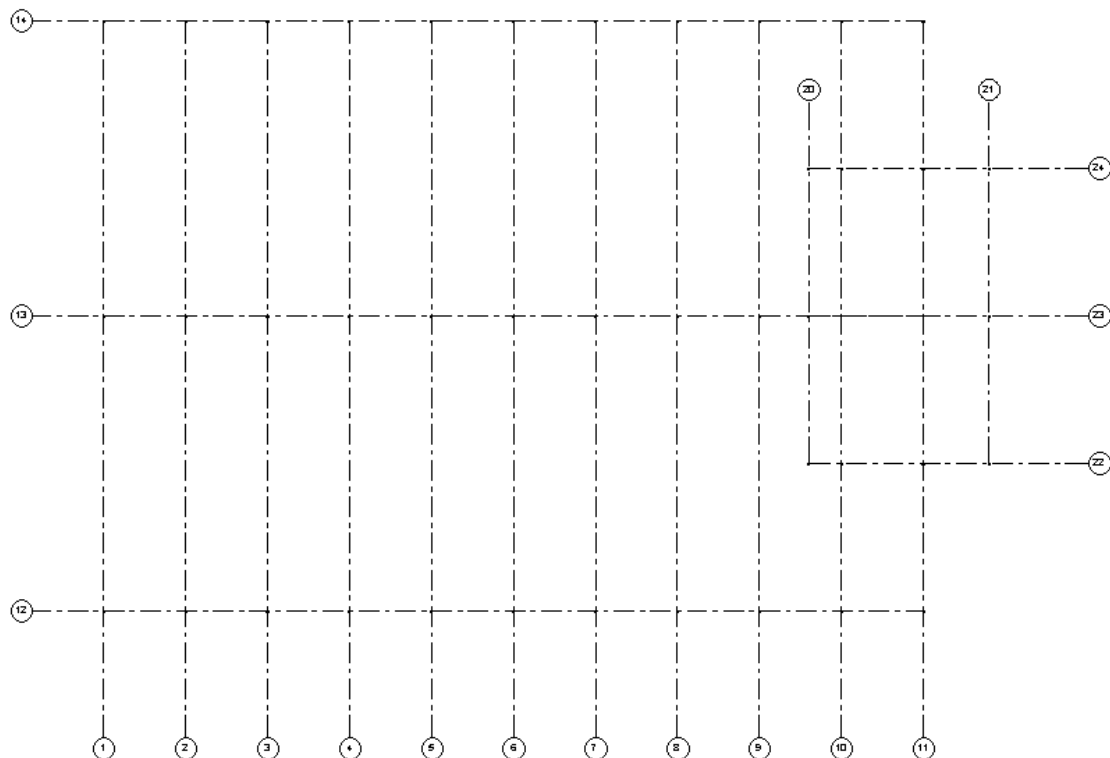


Fig. 8: Rejilla de referencia para la creación del modelo.

Como se puede ver en la **Fig. 8**, solo generando una rejilla de referencia se puede especular cómo será la edificación.

6.1.2. Niveles

Se trata de un modelo 3D, por lo que también se necesita un sistema de referencia para las alturas de la edificación. Para ello Revit facilita el trabajo con la opción de insertar diferentes niveles útiles para la construcción del modelo.

Fueron necesarios unos niveles de referencia para el modelado de la parte de la nave y otros niveles para la parte modular. Se identifica de forma clara y sencilla cada nivel para evitar confusiones.

Se insertó un nivel “Cimentación”, que es común para ambas partes. El siguiente nivel fue la planta baja que también es común para ambas partes. Para la parte superior de la nave se insertó un nivel que se identifica como “Alero fachada nave”, y otro que marca la cornisa de la nave llamado “Cornisa nave”.

Por otra parte, para la zona modular se añadió una planta intermedia, por lo que se introdujo un nivel extra llamado “Primera planta Modulo”, y otro más para marcar la cornisa de la zona modular llamado “Cornisa modulo”. Teniendo en cuenta todo esto los niveles de referencia quedan como se ve en la **Fig. 9**.



Fig. 9: Nivel de referencia para construcción del modelo.

Los valores de cota que se indican se establecieron teniendo en cuenta las ordenanzas municipales en lo que a límites de altura se refiere.

Se modificó la brújula que indica Revit por defecto para que la orientación del modelo sea la misma que en la realidad.

Teniendo en cuenta la topografía del terreno se ve que es necesario un trabajo considerable de movimientos de tierras para llevar a cabo la construcción en cuestión. Por cuestiones estéticas y de marketing se remontó hasta la cota de la carretera JA-3309(724m.), que coincide con el nivel “Planta Baja”, aunque no es la solución más económica. En consecuencia se insertó un nivel más que se identifica como “Estrato resistente” y coincide con la cota de 716m. , más adelante se verá su utilidad. Por lo que el sistema de niveles queda según se ve en la **Fig. 10**.

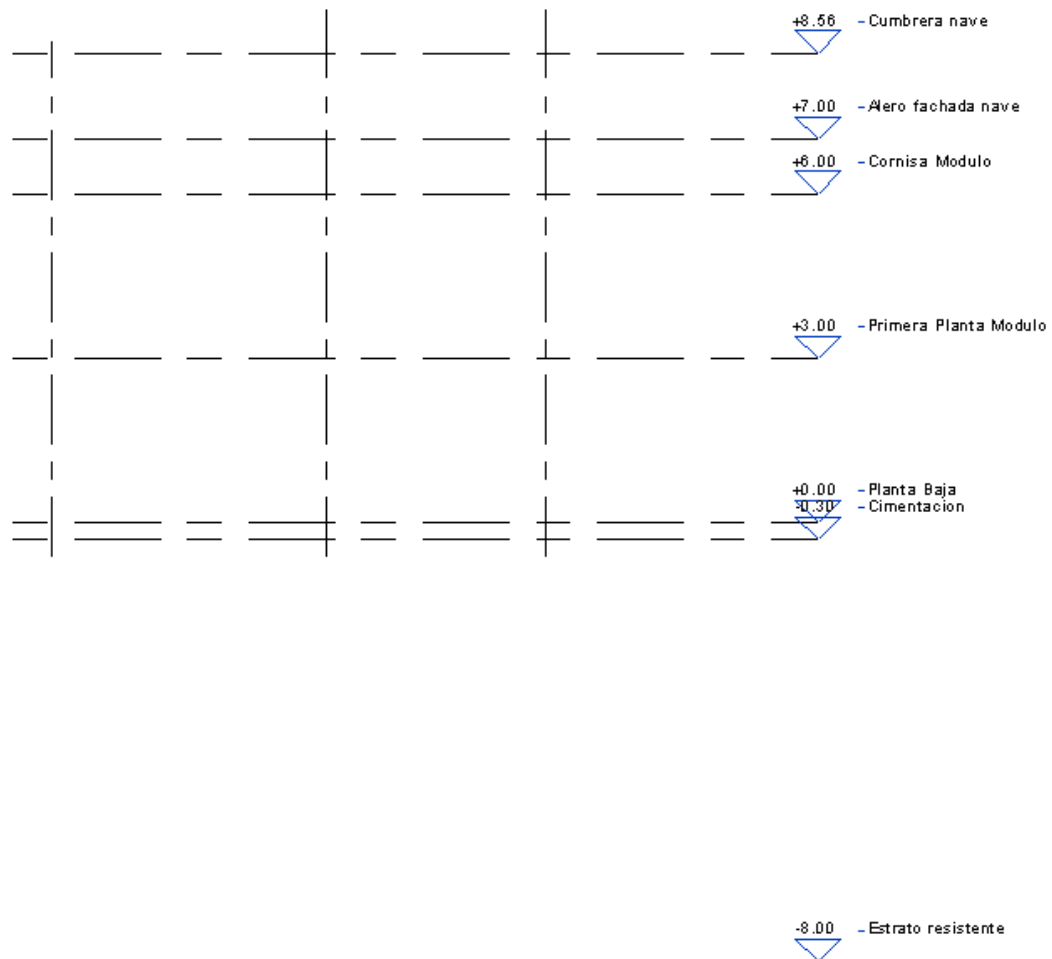


Fig. 10: Niveles de referencia teniendo en cuenta la cota del estrato resistente.

6.2. Topografía del terreno y movimiento de tierras

6.2.1. Modelado de la superficie topográfica

Revit permite modelar la topografía del terreno tan solo a partir de una captura de un plano topográfico que se puede ver en el **Anexo 1.2 Topografía (Fig.96)**, también se puede hacer a partir de un plano CAD topográfico de forma directa, en este caso se hizo a través de una captura, y se obtuvo lo que se ve en la **Fig. 11**.

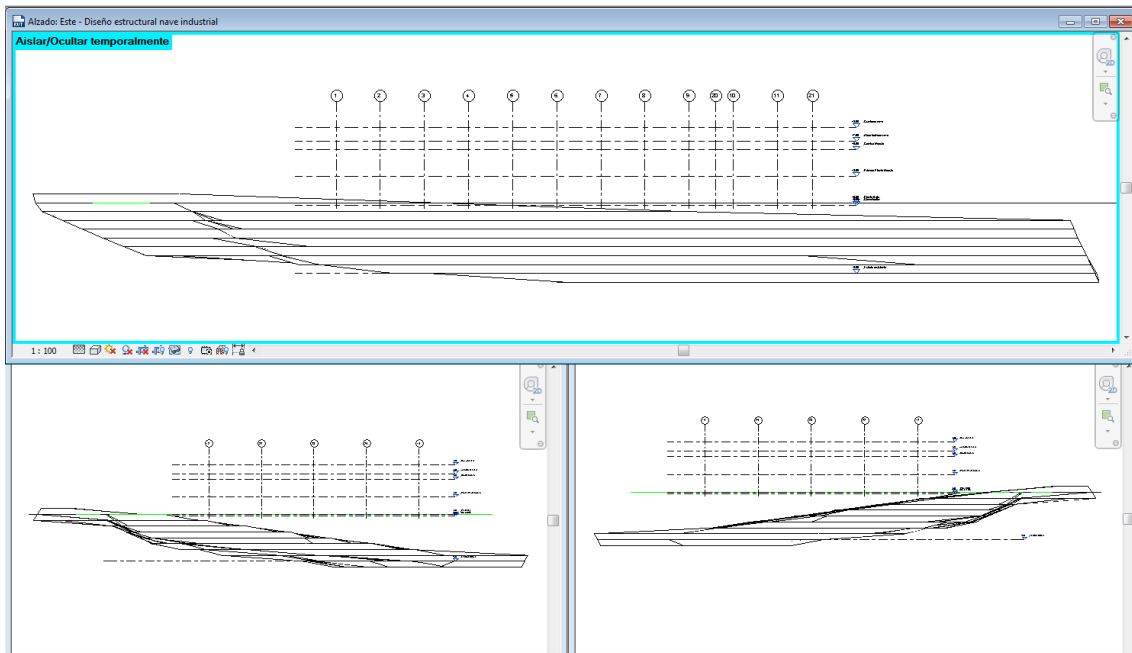


Fig. 11: Planos de la topografía del terreno (Cara este arriba, norte abajo-derecha. y sur abajo-izqda.).

Ya incluida la topografía del terreno en el modelo, el siguiente paso fue indicar en el modelo la explanación donde se construirá la edificación. Para ello se modeló un muro de contención que sostiene el material de relleno que forma la explanación donde se modeló la edificación.

6.2.2. Modelado del muro de contención

Se modeló un muro básico de retención de hormigón con 400 mm de ancho, y zapata corrida de 2000 x 600 mm. (Fig. 12).

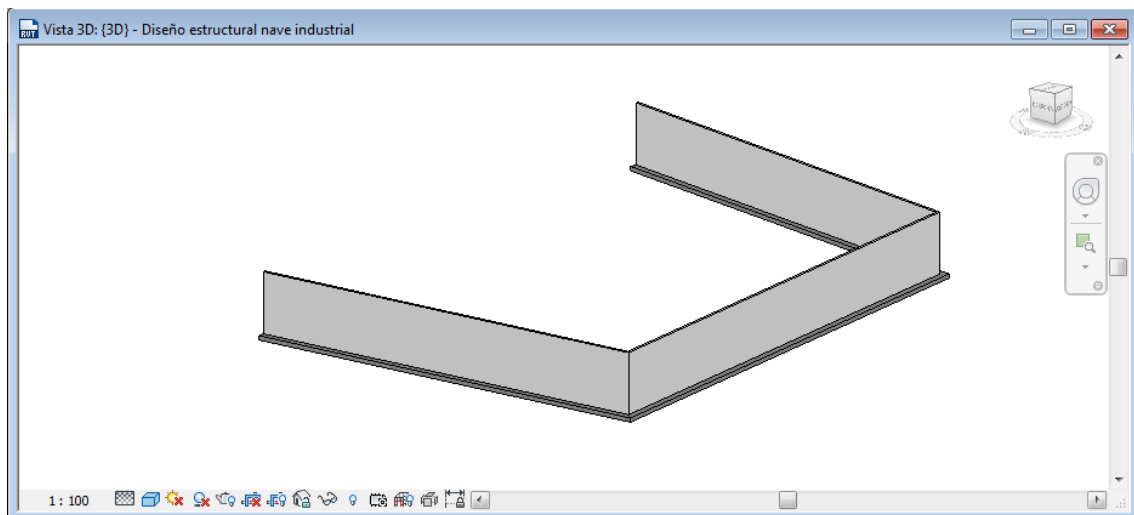


Fig. 12: Muro de contención modelado.

En la Fig. 13, se incluye un plano de alzado donde se ve como quedó el muro de contención modelado sobre el terreno.

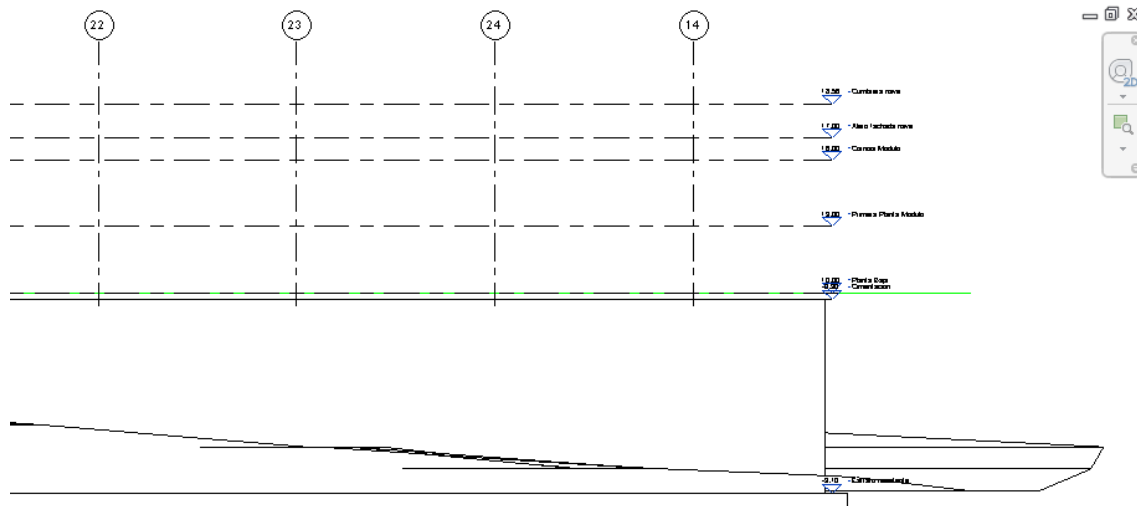


Fig. 13: Detalle muro de contención sobre el terreno (Alzado Norte). Fuente: Revit.

En la **Fig. 13** se ve como la zapata del muro de contención asienta perfectamente sobre el estrato resistente. En este caso el muro de contención tiene el límite de la base en el nivel “Estrato resistente”, y el límite superior en el nivel “Cimentación”.

6.2.3. Modelado de la explanación de construcción.

Se modeló la explanación de construcción, que en el momento de construcción se corresponde con el relleno del hueco. En la **Fig. 14**, se ve como queda el conjunto del muro y la explanación de construcción. Con esto se finalizó la parte de movimiento de tierra necesaria para la edificación de la nave.

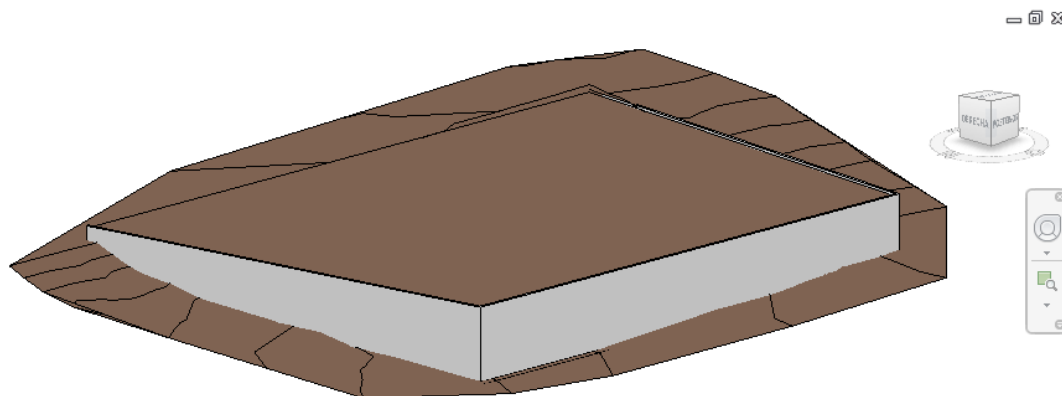


Fig. 14: Modelo de la plataforma de construcción completo.

6.3. Cimentación

6.3.1. Modelo aproximado de la cimentación

Para la cimentación del modelo se utilizaron zapatas aisladas para cada uno de los pilares de la edificación. Las zapatas serán moldeadas “In situ” por lo que en el modelo quedan enterradas en la explanación en el nivel cimentación.

Observando la **Fig. 8**, se ve que las posiciones de los pilares son las intersecciones de los elementos de la rejilla y se conoce cuál es el nivel de la cimentación. Con estos datos se modeló una cimentación aproximada con un nivel de detalle bajo.

Una vez se colocaron las zapatas el modelo quedó según se ve en la **Fig. 15**.

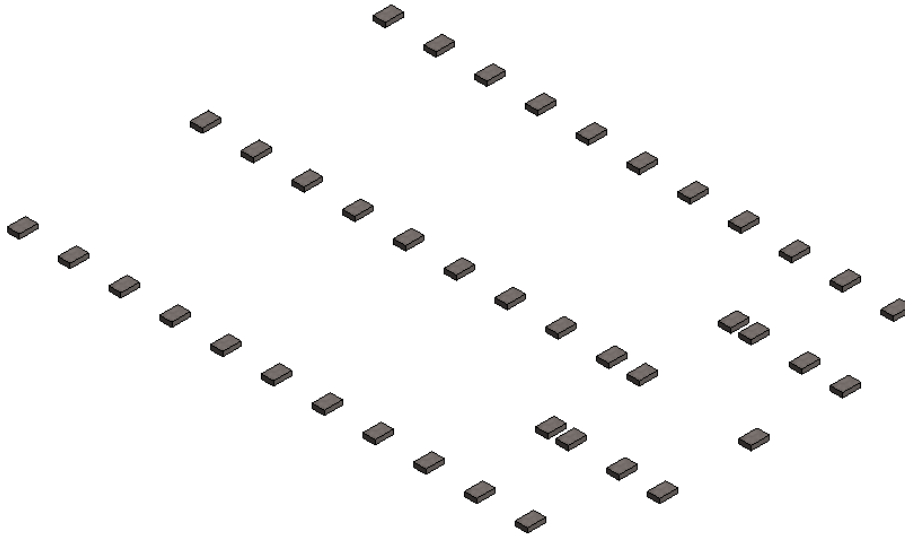


Fig. 15: Vista 3D del modelo aproximado de la cimentación.

Se añade la **Fig. 16**, donde se ve en planta el modelo aproximado de la cimentación, y que posteriormente se puede comparar con otras figuras para ver la evolución del modelo.

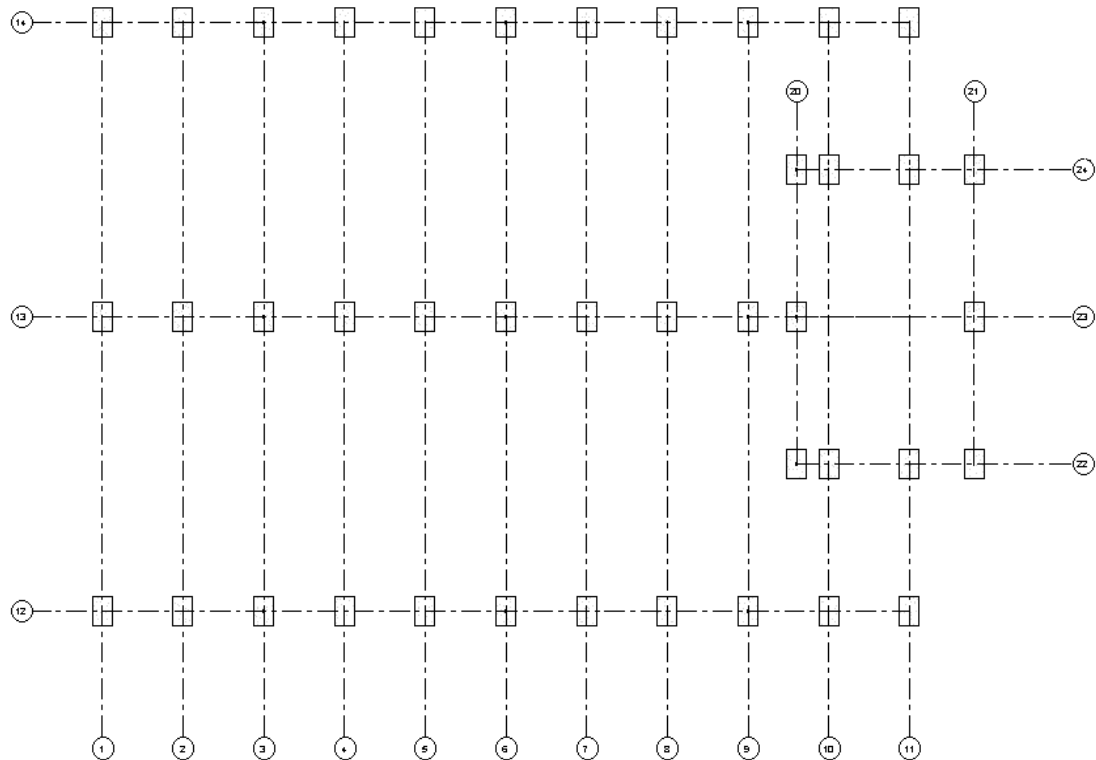


Fig. 16: Vista en planta del modelo inicial de la cimentación.

En la Fig. 16, se aprecia perfectamente la utilidad de la rejilla generada. Y en la Fig. 17, se aprecia cómo quedaron las zapatas al nivel correspondiente, utilizando los niveles creados inicialmente.

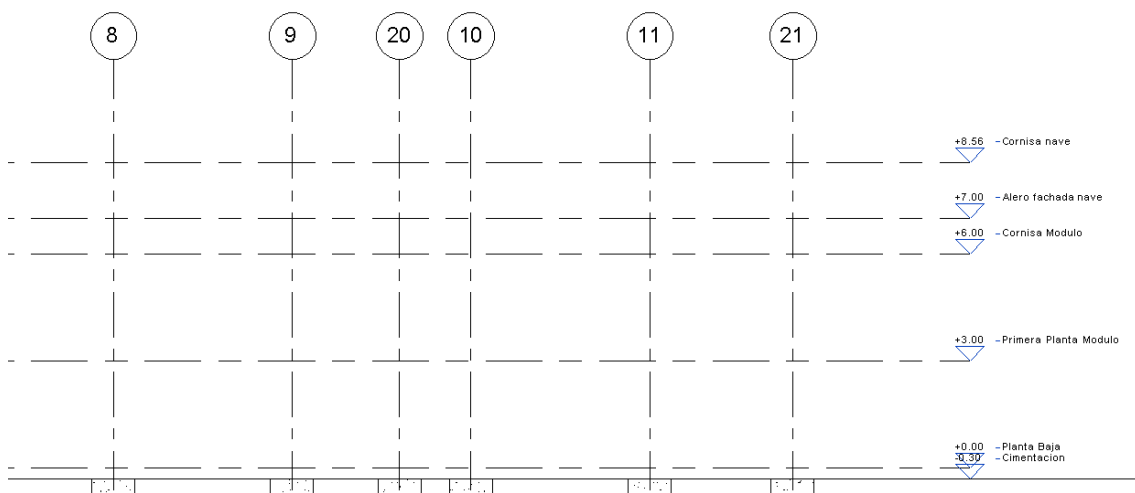


Fig. 17: Vista "Alzado Este" de nuestro modelo. Fuente: Revit.

Una vez se modeló la cimentación de forma aproximada, se pasó al modelado de la cimentación definitiva incorporando las dimensiones correspondientes a cada una de las zapatas, o modificando la disposición de estas.

6.3.2. Calculo estructural con Cype.

Para ello, se utilizó el software de análisis estructural **Cype**. En Cype se hizo un análisis de cargas teniendo en cuenta todas las combinaciones de acciones posibles, incluyendo

sobrecargas de cubierta, viento y nieve, y algún caso especial, como la sobrecarga originada por una zona de eventos y por una zona de administración según la normativa del CTE DB SE-AE.

Partiendo de una estructura aproximada ya modelada, se realizó una serie de cambios en los elementos estructurales manteniendo la idea inicial y se obtuvo una estructura óptima y efectiva que cumpliera los estados límite.

En caso de la cimentación, se obtuvo lo que se ve en la **Fig. 18**.

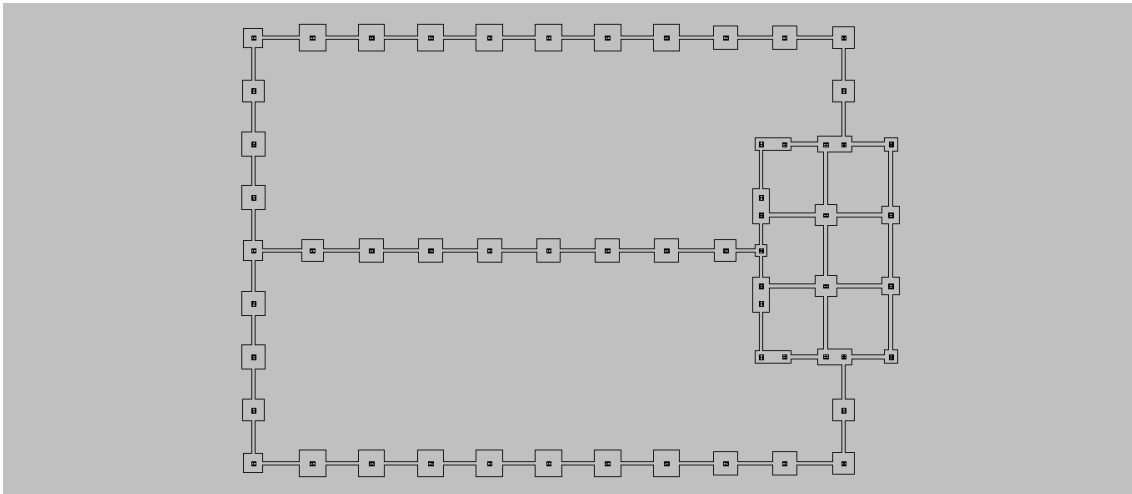


Fig. 18: Disposición de la cimentación. Fuente: Cype.

En la **Fig. 18**, se ve cómo quedó la cimentación de la edificación en planta. Se puede observar, que se realizaron una serie de cambios respecto al modelo inicial de la cimentación, debido a exigencias de cálculo y posibles problemas en obra.

En los pilares con distancias muy próximas entre sí, lo más efectivo es optar por una zapata común. Fue el caso de algunos de los pilares de la fachada Norte y de la parte modular, que comparten la misma zapata. Esto se puede observar en la **Fig. 18**.

En la **Fig. 18**, también se puede ver como quedarían las vigas de atado de la cimentación, para evitar asentamientos diferenciales en los apoyos.

En este caso no hay problemas de límites y las zapatas pueden superar el perímetro de la edificación.

Para ver las características de cada una de las zapatas consultar **Anexo 2.1.1. Elementos de la cimentación y sus características**.

Para ver la disposición de los elementos de la cimentación consultar **Anexo 2.1.2. Disposición de los elementos de la cimentación**.

Ya recopilada toda la información necesaria para el modelado de la cimentación se procedió a ello de la siguiente forma.

6.3.3. Modelado de las zapatas aisladas

Como se ha visto anteriormente, ya se modeló la cimentación de manera aproximada, por lo que se realizó una serie de modificaciones para así obtener un modelo real y efectivo.

Las zapatas aisladas modeladas inicialmente fueron sustituidas por nuevas familias de zapatas creadas con las dimensiones obtenidas en Cype. Por otro lado, se añadieron todas las zapatas restantes, que no se modelaron inicialmente en el modelo aproximado de la cimentación, teniendo en cuenta las nuevas familias ya creadas. Por lo que se modelaron las **zapatas aisladas** como se ve en la **Fig. 19**.

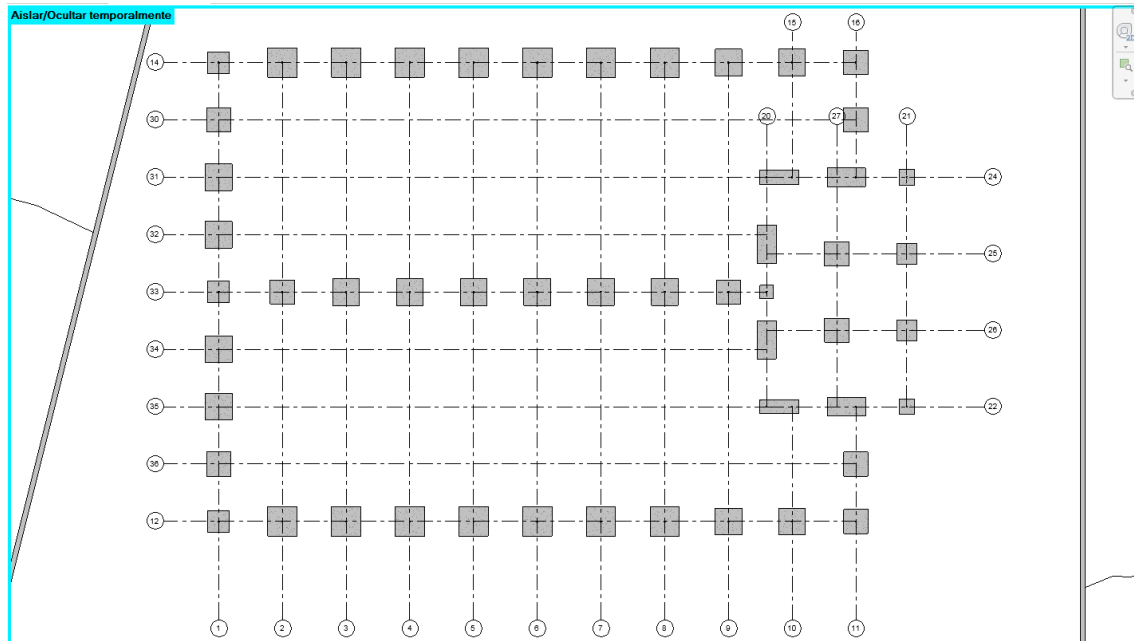


Fig. 19: Modelo de las zapatas aisladas de la cimentación.

Si se compara con la **Fig. 16**, que se corresponde con la vista en planta del modelo base inicial, se puede observar el cambio con respecto al punto de partida.

6.3.4. Modelado de las vigas riostras

Se modelaron las **vigas riostras** correspondientes a la cimentación. Para ello se creó una familia de viga de hormigón armado con las dimensiones obtenidas en Cype. En la **Fig. 20**, se puede ver cómo quedó la cimentación con las vigas de atado incluidas.

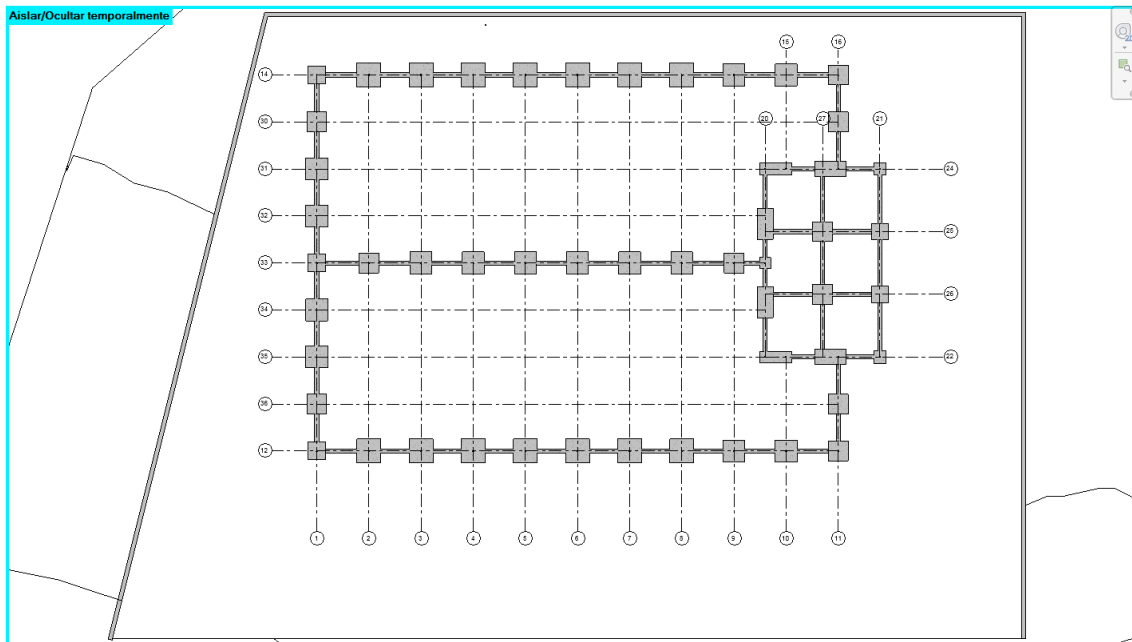


Fig. 20: Modelo de la cimentación con las vigas de atado modeladas.

6.3.5. Modelado de la zapata corrida para el muelle de carga

Como se ve en la **Fig. 20**, para concluir con la cimentación solo falta añadir la zapata corrida correspondiente al muelle de carga, por lo que se modeló una zapata corrida donde asentará el muelle de carga. En la **Fig. 21**, se ve como quedó esta.

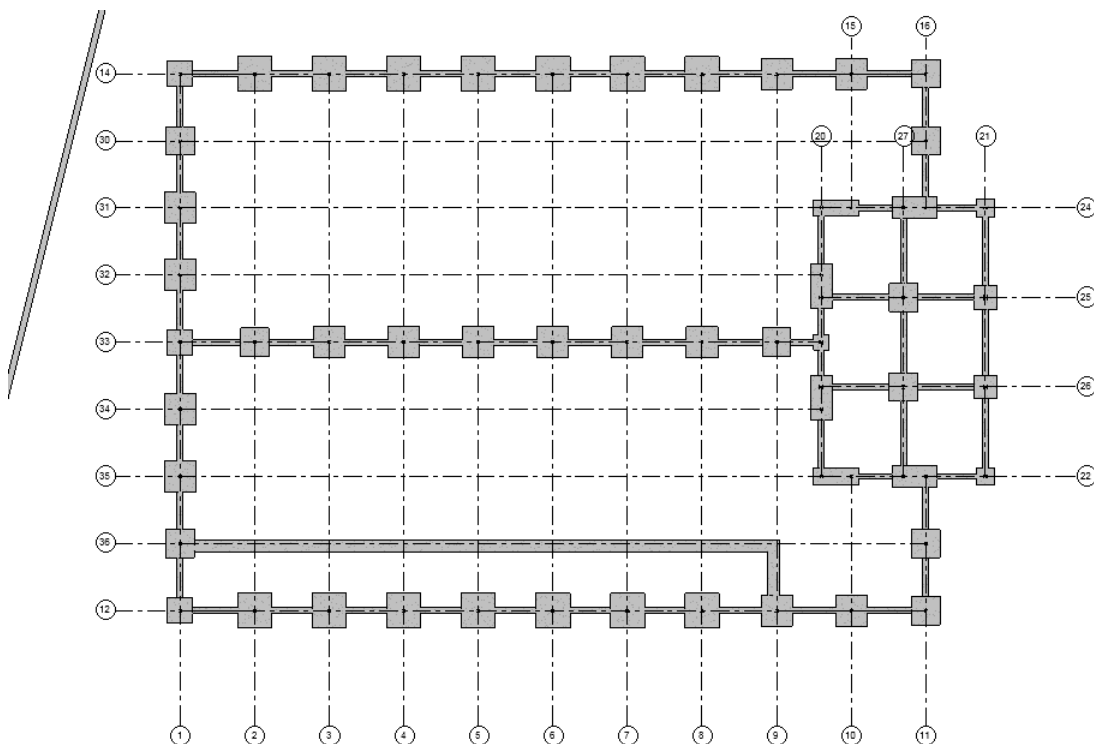


Fig. 21: Modelo de la cimentación con la zapata corrida del muelle de carga.

6.3.6. Modelo de la cimentación

Para ver la evolución del modelo paso a paso, consultar **Anexo 3.1. Evolución del modelo de la cimentación.**

Se incluye una vista 3D del modelo de la cimentación con todos sus elementos al completo, se puede ver en la **Fig. 22**.

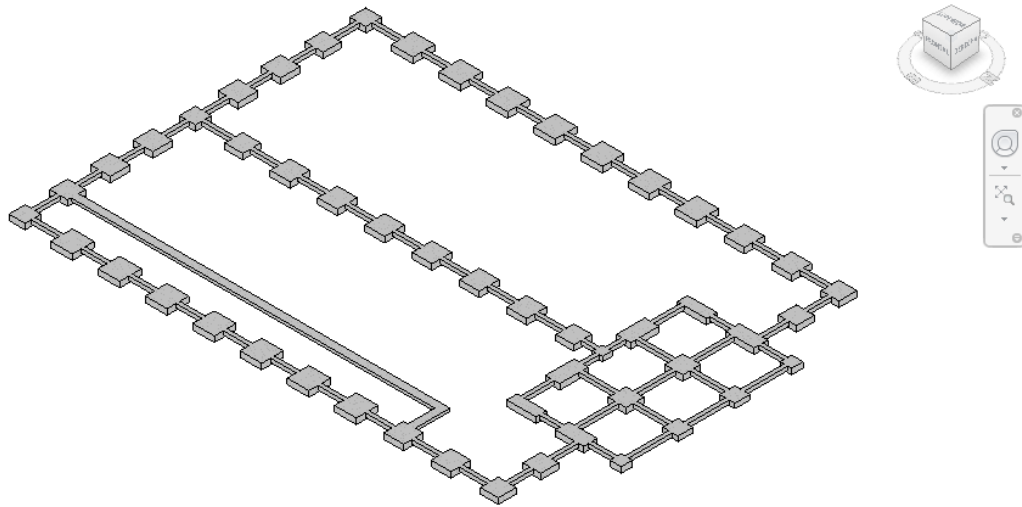


Fig. 22: Vista 3D del modelo de la cimentación.

Por otro lado, se incluye la **Fig. 23**, en la que se muestra cómo quedaría la cimentación en obra.

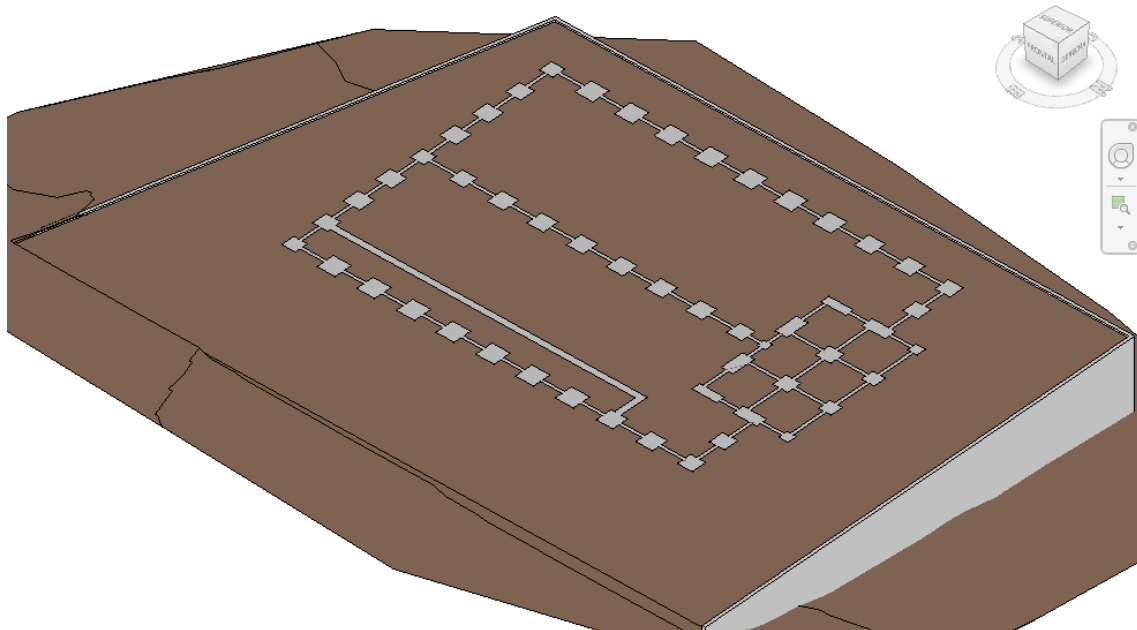


Fig. 23: Vista 3D de la cimentación en obra.

Aquí finalizaron las modificaciones al modelo de la cimentación, por lo que la cimentación quedó acabada, para seguir con el modelado de la estructura de la edificación.

6.4. Estructura

Para el modelado de la estructura se procedió del mismo modo que se hizo con la cimentación.

6.4.1. Modelo aproximado de la estructura

Como punto de partida se modeló una estructura aproximada para dar forma a la edificación. Se modelaron pilares y vigas genéricas sin tener en cuenta dimensiones. Para ello, se utilizaron los niveles y rejillas adecuados para cada elemento de la estructura.

En la **Fig. 24**, se ve el estado de la estructura en el punto de partida. A su vez, la **Fig. 24**, servirá para apreciar el contraste de la estructura hasta que se obtuvo modelo final.

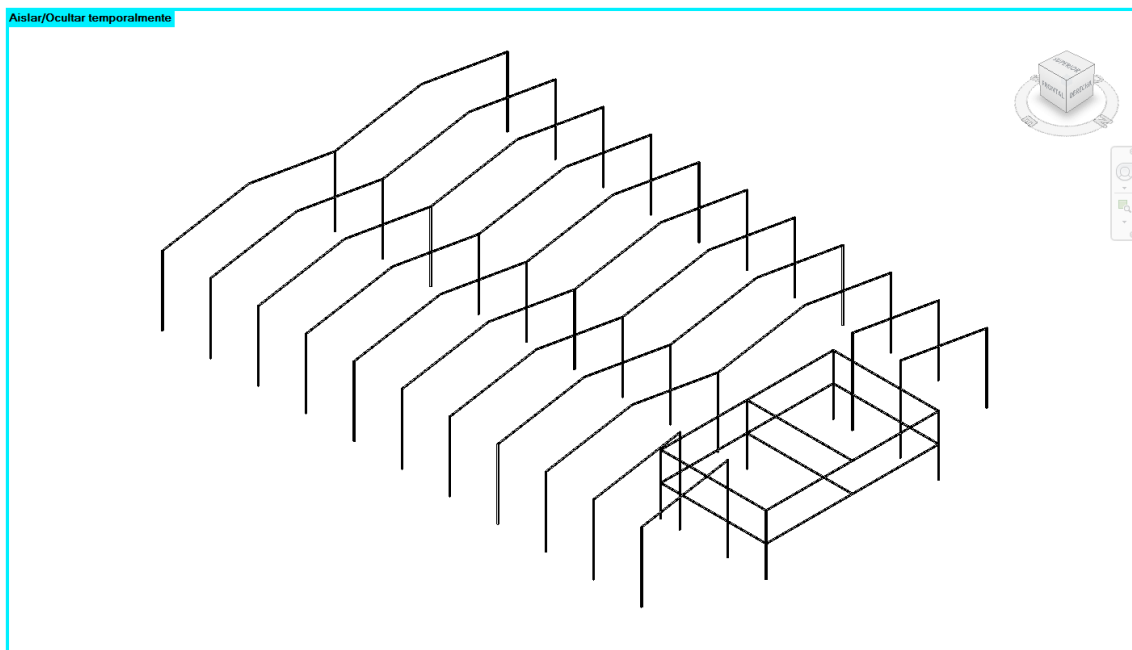


Fig. 24: Vista 3D de la estructura en su estado inicial.

En la **Fig. 24**, se puede observar que el modelo de la estructura era un modelo aproximado de la estructura ya que faltan elementos estructurales importantes como cruces de San Andrés, vigas de atado, pilares de fachada, etc.

Por otro lado, esta estructura no tenía garantías de cumplir los estados límites correspondientes, y no estaba dimensionada.

Aun así, era un buen punto de partida para comenzar a modelar la estructura definitiva.

6.4.2. Cálculo de la estructura con Cype

Se programó la estructura en Cype. Para ello se especificó en el software de cálculo estructural toda la información relevante para el cálculo de la estructura, como puede ser: país de construcción para tener en cuenta las leyes vigentes, zona geográfica según el CTE para tener en cuenta la exposición al viento, hubo que especificar el tipo de exposición a la corrosión, etc.

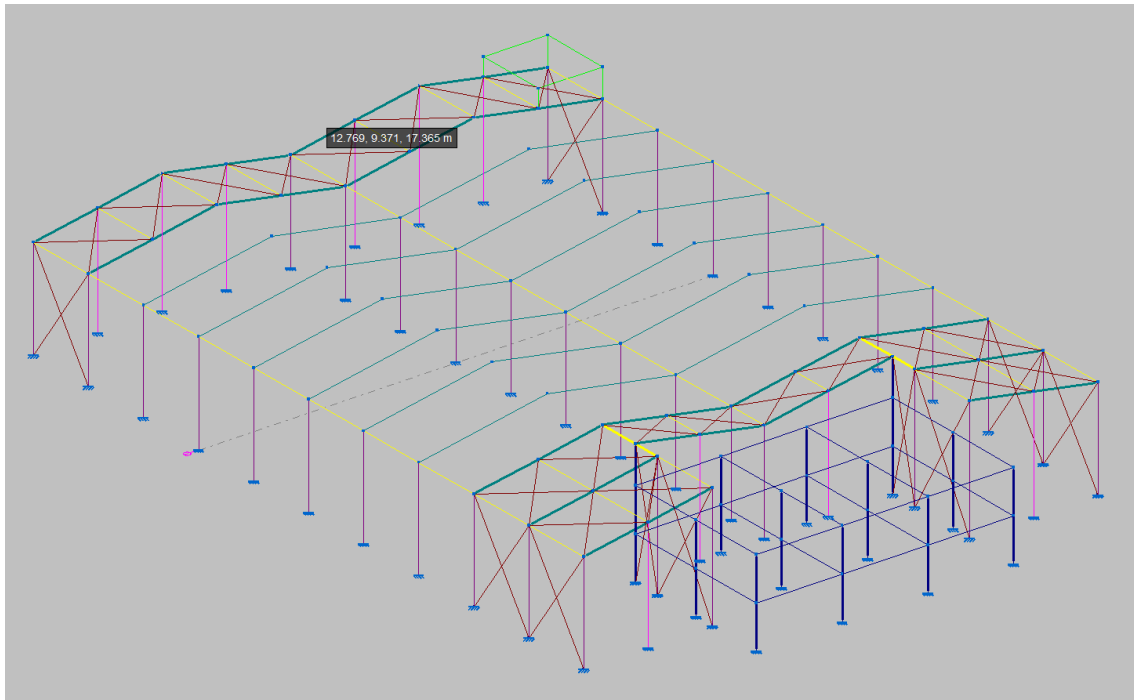


Fig. 25: Vista 3D de la estructura en Cype. Fuente: Cype.

Ya programada en Cype, se calculó y modificó tantas veces como fue necesario hasta que se obtuvo una estructura óptima y eficaz que cumpliera los estados límite y las especificaciones del cliente, esto se puede ver en la **Fig. 25**.

Entre las especificaciones del cliente, para esta parte se tuvo que tener en cuenta principalmente, que la parte modular constara de una puerta principal centrada en la cara norte, libre de pilares internos en medida de lo posible para la parte del módulo, muelle de carga en la cara este de la parte de la nave y un sistema estructural que sirva de apoyo para los condensadores de un dispositivo refrigerador.

Para ello, hubo que hacer una serie de cambios en la disposición de los elementos estructurales, y añadir algunos otros, esto se verá reflejado en la evolución del modelo.

Teniendo en cuenta todo esto, y las diferentes combinaciones de acciones posibles según el CTE DB SE-AE se obtuvo un dimensionado en Cype. La información relacionada con el dimensionado se puede consultar en el **Anexo 2.2.1. Dimensionado de la estructura**.

Para ver las características de los perfiles de acero y tipo de acero utilizados en el modelado de la edificación se puede consultar el **Anexo 2.2.2. Características de los perfiles dimensionados**.

Una vez se calculó la estructura en Cype, y recopilada toda la información necesaria para el modelado de la estructura, se procedió a ello.

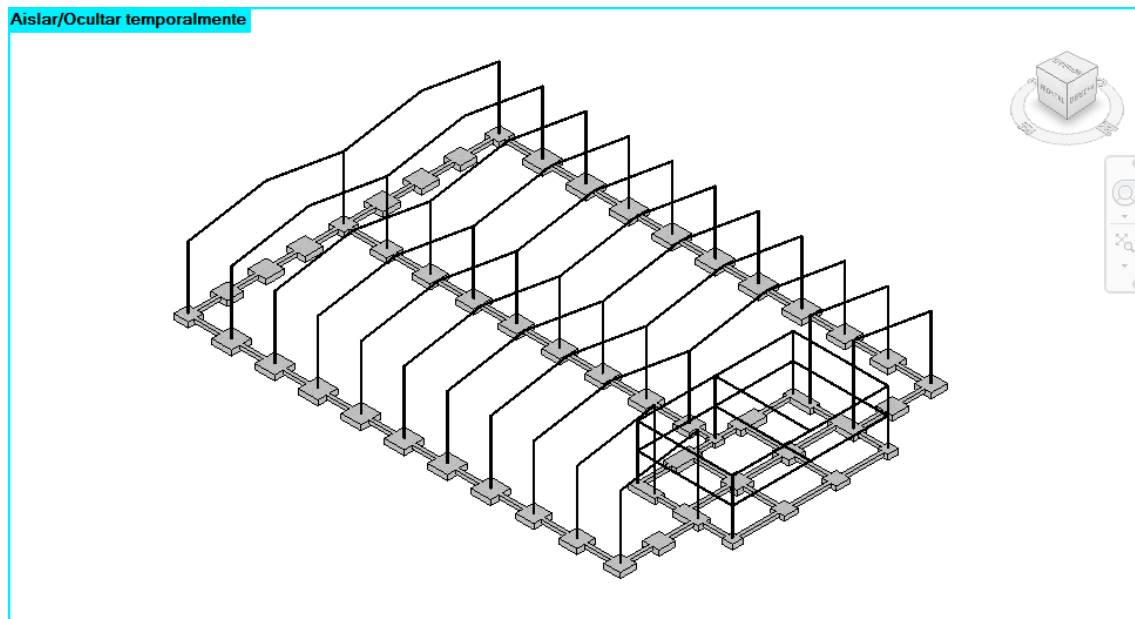


Fig. 26: Estado del modelo estructural en este punto.

Como se ve en la **Fig. 26**, el conjunto del modelo de la estructura con el modelo de la cimentación forman el modelo estructural de la edificación, a falta de los muros de contención modelados en el apartado de **6.2.2. Movimiento de tierras**, que se añadieron posteriormente. Se modeló la estructura teniendo en cuenta el dimensionado realizado con Cype, y una vez se modeló la estructura, se procedió con la unificación de los todos los modelos que forman un único modelo estructural.

Teniendo en cuenta que ya se modeló una estructura aproximada, se modificaron los perfiles iniciales, que se sustituyeron por los perfiles dimensionados en Cype. Para ello se cargaron nuevas familias en Revit con los perfiles necesarios.

En este documento, se expone la información más relevante respecto al modelado de la estructura de la edificación. Para seguir paso a paso el modelado de la estructura se puede consultar el **Anexo 3.2. Evolución del modelo de la estructura**.

6.4.3. Modelados de los pilares estructurales

Se comenzó con el **modelado de los pilares** de la edificación. En el caso de los pilares, ya estaban modelados la mayoría de ellos en el modelo base, por lo que se sustituyeron las nuevas familias de perfiles por los perfiles genéricos modelados inicialmente, y se añadieron los que faltaban. En la **Fig. 27**, se muestra una vista 3D de modelo de la estructura en la que se puede ver todo lo comentado.

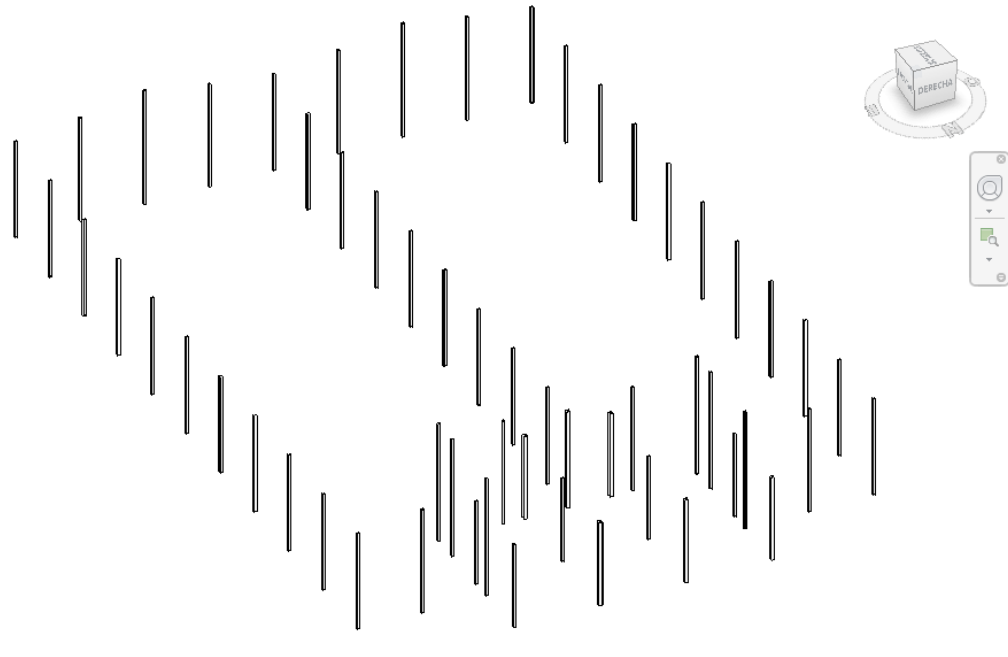


Fig. 27: Vista 3D del modelo de la estructura.

Se incluye la vista estructural de la **Fig. 28**, en la que se ve como quedaron los pilares colocados en sus niveles correspondientes. Se puede apreciar como los pilares tienen la base en nivel cimentación apoyando en las zapatas.

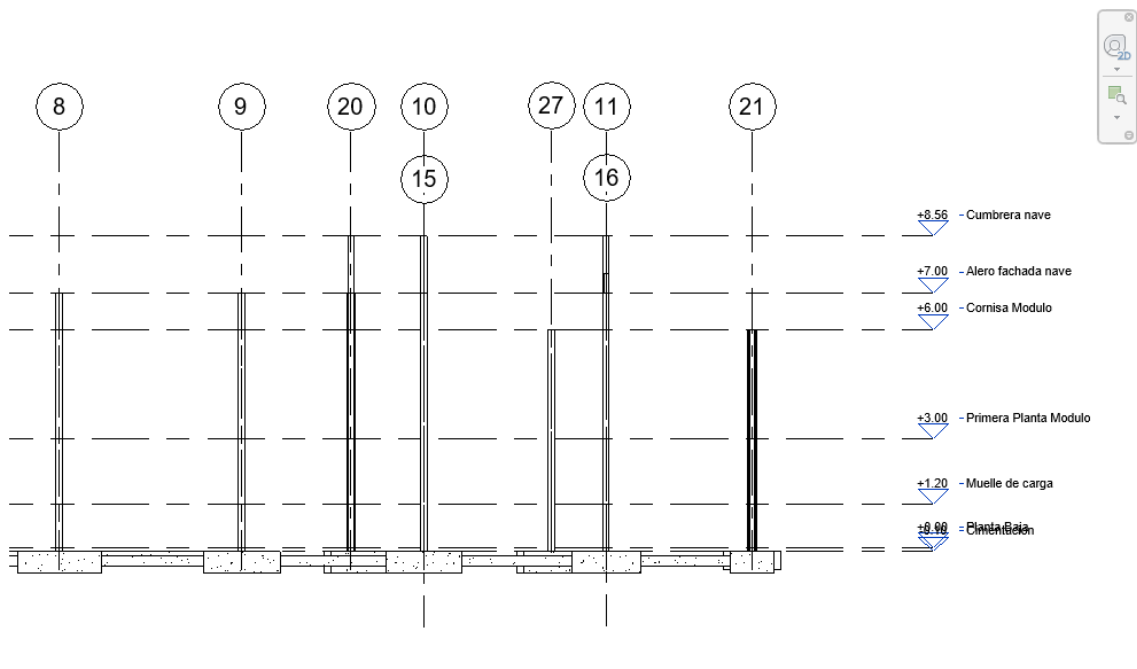


Fig. 28: Vista de alzado Este con los pilares modelados.

6.4.4. Modelado de las jácenas de los pórticos y del modulo

En la **Fig. 29**, se puede ver como quedo el modelo de la estructura tras este paso. Para ello se sustituyeron los perfiles utilizados inicialmente en el modelo aproximado, por las nuevas familias de perfiles exportadas de las librerías de Revit, según el dimensionado de Cype.

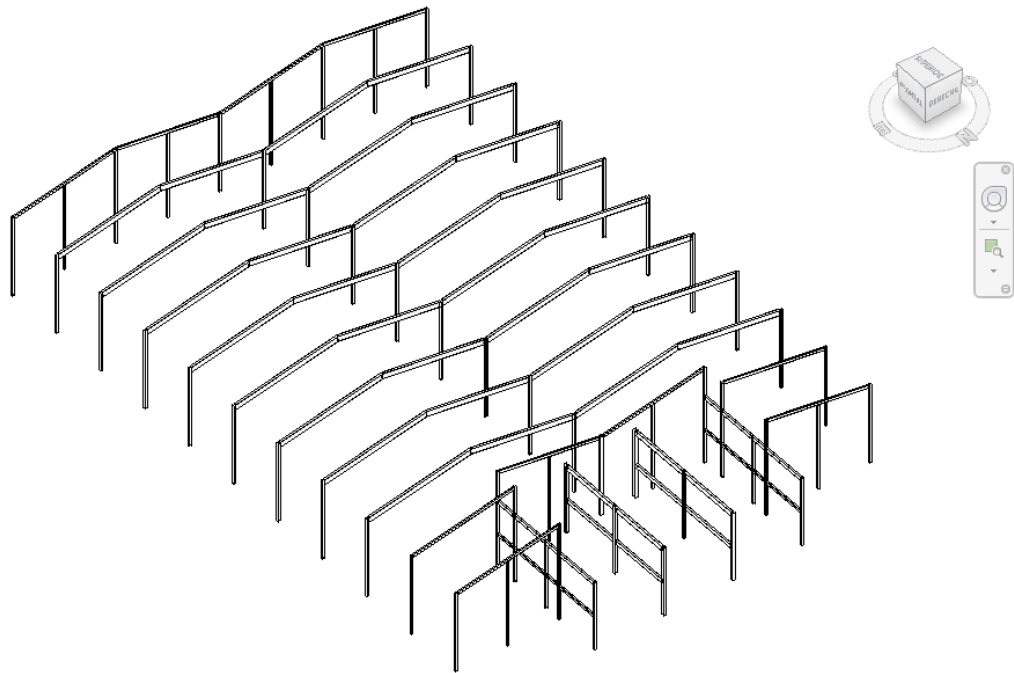


Fig. 29: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas modeladas.

6.4.5. Modelado de las vigas de atado y de las cruces de San Andrés

Las vigas de atado son las encargadas de transmitir las cargas horizontales a través de todos los pórticos, y las cruces de San Andrés se ubican, normalmente, entre los dos o tres pórticos extremos, ocupando uno o dos vanos de la nave, en el caso de edificaciones industriales como esta. En este caso, concretamente, se colocaron en los dos vanos extremos de la cara Norte de la nave, y en un vano de la cara Sur. En la **Fig. 30**, se muestra el modelo de la estructura con las vigas de atado y las cruces de San Andrés modeladas.

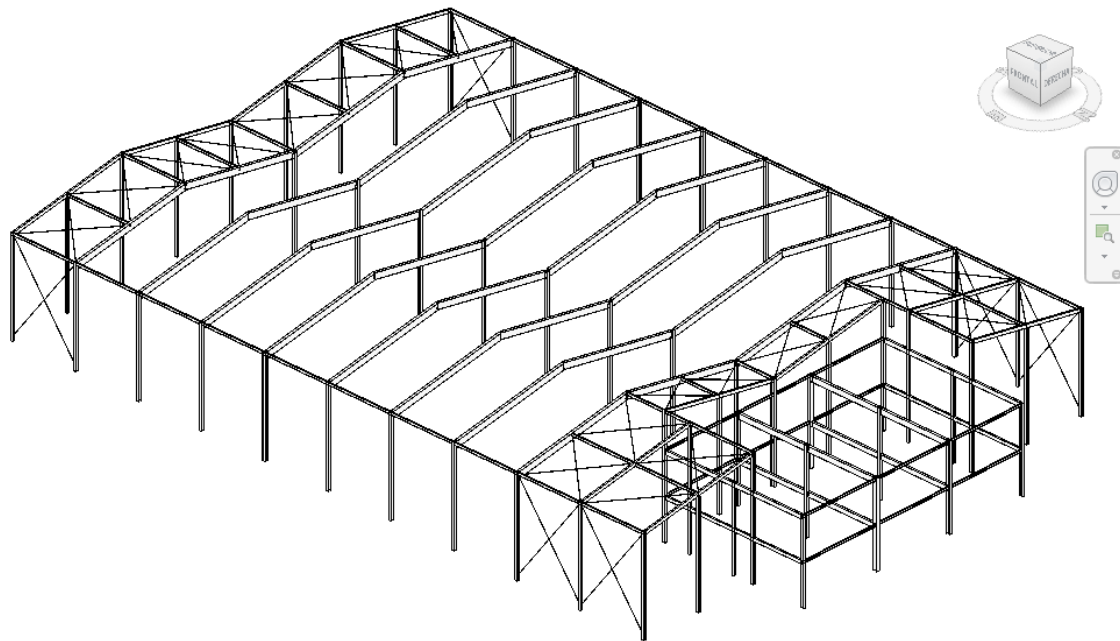


Fig. 30: Vista 3D del modelo de la estructura con las vigas de atado y las cruces de San Andrés modeladas.

6.4.6. Modelado del sistema de apoyo estructural para los condensadores de las unidades frigoríficas

Se resolvió con un sistema de cuatro elementos verticales atados con cuatro elementos horizontales, sobre la cubierta de la nave, en la esquina más próxima a la unidad frigorífica. En Cype, se simuló esta situación para obtener un dimensionado del sistema de apoyo. En la **Fig. 31**, se puede ver como quedó este sistema de apoyo en el modelo estructural.

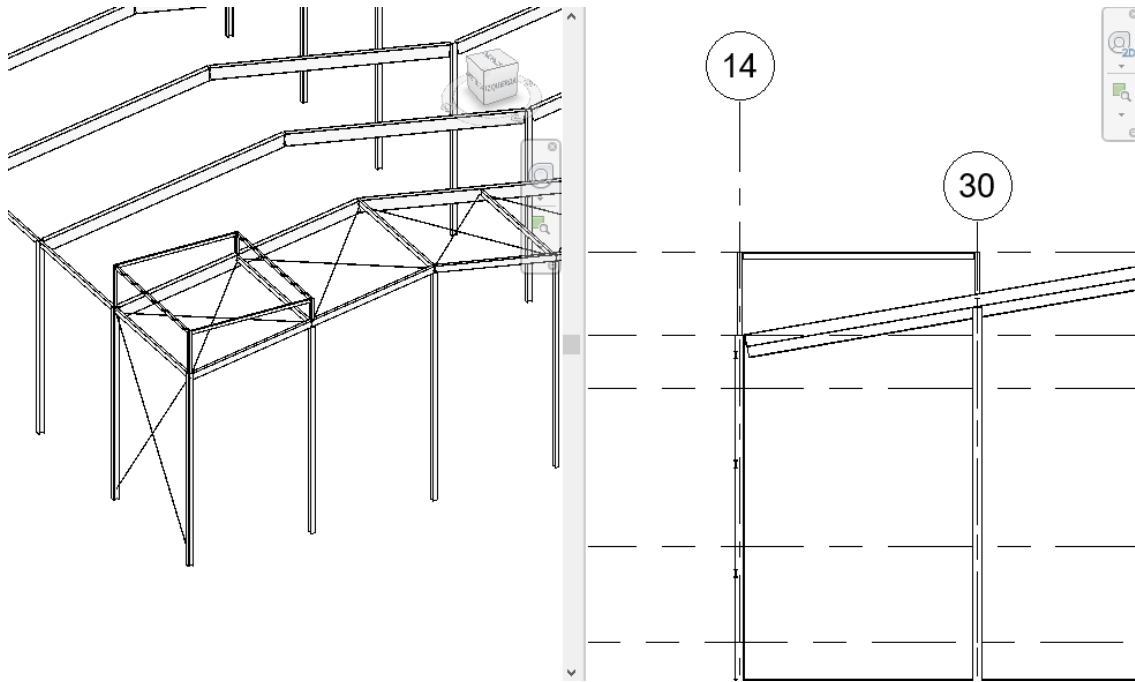


Fig. 31: A la izquierda vista 3D del sistema de apoyo para los condensadores. Y a la derecha ampliación del plano estructural de la cara Sur de la edificación.

6.4.7. Modelado de las correas de la nave

6.4.7.1. Correas laterales y de cubierta

Aunque no aparezcan estas en el modelo programado en Cype (**Fig. 25**), para el análisis, Cype sí que las tiene en cuenta cuando se utiliza el módulo “Generador de pórticos”, por lo que si se tienen en cuenta en el cálculo. Las correas de cubierta en este modelo están separadas por 2.5 m, y las laterales están separadas por 2 m. En el caso de las correas laterales hubo que tener en cuenta los accesos a la nave y las bocas del muelle de carga. En la **Fig. 32**, se muestra el modelo, en el que se puede ver como quedaron las correas modeladas.

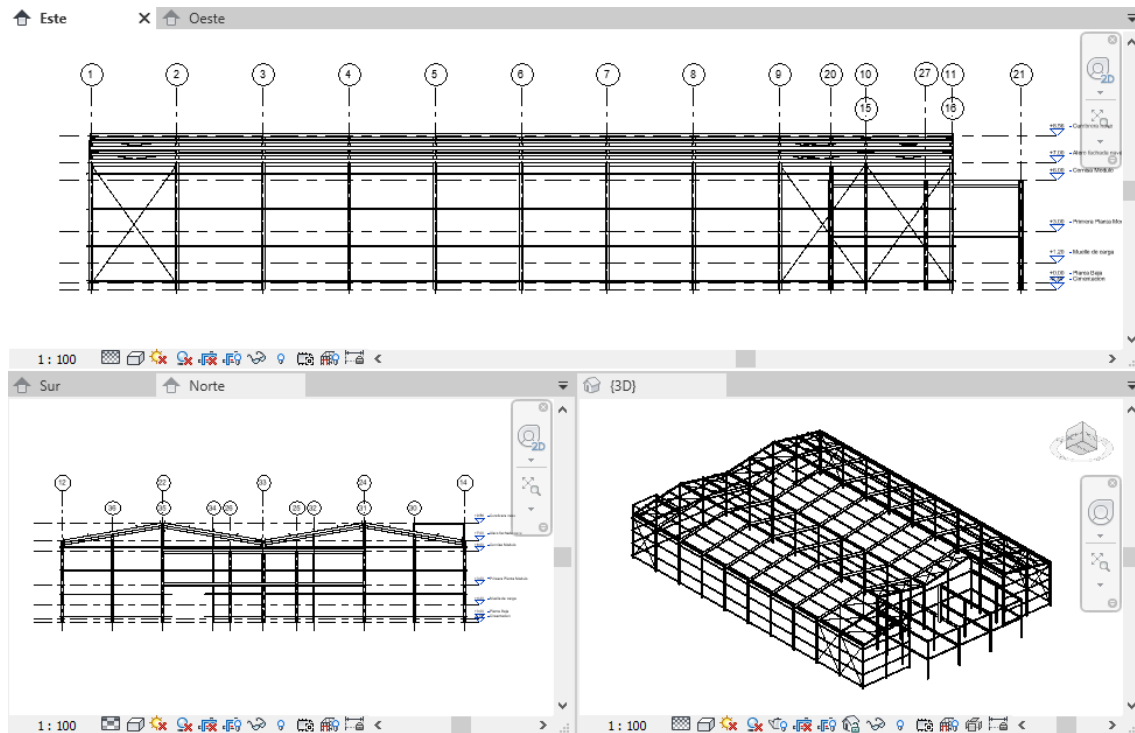


Fig. 32: Arriba el plano Este de la edificación. Abajo-izda. el plano Norte de la edificación. Y abajo-dcha. vista3D de la edificación.

6.4.7.2. Correas de los forjados

Se modelaron **correas para los forjados** de las plantas del módulo. Se optó por un sistema de vigas horizontales con una separación de un metro, teniendo en cuenta la dirección del reparto de cargas en la estructura del módulo. Como se ve en la **Fig. 33**.

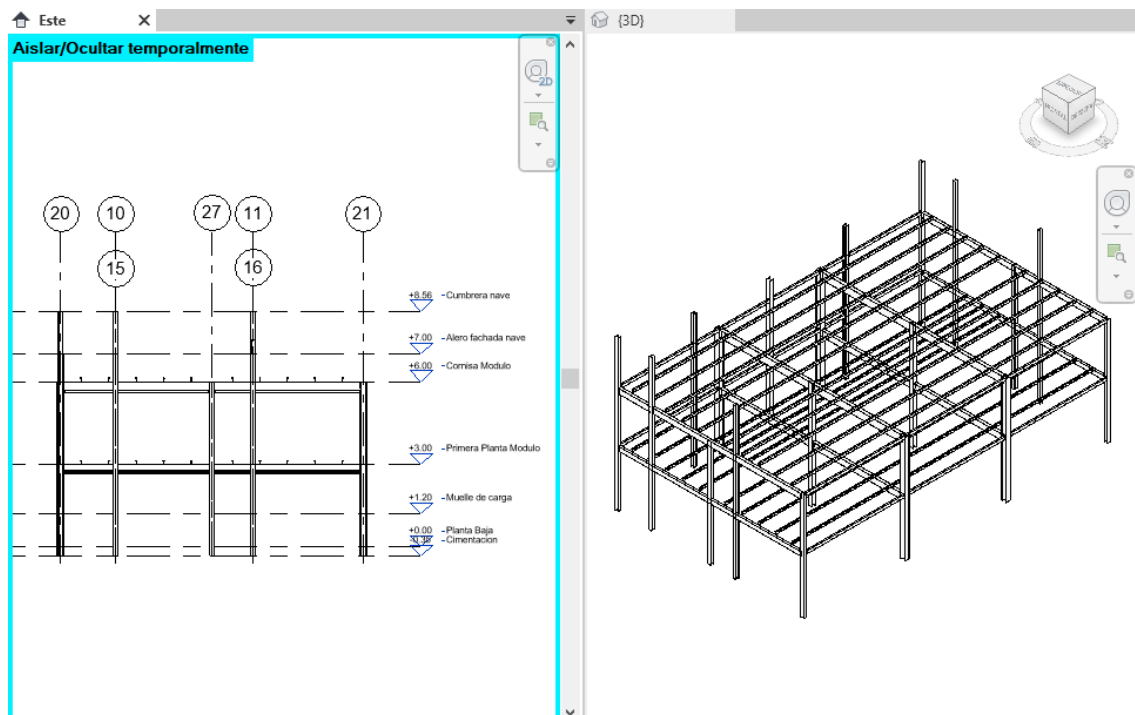


Fig. 33: A la izquierda plano Este del módulo. Y a la derecha vista 3D del módulo.

Los forjados que se ven en la Fig. 33, fueron modificados posteriormente durante el modelado arquitectónico. Con esto quedo finalizado el modelo del almacén estructural. Se puede ver el modelo de la estructura completo en la Fig. 34.

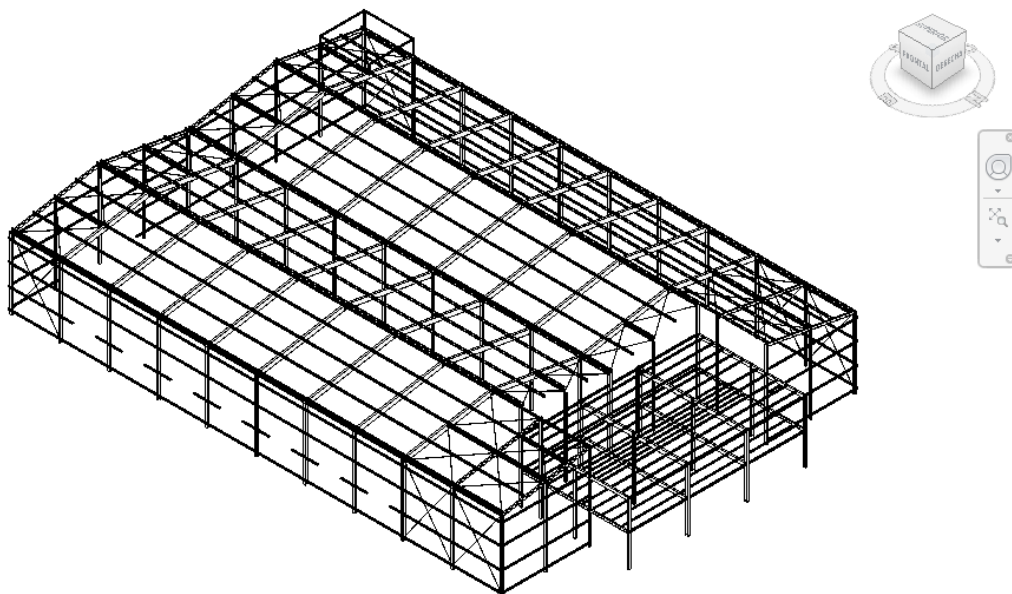


Fig. 34: Vista 3D del modelo de la estructura.

6.4.8. Modelado del suelo estructural

Para completar el modelo estructural, se modeló un **solado** típico para construcciones industriales. Este solado consta, desde la capa más baja en el nivel “Cimentación” hasta la capa más alta en el nivel “Planta Baja”, de una capa de grava para facilitar el drenaje

de agua, una capa de aislamiento rígido como aislamiento térmico, una capa membrana contra la humedad, una capa estructural de hormigón armado con malla electro soldada de 150 mm de espesor y una capa de mortero, como se ve en la **Fig. 35**. Para mayor funcionalidad y durabilidad se suele añadir a los solados de edificaciones industriales una capa de resina epoxi superficial. Para mostrarlo de modo más claro se añadió al modelo de la estructura, la cimentación y los muros de contención. Se puede ver el estado del modelo estructural en la **Fig. 36**.

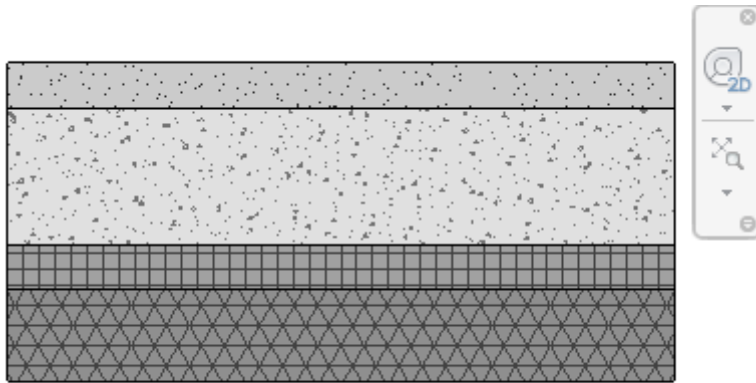


Fig. 35: Perfil detallado del solado.

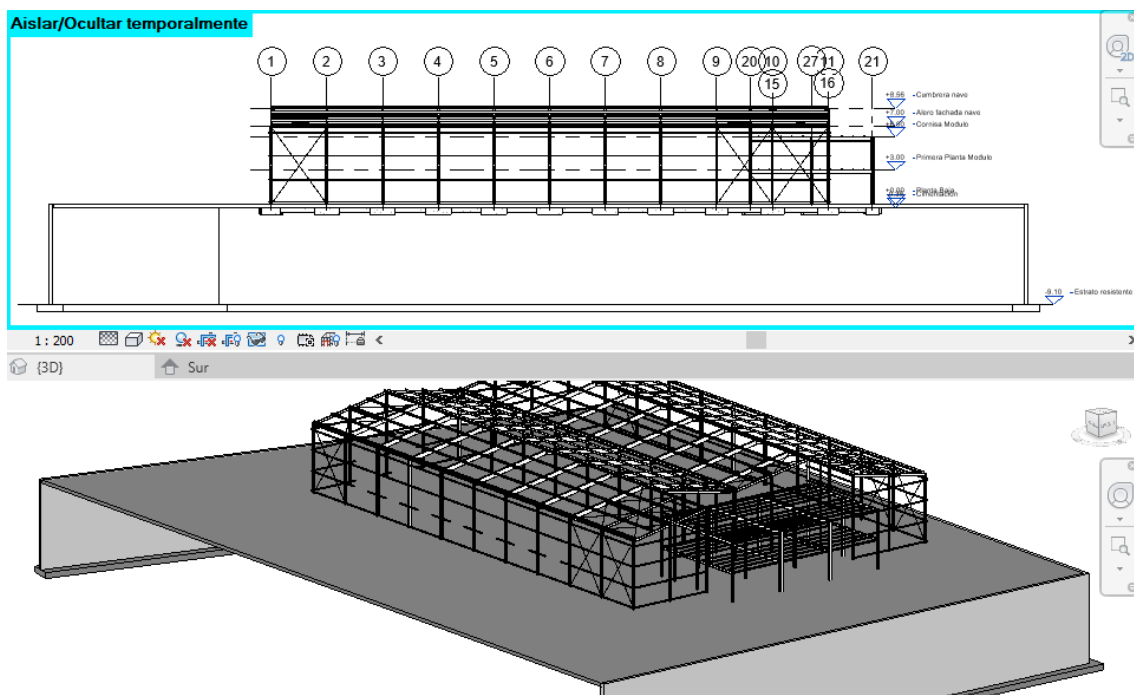


Fig. 36: Arriba plano Este del modelo estructural. Y abajo vista 3D del modelo estructural.

6.4.9. Modelado del muelle de carga

Para el **muelle de carga** se optó por una solución sencilla que permite la carga y descarga de los vehículos de transporte de una forma rápida y eficaz. El muelle de carga se resolvió con muros de carga de hormigón armado y un forjado de hormigón armado alzando un altura de 1.20 m, ideal para dicha actividad. En la **Fig. 37**, se muestra el resultado del muelle modelado.

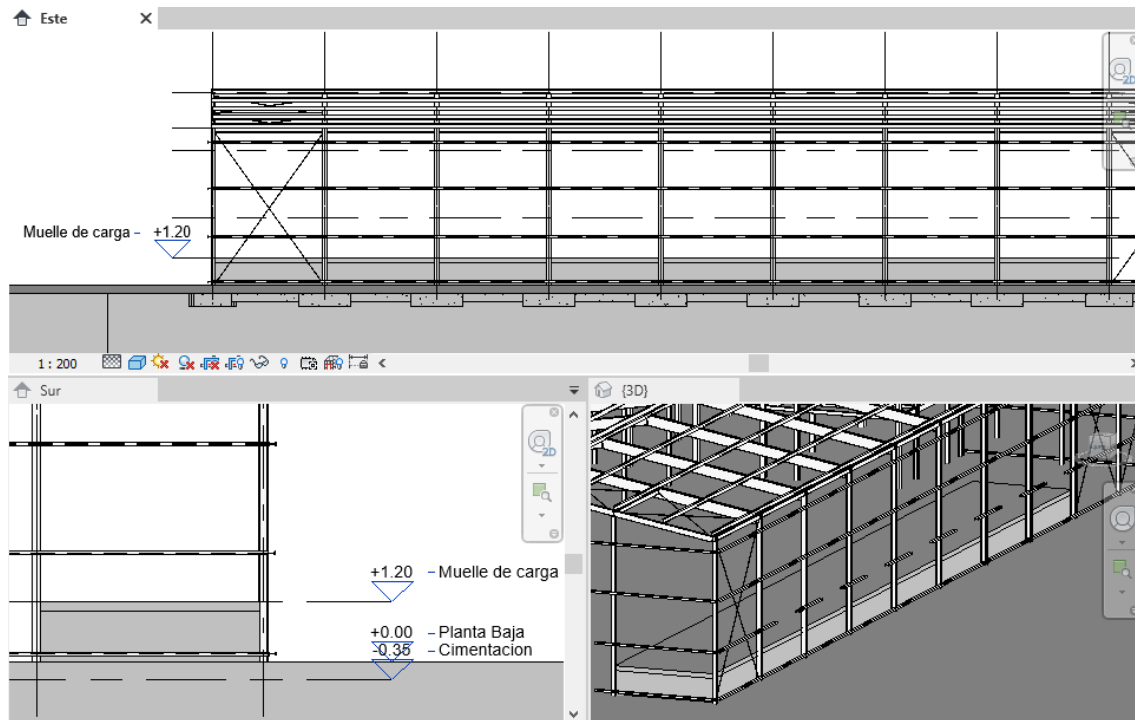


Fig. 37: Arriba ampliación de detalle del muelle del plano Este. Abajo-izda. ampliación de detalle del plano Sur. Abajo-dcha. ampliación de detalle del muelle de la vista 3D.

6.4.10. Modelo estructural

Con todo lo modelado hasta el momento quedó concluido el modelo estructural. Se incluyen la Fig. 38 y la Fig. 39, en las que se muestran el resultado final del modelo estructural.

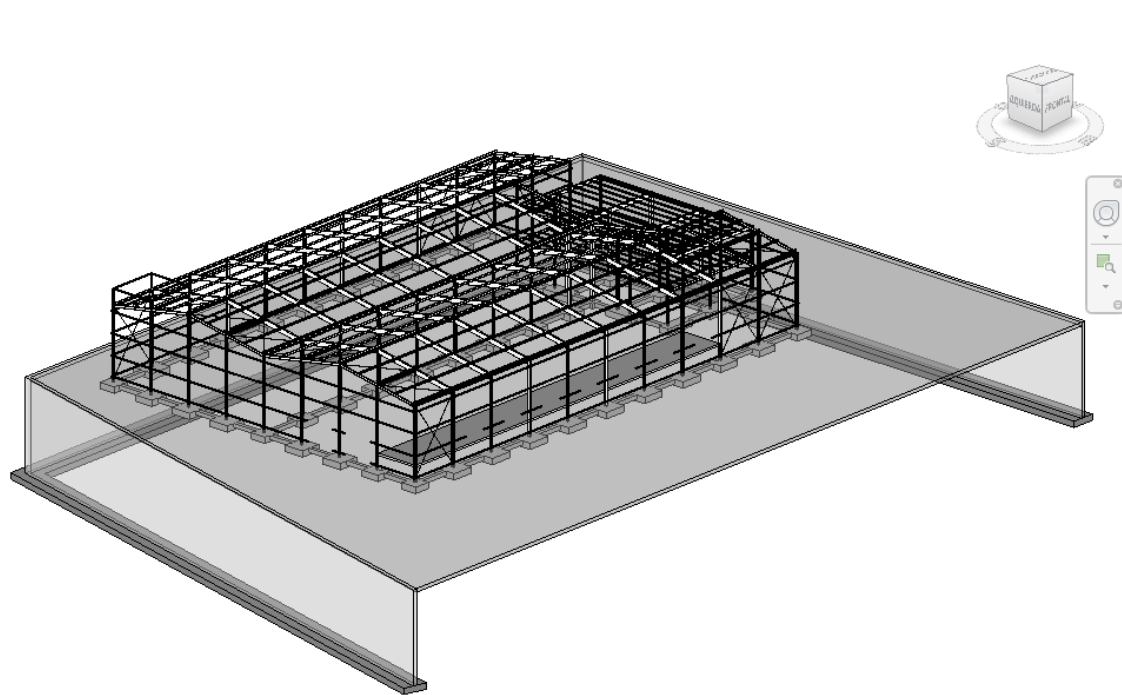


Fig. 38: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit.

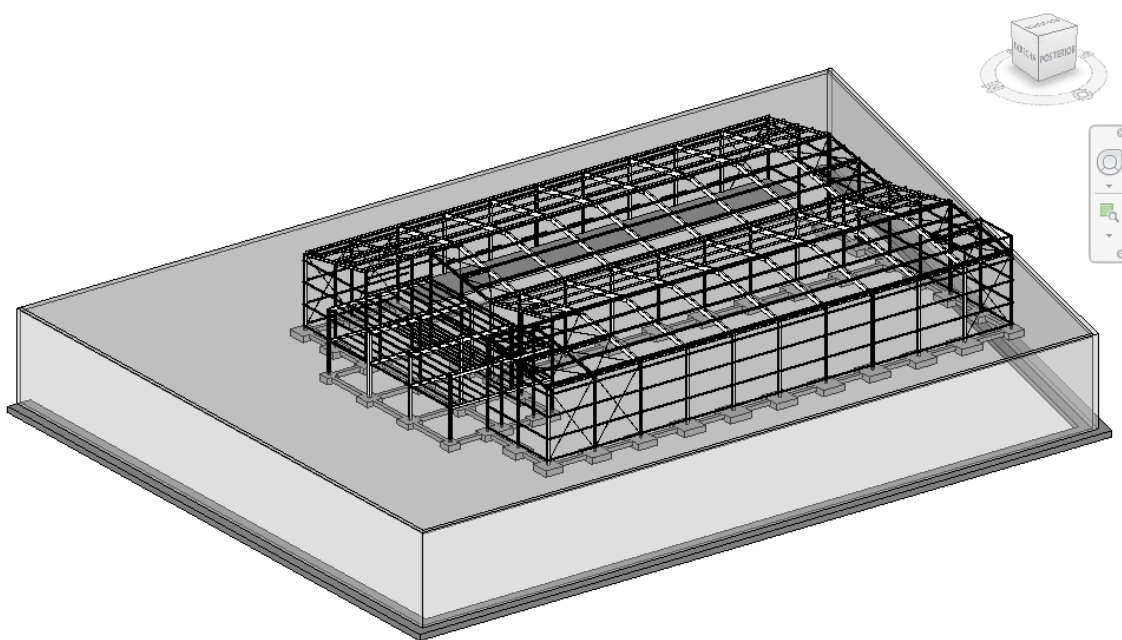


Fig. 39: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit.

6.5. Arquitectura

En este apartado se muestra la información más relevante respecto al proceso de modelado arquitectónico de la edificación.

6.5.1. Preparación del modelo arquitectónico

Para realizar el modelo arquitectónico de la edificación, se vincularon las mismas rejillas y niveles del modelo estructural, a un nuevo proyecto de Revit. Con esto fue suficiente para comenzar el modelo arquitectónico. En la **Fig. 40**, se ve el punto de partida.

Aunque con el uso de las rejillas y niveles es suficiente para realizar el modelo arquitectónico, se vinculó el modelo estructural a este para evitar conflictos entre ellos y utilizarlo como referencia cuando sea necesario.

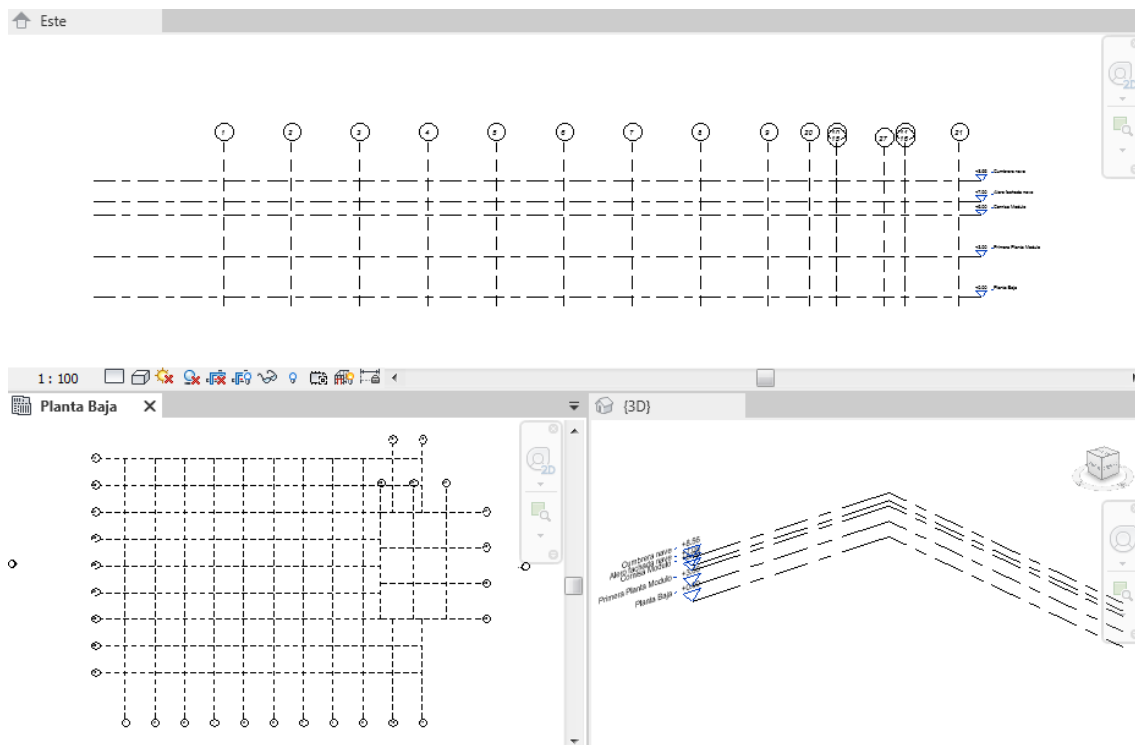


Fig. 40: Niveles y rejillas vinculadas desde el modelo estructural.

6.5.2. Modelado de la zona industrial

6.5.2.1. Cerramientos exteriores

Se modelaron los **cerramientos exteriores de la nave industrial**. Para ello se descargó una familia de paneles sándwich de la web. En la imagen inferior de la **Fig. 41**, se ve en detalle el tipo de panel utilizado.

En la **Fig. 41**, se ve como en el modelado de los cerramientos exteriores de la zona industrial se utilizaron dos espesores de panel, uno de 12 cm. para la zona refrigerada y otro de 5 cm. para el resto de la nave. Por otro lado, se ve como los cerramientos externos se modelaron 20 cm. por encima del nivel “Cumbra nave”, formando el peto de la nave. En este proceso, se utilizó el modelo estructural vinculado para conocer la altura de panel necesaria y cumplir la función de peto adecuadamente.

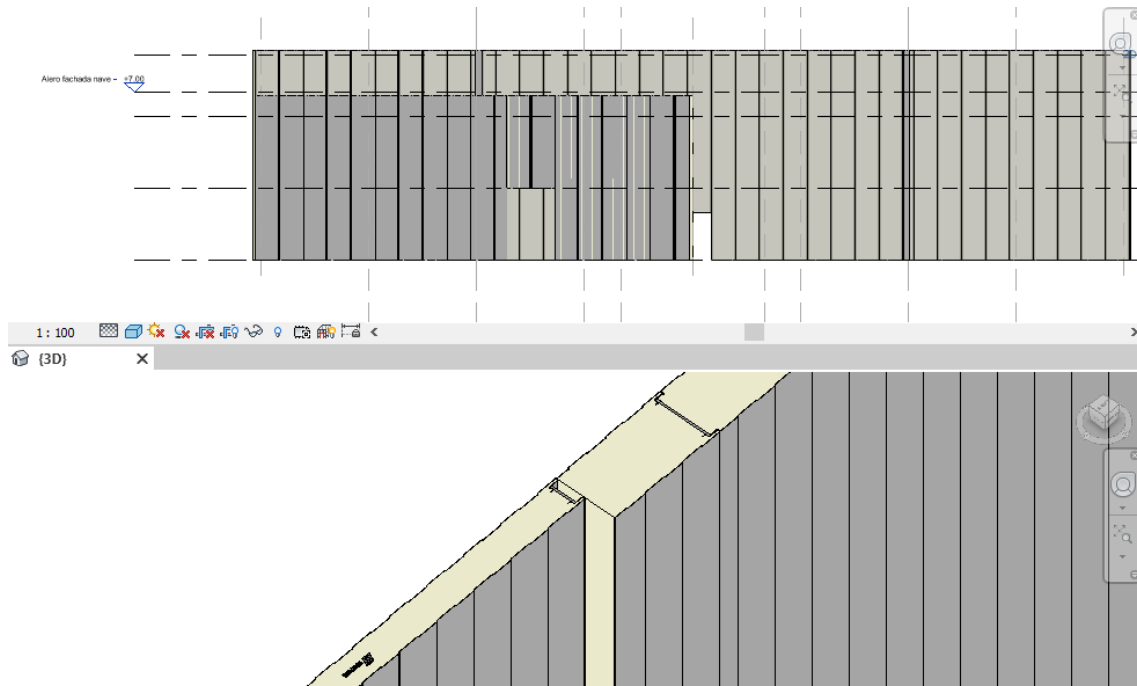


Fig. 41: Arriba ampliación del plano Sur resaltando los cerramientos interiores de la cámara frigorífica. Y abajo la vista 3D detallada de la diferencia de espesores.

Se incluye la Fig. 42, donde se puede ver el estado del modelo arquitectónico.

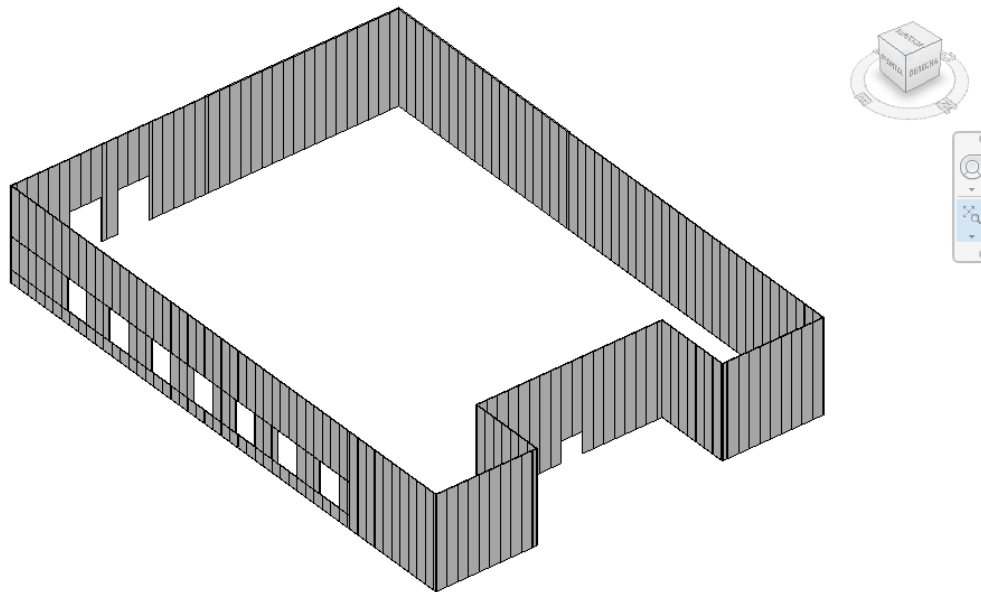


Fig. 42: Vista 3D del modelo arquitectónico.

6.5.2.2. Suelo arquitectónico

Zona destinada al proceso industrial

A continuación, se modeló una capa de resina epoxi como **suelo arquitectónico de la zona industrial**.

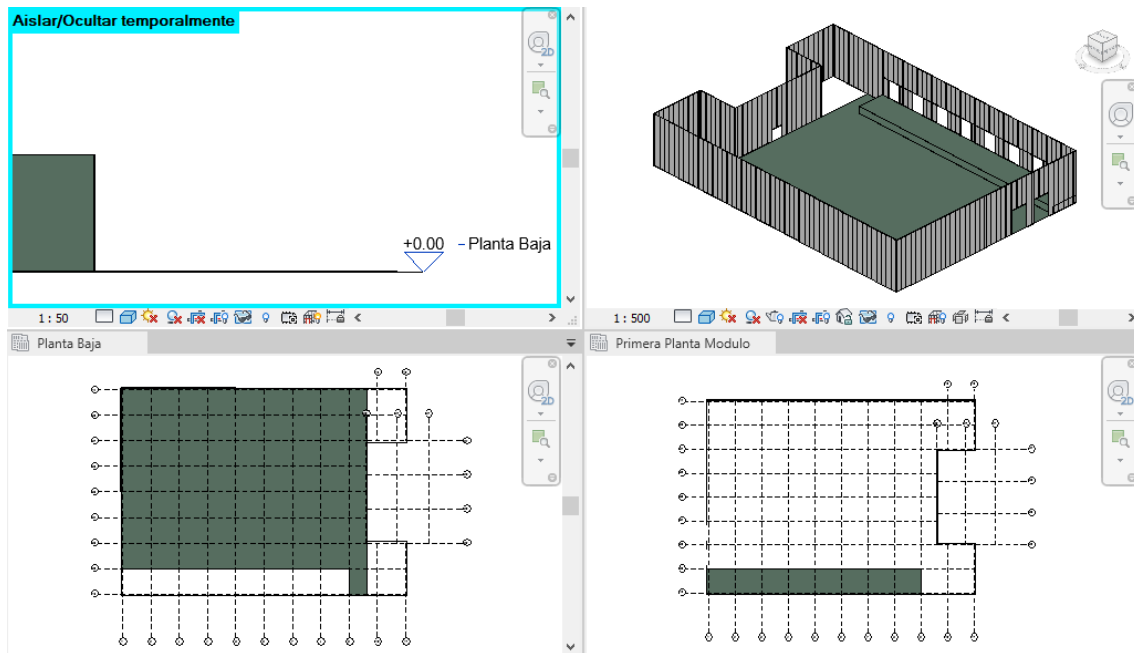


Fig. 43: Arriba a la izquierda detalle espesor de la capa superficial. Arriba a la derecha vista 3D del modelo arquitectónico. Y abajo vistas en planta del suelo modelado.

Como se ve en la **Fig. 43**, en el modelado del suelo se tuvo que tener en cuenta el muelle de carga, que se le aplicó la misma capa superficial al solado y a los muros de este. Por otro lado, se tuvo que tener en cuenta las zonas destinadas a los servicios y vestuarios, que se utilizó otro tipo de suelo.

Baños para los trabajadores

Se modeló el **suelo arquitectónico del baño de los trabajadores**. Los límites del suelo están definidos por los tabiques. Se optó por un suelo de baldosa común. En la **Fig. 44**, se puede ver lo comentado.

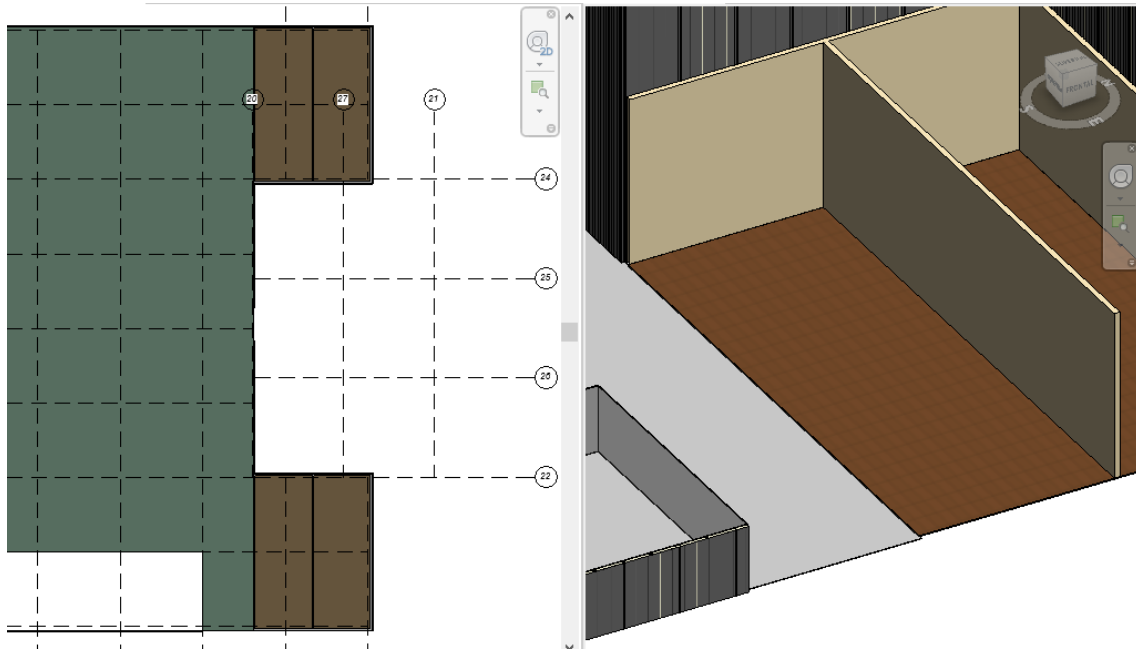


Fig. 44: A la izda. plano de la "Planta baja". Y a la dcha. vista 3D del suelo modelado.

6.5.2.3. Cerramientos interiores

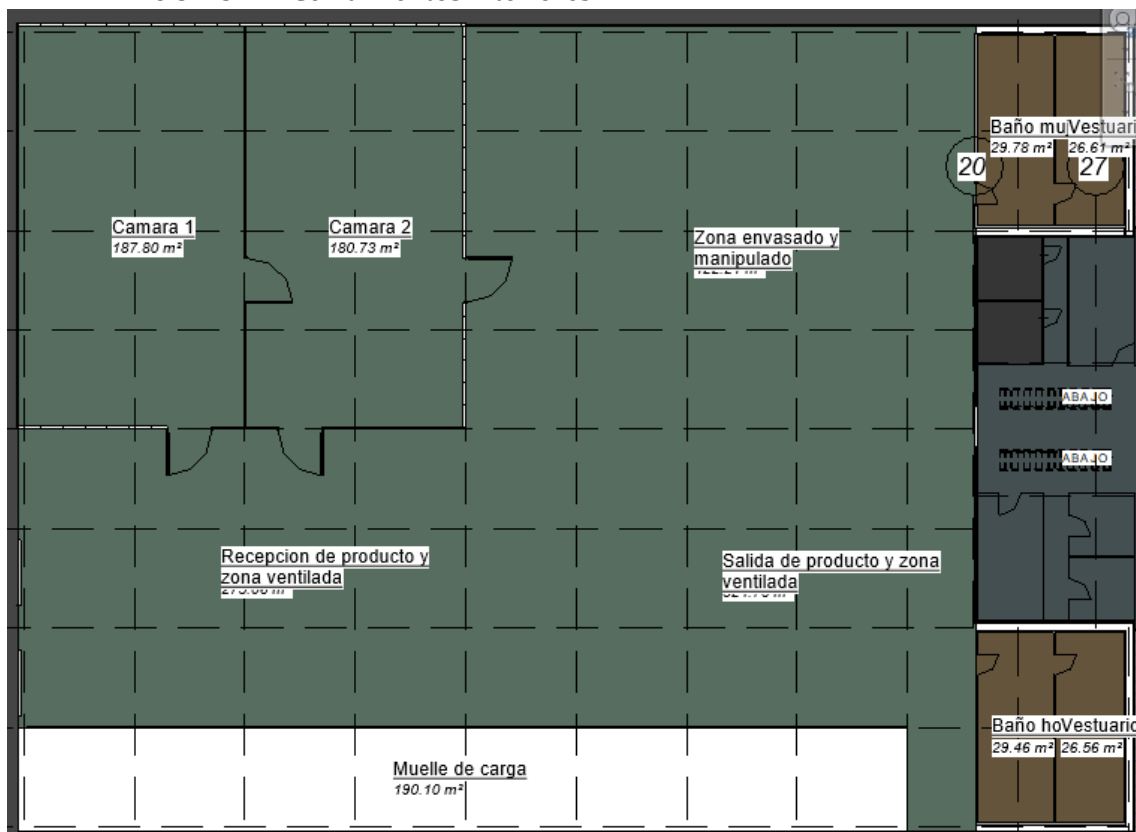


Fig. 45: Vista en planta de las distintas áreas de la zona industrial.

Se modelaron los **cerramientos interiores** de la zona industrial, definiendo los límites de las habitaciones (**Fig. 45**).

Cámaras frigoríficas

Para los cerramientos de la cámara frigorífica se volvieron a usar los mismos paneles sándwich que se usaron en los cerramientos externos coincidentes con la cámara frigorífica. En la imagen superior de la **Fig. 41**, se ve cómo se modelaron los paneles sándwich de la cámara frigorífica en su nivel correspondiente, 12 cm.

Baños de los trabajadores

Para los servicios de los trabajadores se utilizó un muro básico de partición por debajo del nivel “Alero fachada nave”. En la **Fig. 46**, se ve como los tabiques de los servicios se modelaron con el límite superior en el nivel “Primera planta modulo”, ya este nivel representa la altura estándar de cualquier planta.

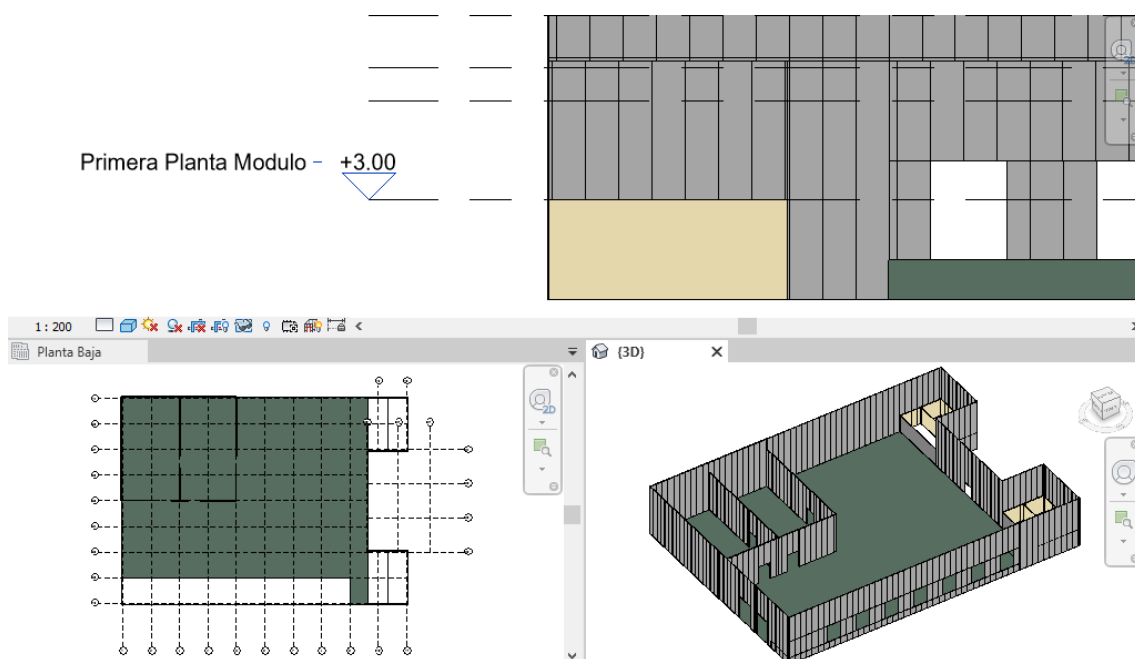


Fig. 46: Arriba nivel de modelado de los tabiques. A la izda. plano en planta del modelo. Y a la dcha. vista 3D del modelo arquitectónico.

6.5.2.4. Puertas

Se modelaron las distintas **puertas** de la zona industrial, que son: baños, cámaras frigoríficas, acceso para trabajadores a la zona industrial, bocas en el muelle de carga, puertas traseras para el acceso de vehículos a la zona industrial, y una puerta común para la zona de administración que conecta ambas partes de la edificación.

Cámaras frigoríficas

Para las **cámaras frigoríficas** se cargó una familia de puertas para dicho uso que se consiguió en la red. Estas se redimensionaron a 2 x 3 m. para ajustarlas a las necesidades requeridas. En total se modelaron 4 puertas: Dos de acceso desde la zona de recepción de producto, y que conecta las dos cámaras desde dentro y otra de acceso a la cámara 2 desde la zona de envasado, quedando así conectadas ambas cámaras y con la zona industrial perfectamente (**Fig. 47**).

Baños para los trabajadores

Para los **baños y vestuarios** se utilizó una puerta genérica de 1 x 2 m. con acabado del color seleccionado (**Fig. 48**).

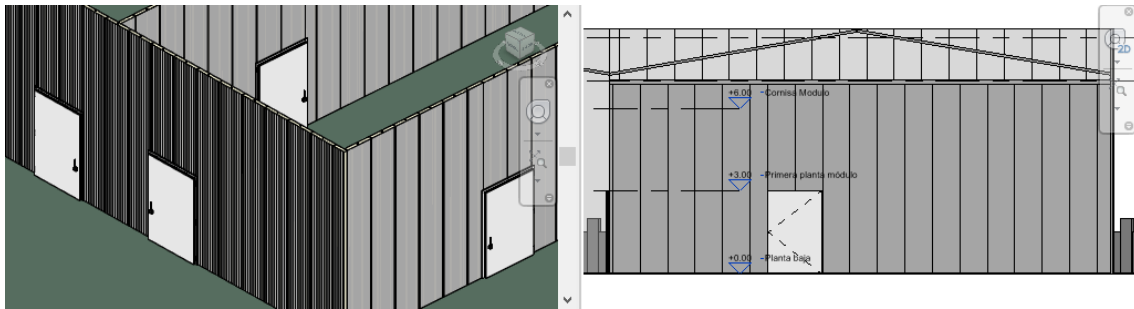


Fig. 47: A la izda. vista 3D de las puertas. A la dcha. alzado Norte de la cámara frigorífica.

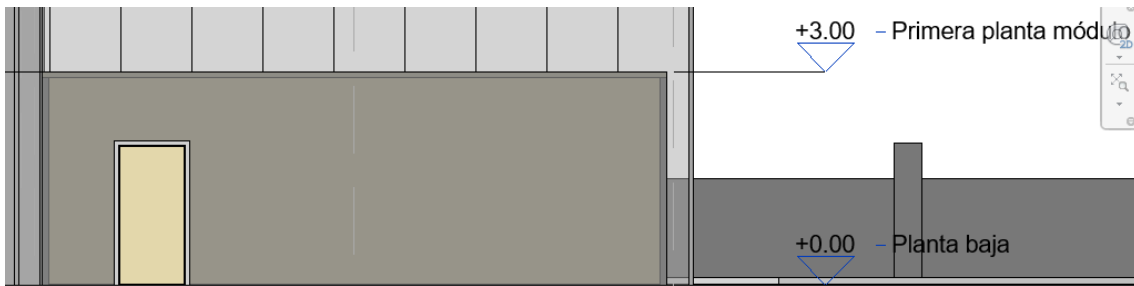


Fig. 48: Alzado Sur de las puertas de los baños.

Bocas de carga y descarga en el muelle

Se trata de 6 bocas separadas por 5m., teniendo en cuenta los pilares estructurales. Para ello se cargó una familia de puertas enrollables y se ajustaron a las dimensiones de 3 x 3 m. Por otro lado, se modeló un marco de caucho con un grosor de 20 cm. simulando el fuelle de la boca carga (**Fig. 49**).

Entrada para los trabajadores

Se modeló el mismo tipo de puerta que en el baño de la zona industrial, situada a 8 m. de la fachada Norte por donde accederán los trabajadores (**Fig. 49**).

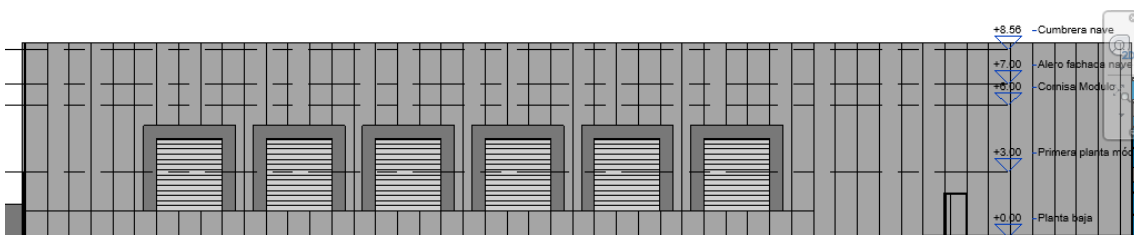


Fig. 49: Alzado Este de las bocas de carga y puerta de acceso para los trabajadores.

Acceso para vehículos

Se modelaron las puertas de **acceso para vehículos** en la parte trasera de la nave (Fachada Sur), para ello se cargó una familia de puertas articuladas y se ajustaron las dimensiones a 3 x 3 m. Estas se colocaron entre los pilares de fachada evitando conflictos entre modelos, teniendo en cuenta el muelle de carga (**Fig. 50**).

El modelado de la puerta de acceso a la zona de administración se ve en el apartado del modelado de la zona de administración.

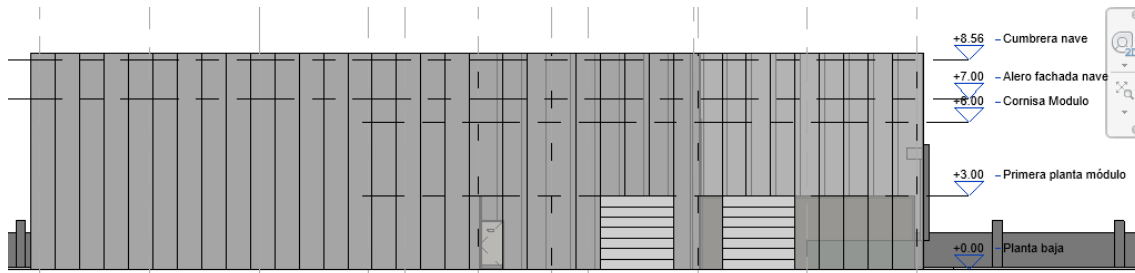


Fig. 50: Alzado Sur de las puerta de acceso para vehículos.

6.5.2.5. Mobiliario

Se modelaron una serie de componentes para darle realismo al renderizado, como puede ser: mobiliario, instalaciones, vehículos, y otros componentes de detalle.

Zona destinada al proceso industrial

Para la zona destinada al proceso industrial se modelaron seis carretillas una para cada boca en el muelle de carga (Fig. 52), tres carretillas elevadoras, algunos pallets en las zonas donde se pueden encontrar normalmente, seis mesas como puestos para los trabajadores (Fig. 51).

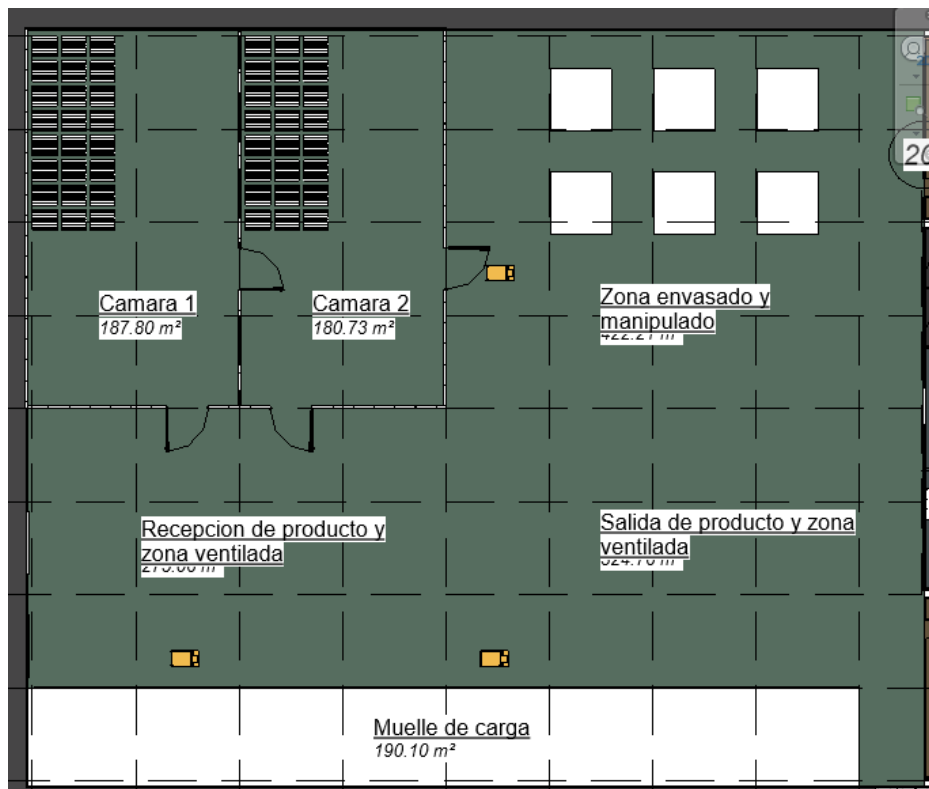


Fig. 51: Detalle de la zona destinada al proceso industrial.

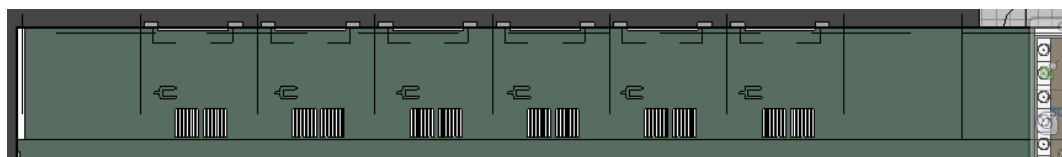


Fig. 52: Detalle del muelle de carga.

Vestuarios

Se modeló el mobiliario, e instalaciones de los **vestuarios**. Se modelaron 6 platos de ducha separados con muro de partición y con dimensiones de 1 x 1 m, los bancos de los vestuarios y las taquillas (**Fig. 53**). El otro vestuario se modeló del mismo modo, reflejado sobre el eje de simetría longitudinal de la nave.

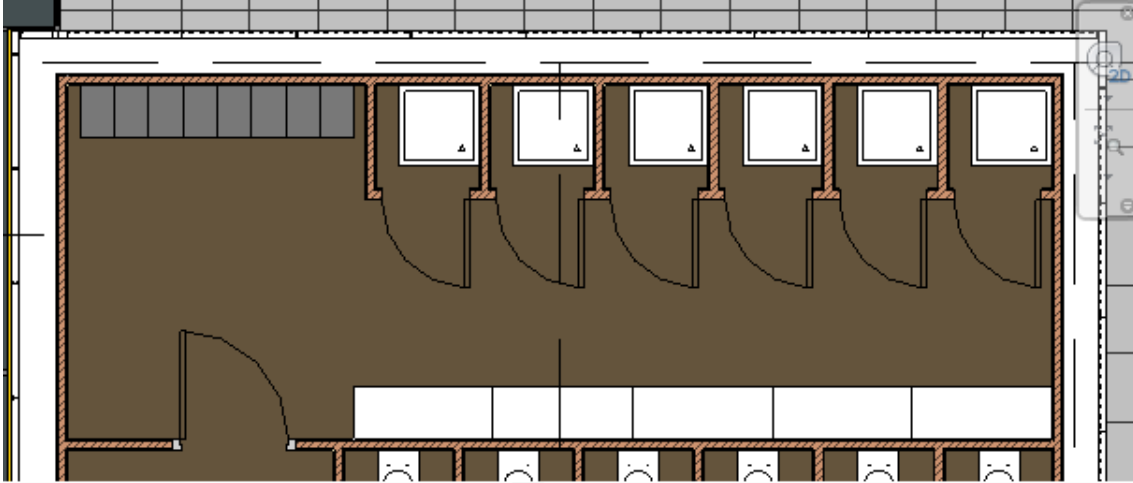


Fig. 53: Detalle de los vestuarios para los trabajadores.

Baños para los trabajadores

Se modeló el mobiliario y los demás elementos de los **baños** para trabajadores. Se modelaron 6 huecos para retretes con una superficie de 1 x 1m, 6 lavabos de baño con espejo correspondiente (**Fig. 54**).

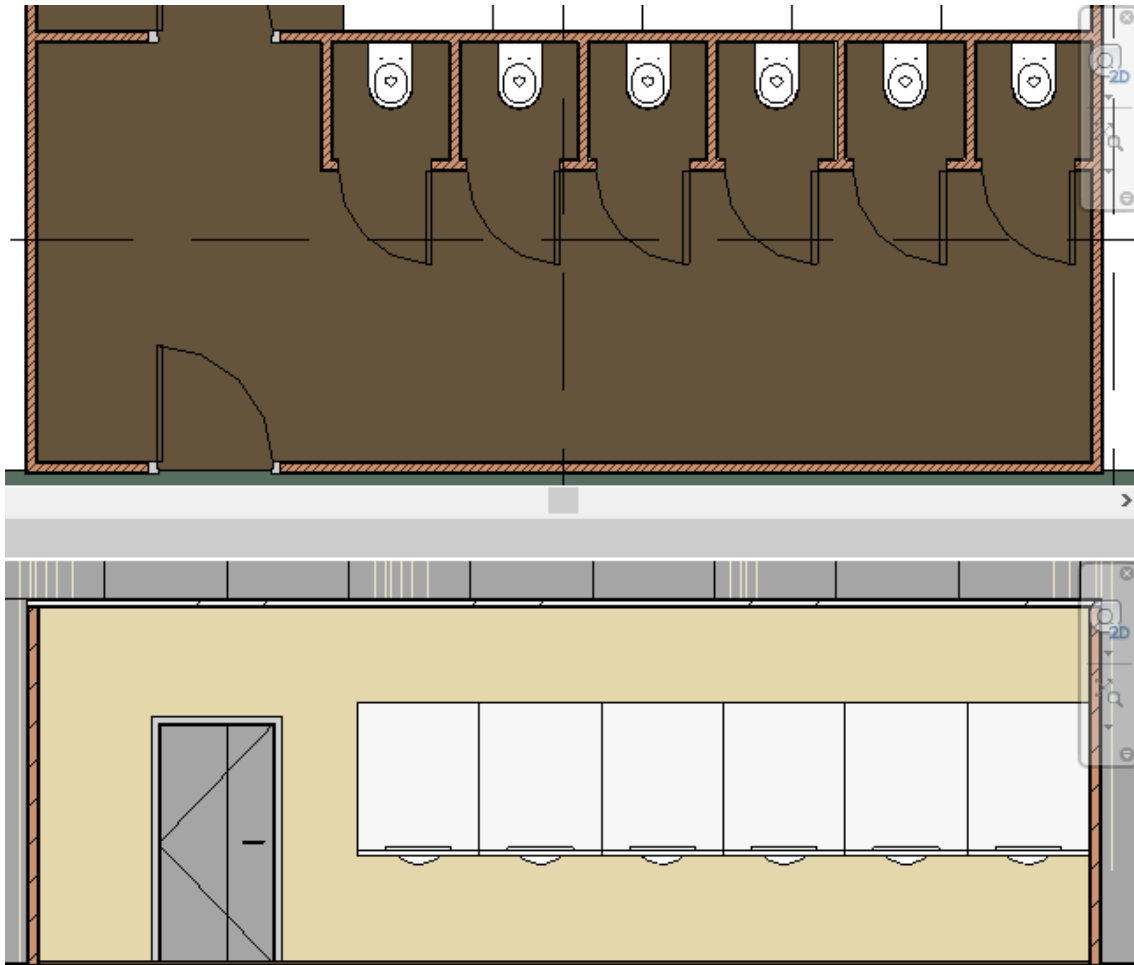


Fig. 54: Detalle de los baños para los trabajadores.

6.5.2.6. Cubierta

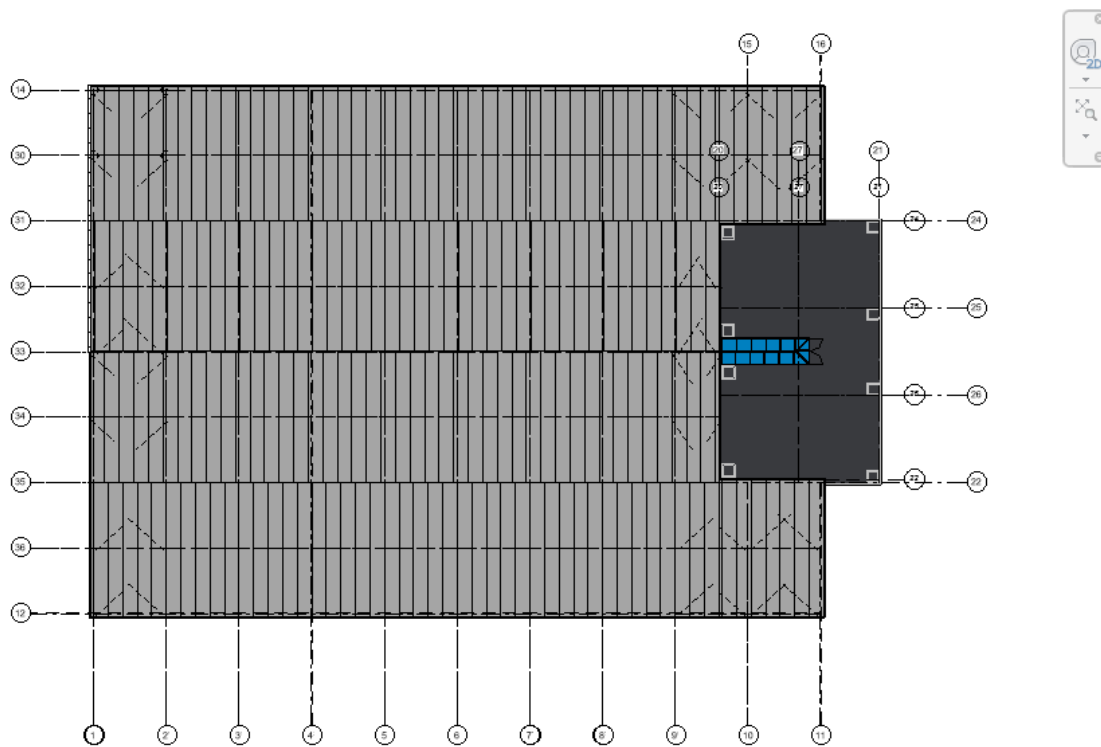


Fig. 54.1: Vista del nivel “Cumbre nave”.

Para el modelado de la cubierta se cargó una familia de panel sándwich para cubiertas. La cubierta quedó delimitada por los cerramientos exteriores de la nave (Fig. 54.1). En la Fig. 54.2 se ve en detalle el perfil del panel de la cubierta.

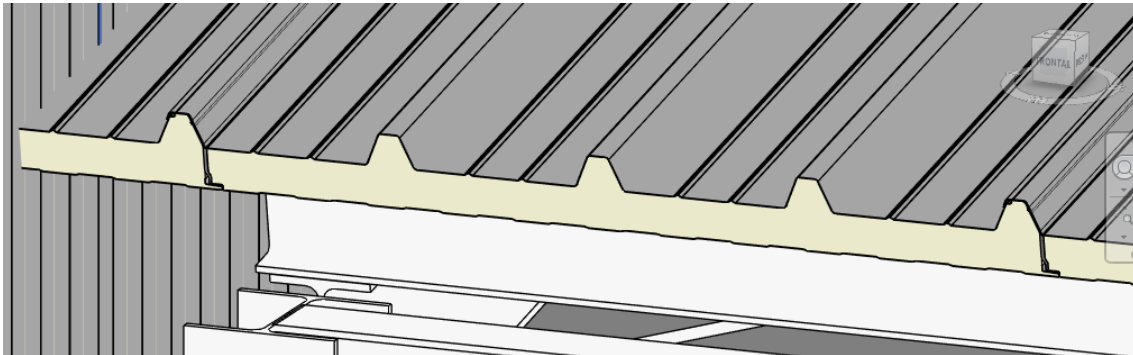


Fig. 54.2: Vista 3D del perfil de panel sándwich utilizado en la cubierta.

6.5.3. Modelado de la zona de administración

6.5.3.1. Cerramientos exteriores

Se modelaron los **cerramientos exteriores de la zona de administración**. En este caso se optó por utilizar muros cortina acristalados, aportando un punto de arquitectura industrial vanguardista, con base en el nivel “Planta baja” y límite superior 15 cm. por encima del nivel “Cornisa Modulo”, esto se puede ver en la Fig. 55. Se modeló, creando nuevos perfiles en Revit, un sistema de montantes que se encarga de mantener todos los paneles de cristal unidos entre ellos y sujetos a la estructura, y por otro lado se encarga de ocultar el armazón estructural visto desde fuera de la edificación. En la Fig. 56 se ve como quedaron los cerramientos externos de la zona de administración modelados.

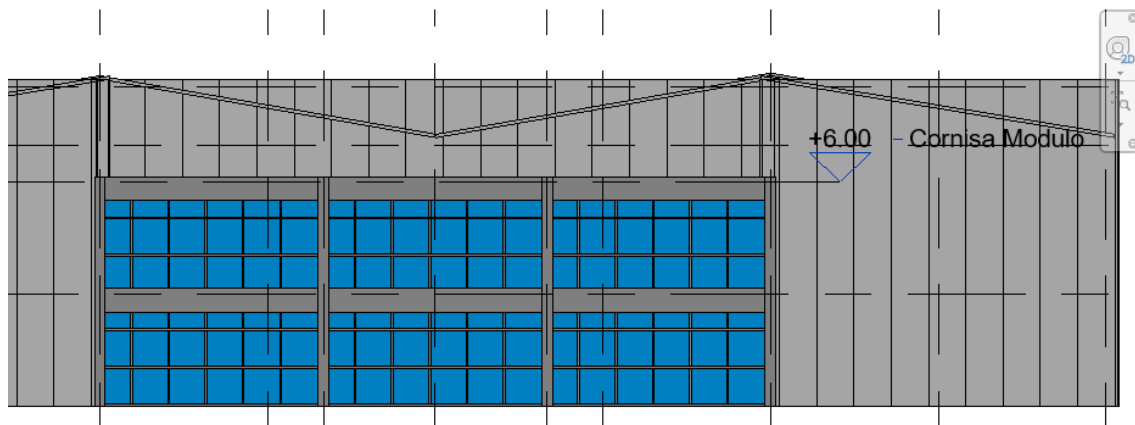


Fig. 55: Ampliación, de la zona de administración, del plano norte de la edificación.

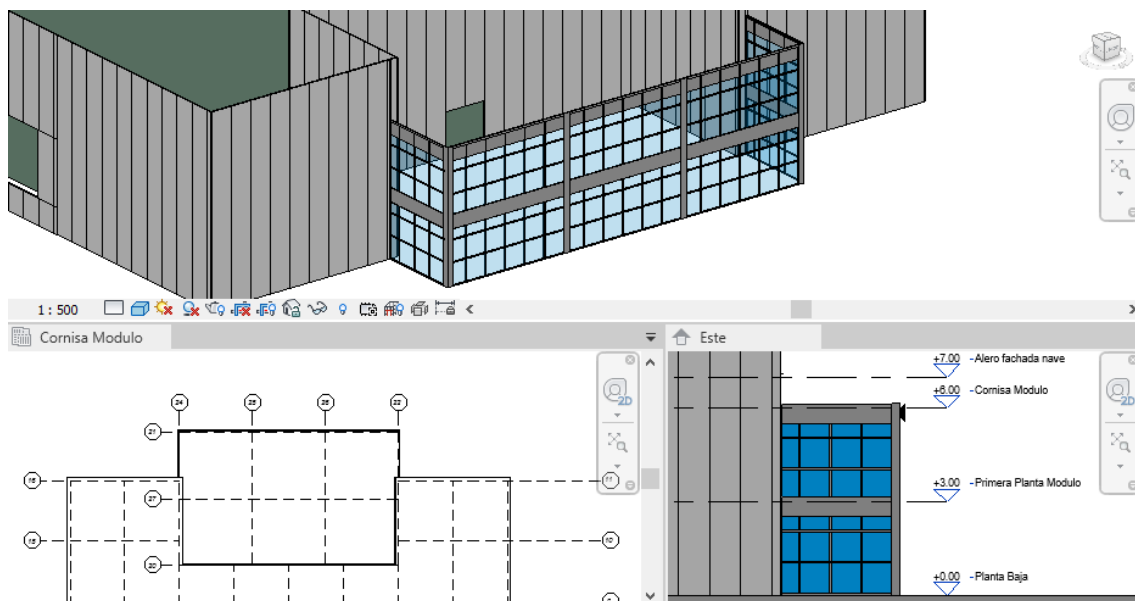


Fig. 56: Arriba vista 3D de los muros cortina modelados. Abajo-izda. plano en planta del nivel "Cornisa módulo". Y abajo-dcha. ampliación plano este.

En el proceso de modelado de los muros cortina, fue de gran utilidad tener el modelo estructural vinculado para ajustar las medidas de los montantes y la altura del muro cortina.

6.5.3.2. Planta baja

6.5.3.2.1. Suelo arquitectónico

Zona destinada a la administración

Se seleccionó un **suelo** de moqueta de color gris oscuro para toda la superficie de la zona, excepto para el suelo de los baños (**Fig. 57**).

Baños zona de administración

Se seleccionó un suelo de baldosa de color negra con acabado mate (**Fig. 57**). Los acabados se aprecian en el renderizado de la edificación.

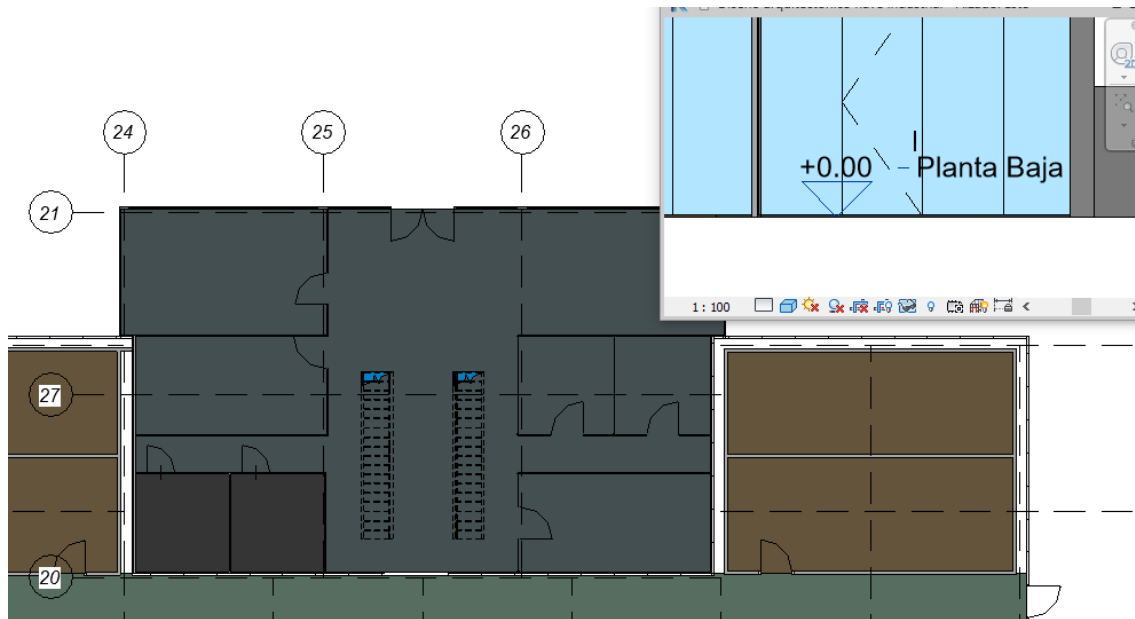


Fig. 57: Vista en planta del suelo de la administración y alzado este en la esquina superior dcha.

En la **Fig. 57**, se puede apreciar cómo quedó el suelo delimitado por los muros cortina exteriores y los paneles sándwich que separa la zona industrial y la zona de administración, y como quedó el suelo colocado sobre el nivel “Planta baja” teniendo en cuenta el modelo estructural.

6.5.3.2.2. Cerramientos interiores

Se añadieron los cerramientos que ocultan los paneles sándwich vistos desde la zona de administración, para ello se utilizó muro de paneles de yeso con núcleo aislante de fibra mineral y acabado de pintura plástica (**Fig. 58**). Por otro lado se añadieron los cerramientos que definen las habitaciones (**Fig. 59**). Para los baños y el muro de separación entre la sala de juntas y el área de descanso, se utilizó muro básico de partición con estructura de ladrillo cerámico hueco y enlucido. Para los demás muros se utilizó muro cortina de cristalerías verticales dispuestas con montantes de acero inoxidable (**Fig. 58**). En la Fig. 49 se ve como en el modelado de los muros de partición se tuvo en cuenta los niveles de colocación, en este caso se modeló sobre el nivel “Planta Baja” hasta 35 cm. por debajo del nivel “Primera planta módulo”, teniendo en cuenta el modelo estructural.

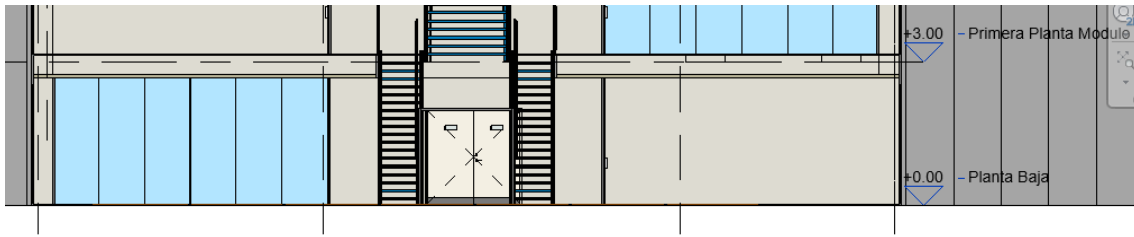


Fig. 58: Alzado norte de la planta baja de la zona de administración.

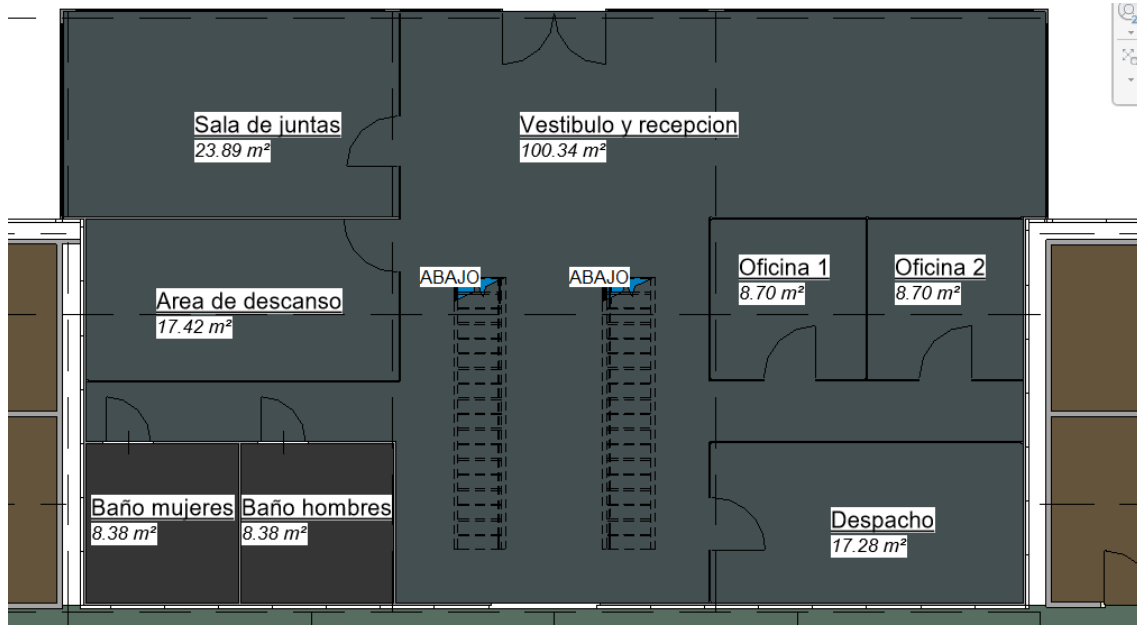


Fig. 59: Vista en planta del nivel "Planta Baja" de la zona de administración.

6.5.3.2.3. Puertas

Acceso a la zona de administración

Se modeló la **puerta** de acceso a la zona de administración. Se trata de una puerta de 2 x 2 m. de doble hoja con paneles acristalados, centrada en la fachada norte del módulo (**Fig. 60**).

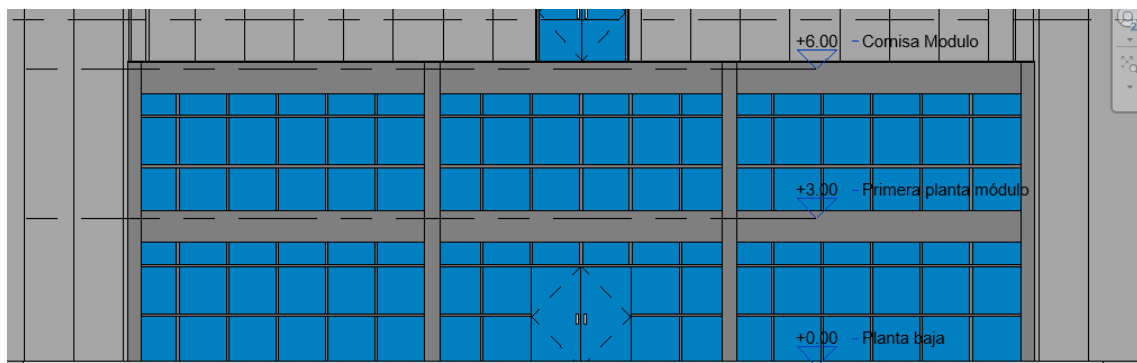


Fig. 60: Alzado Norte de la puerta de acceso a la zona de administración.

Acceso a la zona industrial desde la zona de administración

Se modeló una puerta de doble hoja de 200 x 200 cm. con un nivel alto de aislamiento acústico y unos pequeños visores de cristal, para el acceso a la zona industrial (**Fig. 61**).

Baños zona de administración

Para los baños se seleccionó una puerta genérica de 80 x 200 cm. con vinilo superficial de color negro mate y tirador de acero inoxidable (**Fig. 61**).

Habitaciones

En el caso de las puertas del resto de habitaciones se seleccionó panel acristalado, indexado en los muros cortina (**Fig. 62**).

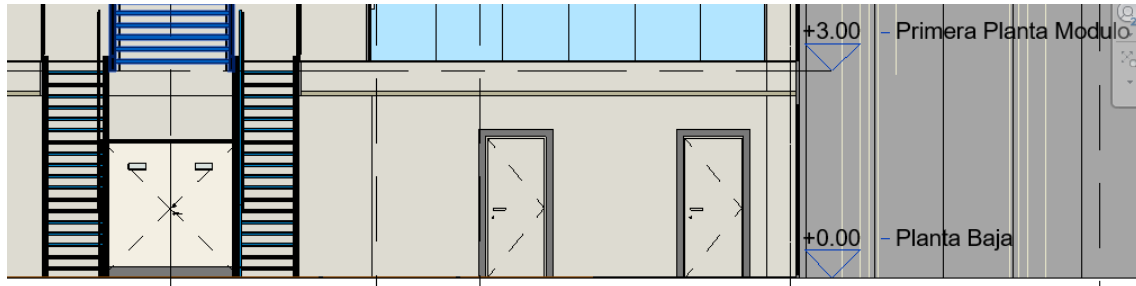


Fig. 61: Vista alzado Norte de la puerta de acceso a la zona industrial y las de los baños.

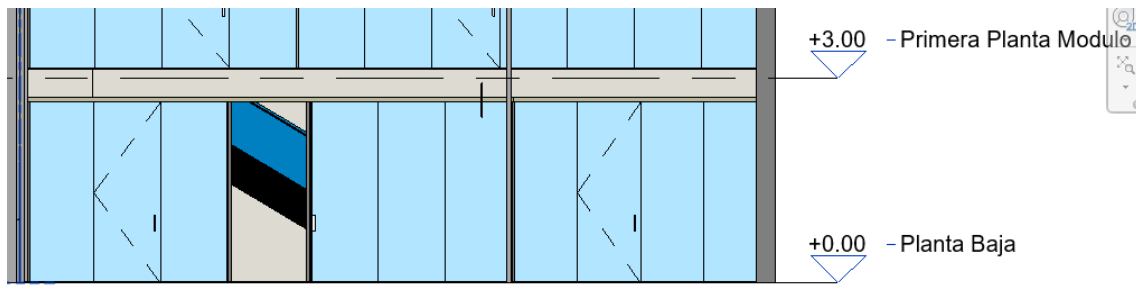


Fig. 62: Alzado Este de las puertas del despacho y de la sala de juntas de paneles acristalados.

6.5.3.2.4. Techo

Se modeló un **falso techo** que se encarga de ocultar el entramado estructural, por lo que se colocó 35 cm. por debajo de nivel "Primera planta modulo" (**Fig. 62**). Para ello se seleccionó un falso techo continuo de placa de yeso laminado con estructura de perfiles de acero galvanizado.

6.5.3.2.5. Escaleras

Se modelaron las **escaleras** de acceso a la segunda planta de la zona de administración. Para ello se optó por dos escaleras de aluminio con barandilla de cristal, para acceder a las dos zonas principales de la segunda planta, se pueden ver en las **Fig. 63 y 64**.

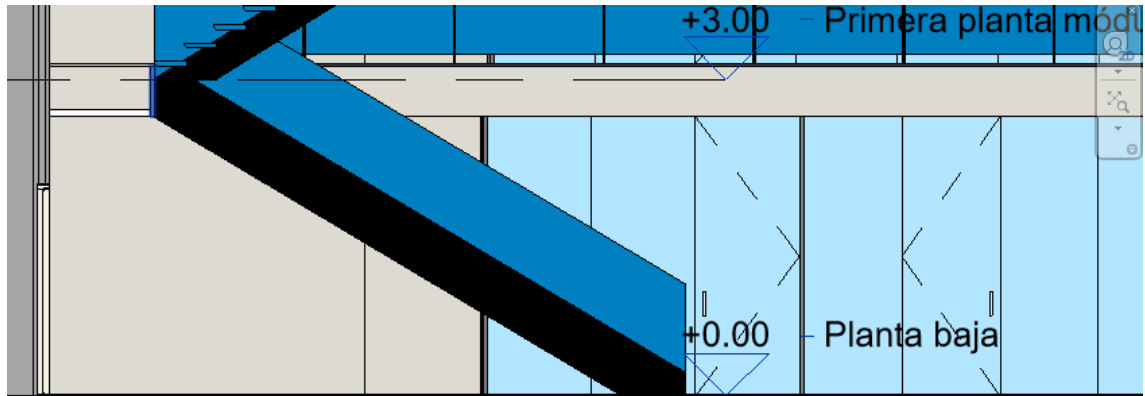


Fig. 63: Alzado Este de las escaleras de la planta baja.

En la Fig. 64, se puede ver cómo quedó la primera planta de la zona de administración modelada.

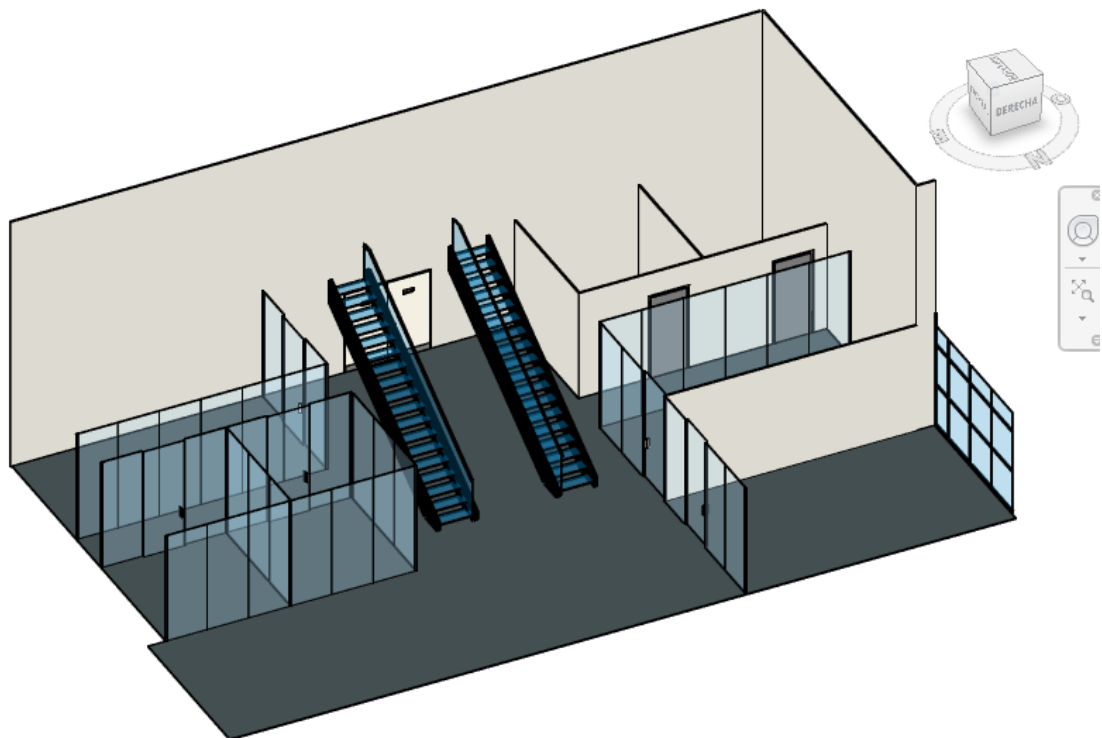


Fig. 64: Vista 3D de la primera planta de la zona de administración.

6.5.3.2.6. Mobiliario

Recepción y vestíbulo

En la recepción se modeló una mesa de recepcionista, junta a esta, se encuentra el vestíbulo que consta de una pequeña mesa y dos sofás.

Sala de juntas

En la sala de juntas se modelo una mesa de reuniones con sillas para 8 personas y unos estantes.

Área de descanso

En el área de descanso se modeló una mesa del mismo tipo que la del vestíbulo, un sofá amplio, una televisión y un mueble de almacenamiento.

Baños zona de administración

Para los baños se modelaron dos habitáculos para los retretes, dos lavabos con espejo.

Oficinas

En las oficinas se modeló un escritorio de oficina con cajonera, una silla de oficinista, y dos archivadores de 3 cajones.

Despacho

Para el despacho, se optó por un escritorio ejecutivo centrado en la habitación, un sillón de despacho, dos sillas comunes frente a este, un estante y dos elementos de almacenamiento.

La disposición de todos los elementos mencionados se muestra en la **Fig. 65**.

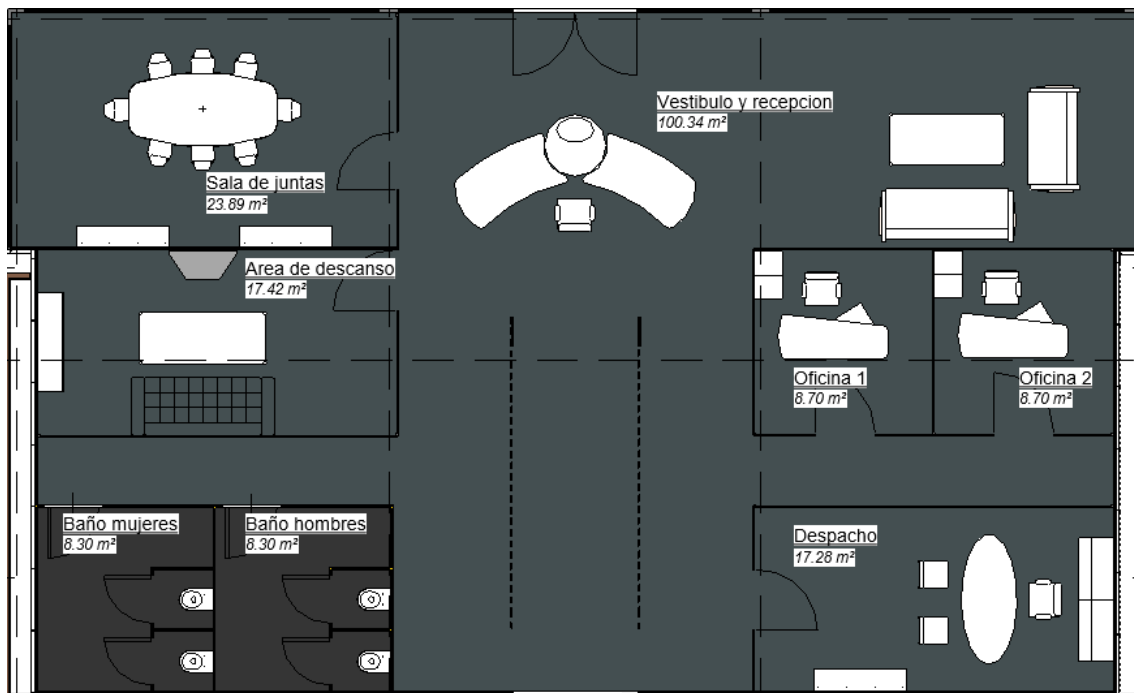


Fig. 65: Detalle de la planta baja de la zona de administración.

6.5.3.3. Primera planta

6.5.3.3.1. Suelo arquitectónico

Se seleccionó el mismo **suelo** de moqueta utilizado en la planta baja. En este caso quedó delimitado por los cerramientos externos, los muros que ocultan los paneles sándwich, y de tal forma que deja un hueco abierto en la edificación desde la planta baja hasta el techo superior (**Fig. 66**).

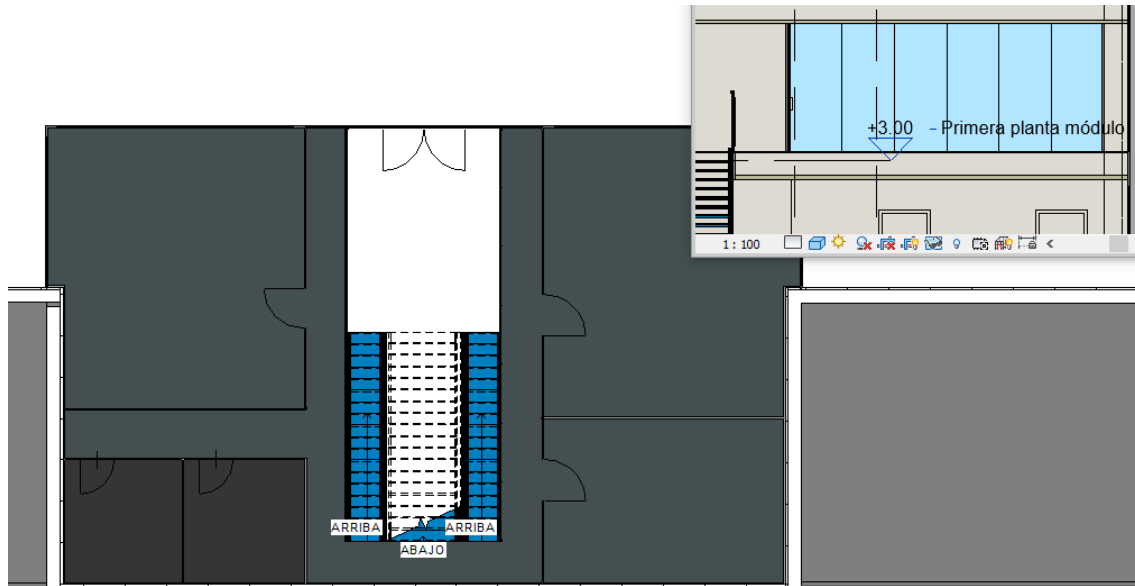


Fig. 66: Vista en planta del suelo de la primera planta de la zona de administración y detalle de nivel.

En la **Fig. 66**, se puede ver como el suelo de la segunda planta se situó 15 cm. por encima del nivel “Primera planta módulo”, teniendo en cuenta el forjado estructural de la primera planta.

6.5.3.3.2. Cerramientos interiores

Se modelaron los **cerramientos interiores** que delimitan las habitaciones de la primera planta (**Fig. 67**).

Baños zona administración

Se utilizó muro de partición utilizado en los baños de la planta baja.

Habitación

Se utilizó el muro cortina utilizado en la planta baja.

Como se ve en la **Fig. 66**, se colocó la base de los cerramientos 15 cm. por encima del nivel “Primera planta módulo” al igual que el suelo, y el límite superior 50 cm. por debajo del nivel “Cornisa módulo”, ocultando el forjado de la terraza.

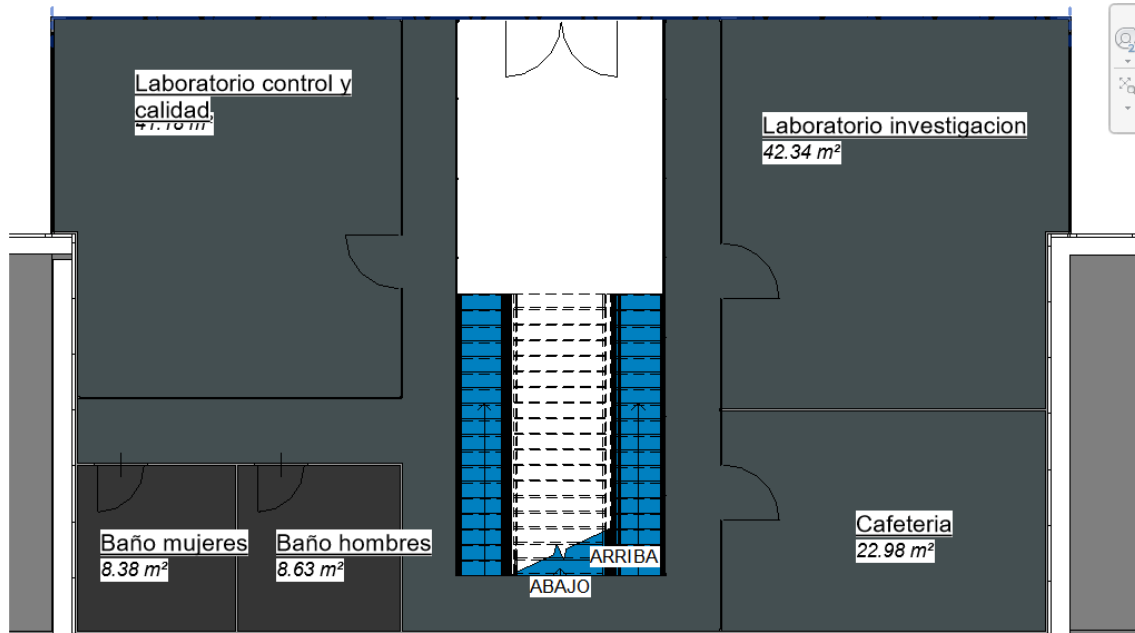


Fig. 67: Vista en planta de la primera planta de la zona de administración.

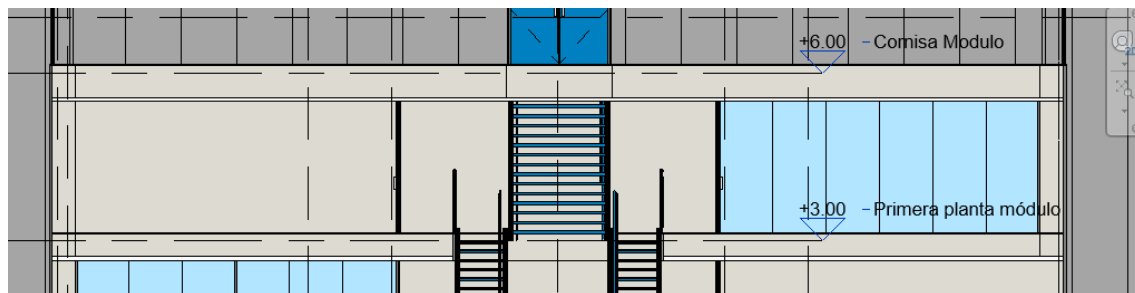


Fig. 68: Alzado norte de la primera planta de la zona de administración.

6.5.3.3.3. Puertas

Baños zona administración

Para las puertas de los baños se utilizaron las mismas que en los baños de la planta baja (**Fig. 69**).

Habitaciones

Y para el resto de las habitaciones se utilizaron puertas de panel acristalado (**Fig. 70**).

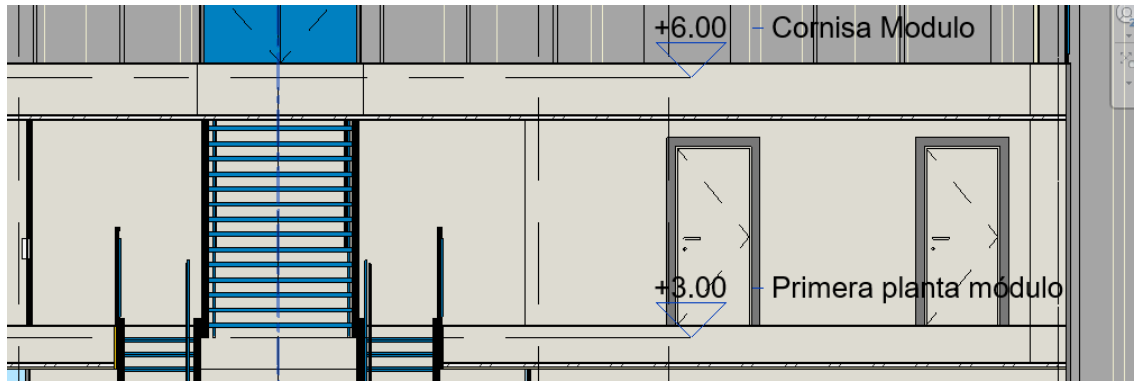


Fig. 69: Alzado Norte de las puertas de los baños de la primera planta de la zona de administración.

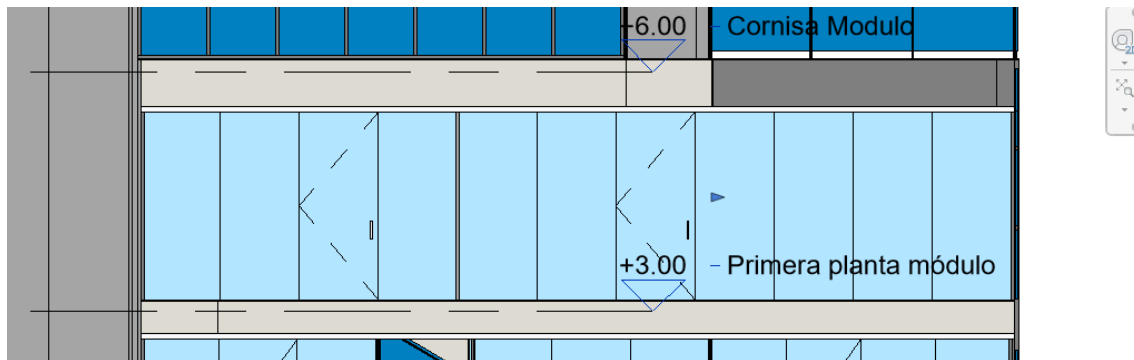


Fig. 70: Alzado Este de las puertas de la cafetería y del laboratorio de investigación.

6.5.3.3.4. Techo

Se modeló el **techo** de la primera planta. Para ello, se utilizó el mismo tipo de techo de la planta baja. En este caso, se colocó 50 cm. por debajo del nivel “Cornisa modulo” (Fig. 70). Como se ve, siempre se modela teniendo como referencias los niveles y rejillas del modelo, aunque se tenga en cuenta el modelo estructural.

6.5.3.3.5. Escaleras

Se modelaron las **escaleras** de acceso a la terraza de la zona de administración. Se optó por un acceso único centrado en la edificación con el mismo tipo de escalera utilizado en la planta baja (Fig. 71 y 72).

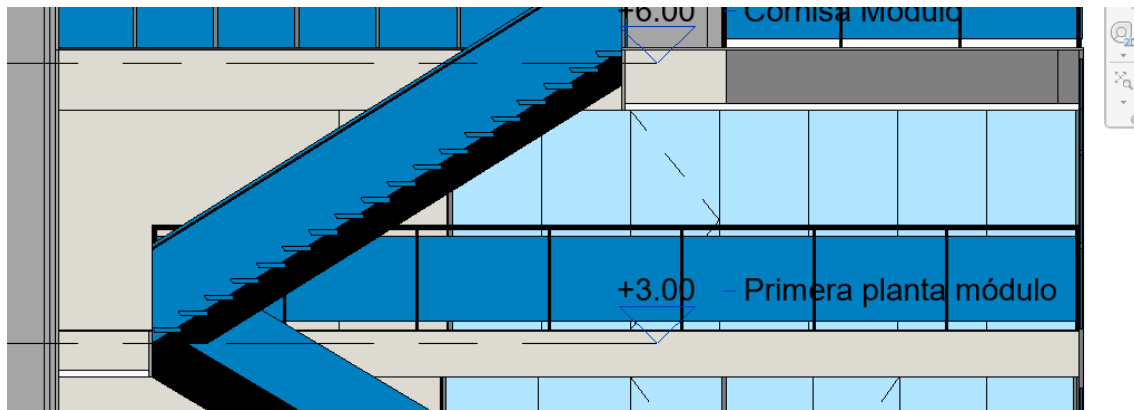


Fig. 71: Alzado Este de las escaleras y las barandillas de la primera planta, de la zona de administración.

6.5.3.3.6. Barandillas

Se modelaron las **barandillas** de la primera planta. Se optó por una barandilla de paneles de cristal con pilastras y pasamanos de acero inoxidable (**Fig. 71**).

En la **Fig. 72**, se ve como quedo la primera planta de la zona de administración.

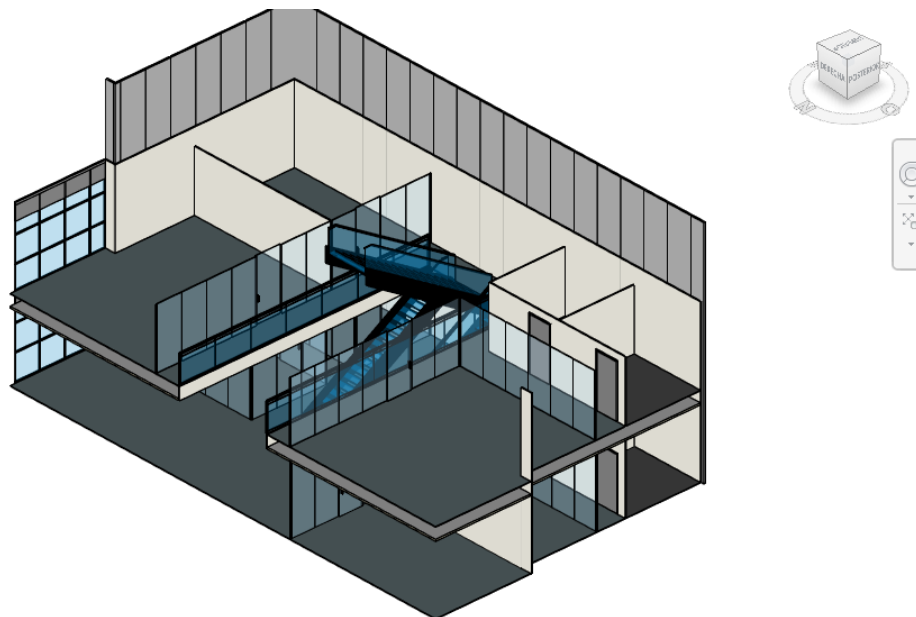


Fig. 72: Vista 3D de la primera planta de la zona de administración.

6.5.3.3.7. Mobiliario

Baños zona administración

Los baños de la primera planta son copiados tal cual de la planta baja.

Cafetería

Para la cafetería se modelaron tres mesas para cuatro personas, y un mueble de almacenamiento.

Laboratorios

Para los laboratorios se optó por un mismo diseño para los dos solo que reflejado sobre el eje de simetría longitudinal de la nave, se modeló una mesa grande donde trabajar con taburetes para seis personas, y varios muebles de almacenamiento.

La disposición de los elementos de mobiliario se muestra en la **Fig. 73**.

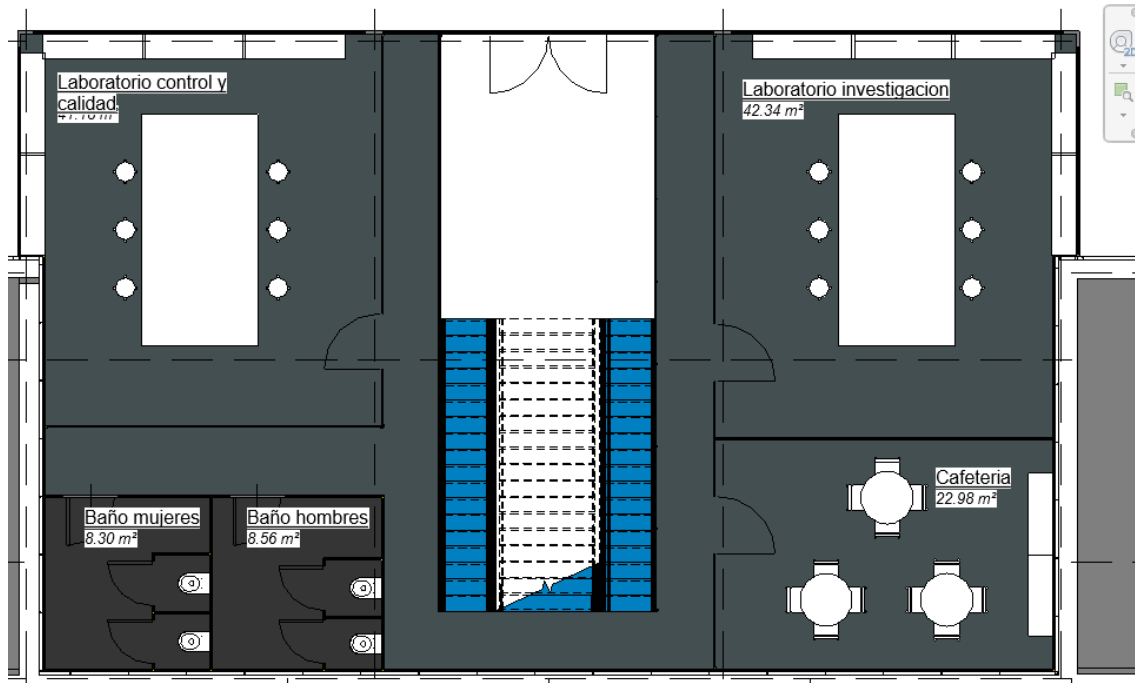


Fig. 73: Detalle de la primera planta de la zona de administración.

6.5.3.4. Terraza

6.5.3.4.1. Cerramientos exteriores

Como **cerramientos exteriores** de esta planta se puede decir que se modelaron barandillas. Para ello se utilizó el mismo tipo de barandilla de la primera planta (**Fig. 74**).

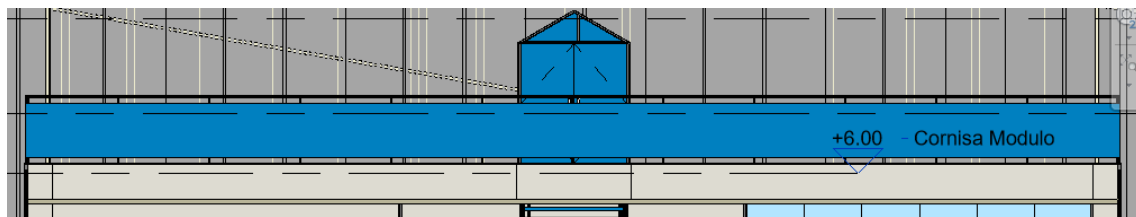


Fig. 74: Alzado Norte de la barandilla de la terraza, de la zona de administración.

6.5.3.4.2. Suelo arquitectónico

Se optó por un suelo de baldosas de 200 x 100 cm., de piedra oscura para exteriores. En este caso quedó delimitado por el borde de la edificación, por los paneles sándwich de la zona industrial, y por el hueco del acceso a la terraza. Se modeló el suelo 15 cm. por encima del nivel "Cornisa modulo", teniendo en cuenta el modelo estructural (**Fig. 75**).

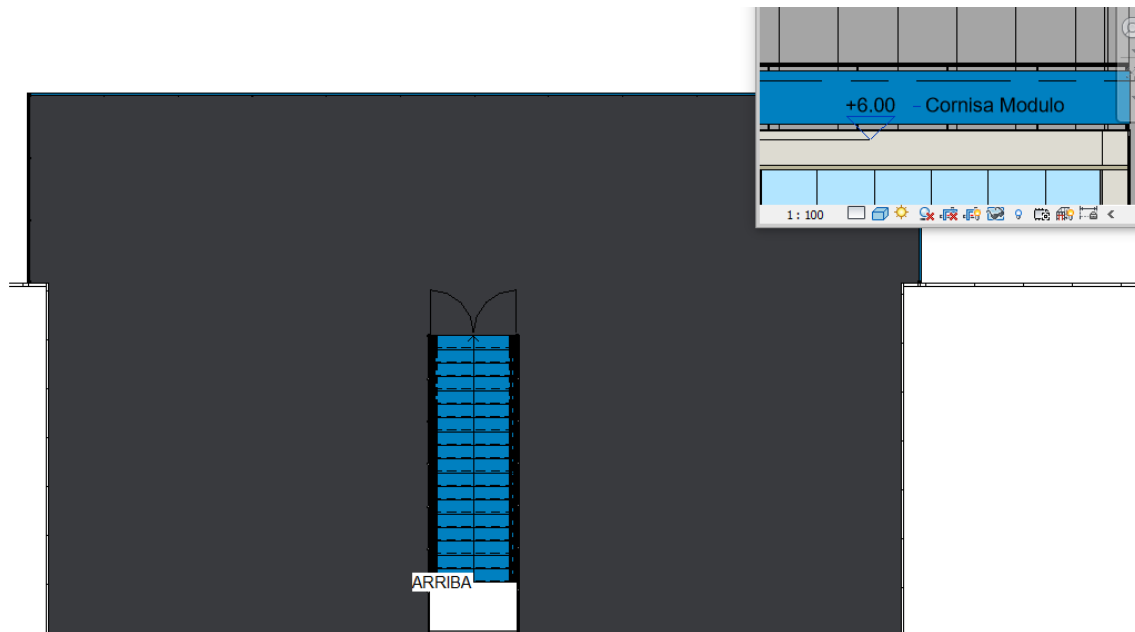


Fig. 75: Vista en planta del suelo de la terraza y detalle del nivel.

6.5.3.4.3. Cerramientos interiores

En este caso, los cerramientos están únicamente destinados a formar el acceso a la terraza, delimitando el área de la terraza (**Fig. 76**). Se optó por muro cortina con paneles verticales dispuestos con montantes de aluminio. Estos se modelaron con base 15 cm por encima del nivel "Cornisa modulo", y con una altura desconectada de 200 cm.

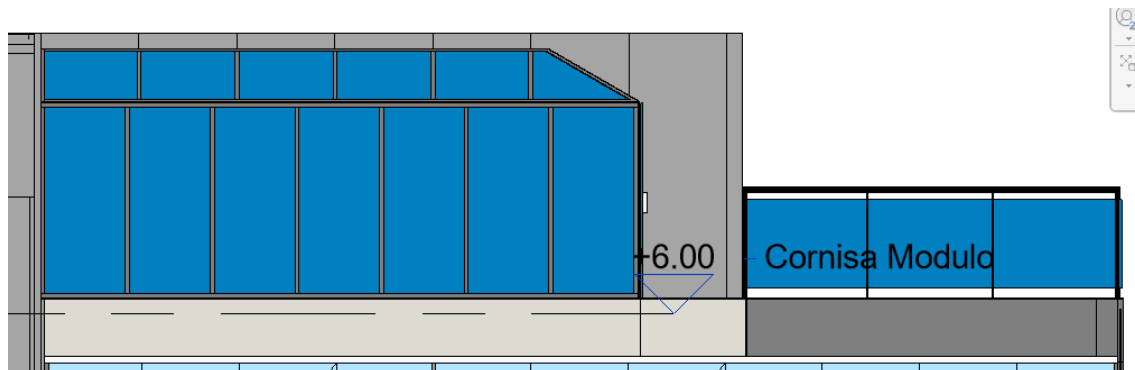


Fig. 76: Alzado Este de los cerramientos de la terraza y de la cubierta de estos cerramientos.

6.5.3.4.4. Puertas

Se modeló la **puerta** de acceso a la terraza. Para ello se optó por una puerta de doble hoja de panel acristalado, y tiradores de acero inoxidable (**Fig. 77**).

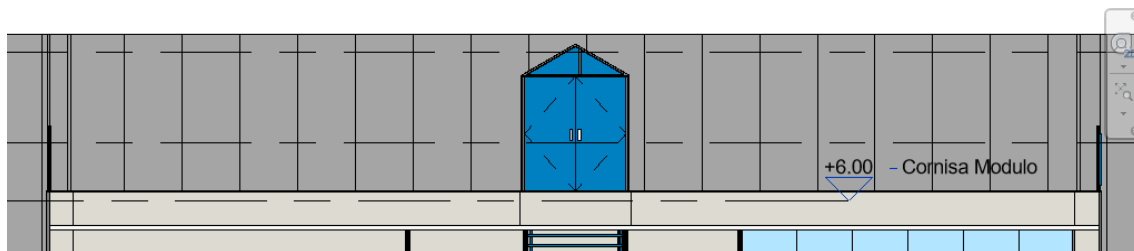


Fig. 77: Alzado Norte de la puerta y la cubierta de la terraza.

6.5.3.4.5. Cubiertas

Se modeló la **cubierta** correspondiente a los cerramientos del acceso a la terraza. Para ello se modeló una cubierta a cuatro aguas a la altura de 2 m. respecto del nivel “Cornisa modulo”. Se optó por una cubierta de muro cortina con paneles acristalados dispuestos con montantes de aluminio (**Fig. 76 y 77**).

6.5.3.4.6. Mobiliario

Se colocaron ocho tiestos para flores repartidos por toda la terraza.

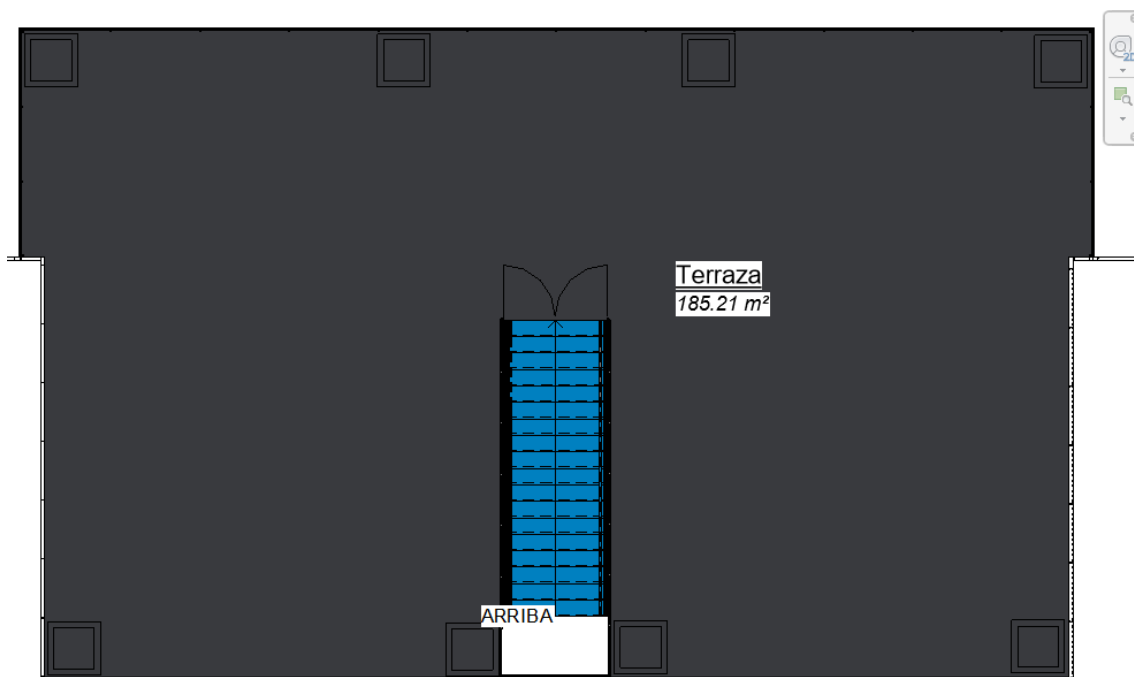


Fig. 78: Detalles de la terraza de la zona de administración.

6.5.4. Modelado de la zona exterior

6.5.4.1. Cerramientos

Los **cerramientos** de esta zona quedaron marcados por los límites de la parcela (**Fig. 80**). Para estos cerramientos se utilizaron pilares de hormigón armado de 40 x 40 cm. con una altura no conectada de 2m., unidos con muro prefabricado de hormigón de 20 cm. de grosor y una altura de 1.5 m., todo esto con un acabado enlucido. La base del cerramiento se colocó en el nivel “Planta baja” conectando con el muro de retención (**Fig. 79**).

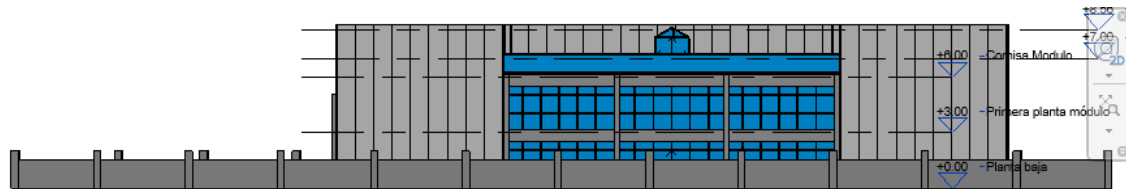


Fig. 79: Alzado Norte de los cerramientos exteriores de parcela.

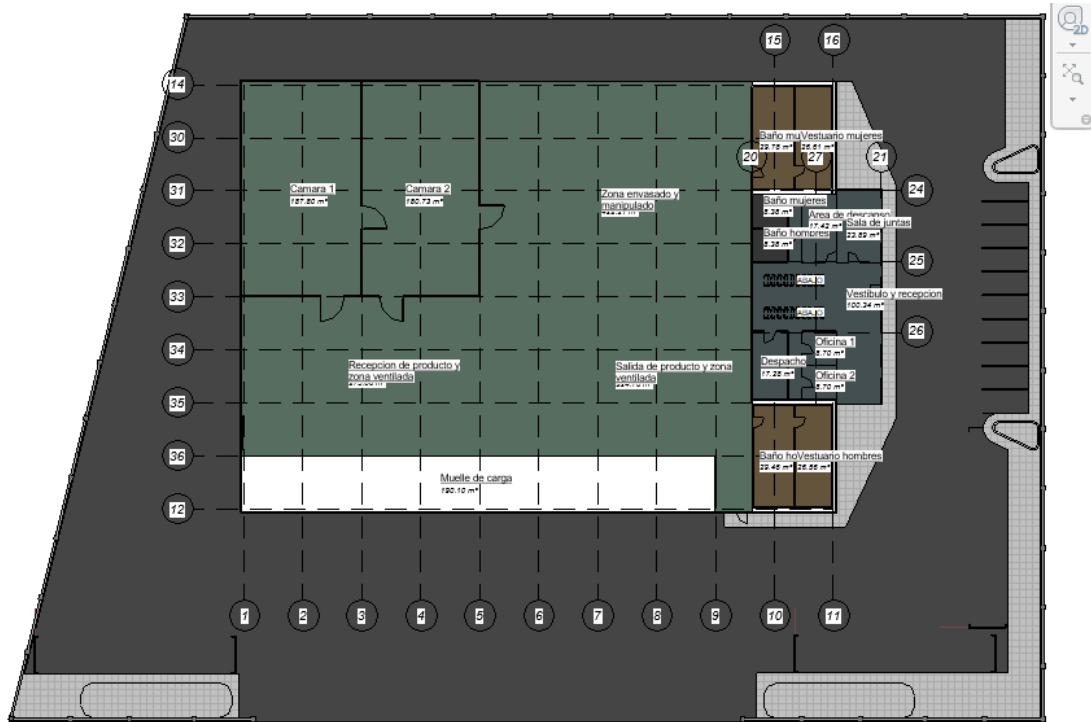


Fig. 80: Vista en planta del nivel "Planta baja".

6.5.4.2. Suelo arquitectónico

Para el **suelo exterior** se utilizaron dos tipos de suelo. Uno para los acerados que se modelaron con una altura de 10 cm. colocados sobre el nivel "Planta baja", se seleccionó un tipo de baldosa de piedra clara para exteriores (Fig. 80). Y otro para el resto del suelo, este se trata de una capa de alquitrán de 1,5 cm. sobre el nivel "Planta baja", por donde circularan todos los vehículos relacionados con la empresa (Fig. 81).



Fig. 81: Detalle de nivel del acerado y la capa de alquitrán.

6.5.4.3. Elementos de emplazamiento

6.5.4.3.1. Zonas verdes

Se modelaron una serie de jardines sobre el acerado. En la parte Norte, se colocaron dos zonas de jardines marcando la zona de aparcamientos. Y en la parte Este, se colocaron otras dos zonas de jardines a cada lado de la entrada a la parcela (Fig. 82).

6.5.4.3.2. Aparcamientos

En la parte Norte, frente a la zona de administración, se colocaron 10 plazas para vehículos pequeños, con unas dimensiones de 2 x 4 m. A lo largo de la parte Este de la parcela, se colocaron 3 plazas para vehículos de transporte de gran tonelaje, con una longitud aproximada de 16.5 m, y 3 m. de ancho (**Fig. 82**).

6.5.4.3.3. Accesorios de emplazamiento

En la zona exterior se modelaron tres camiones de gran tonelaje, tres coches y algunos árboles en las zonas verdes (**Fig. 82**).

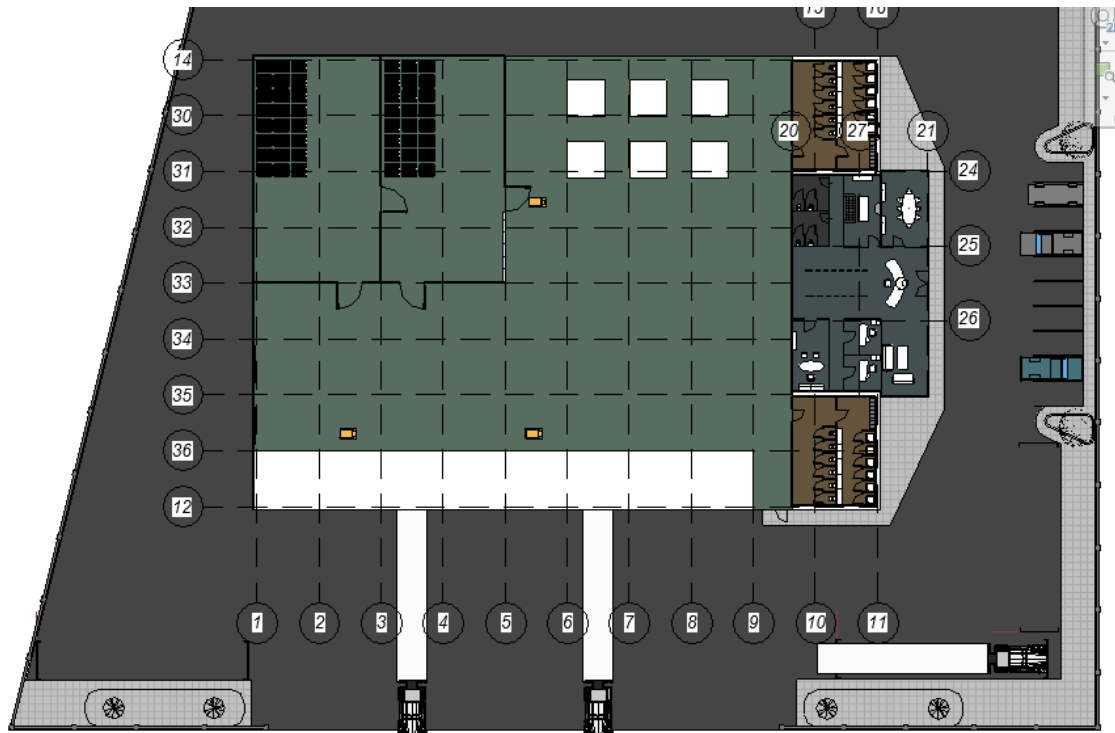


Fig. 82: Detalle de la zona exterior.

7. Documentación generada

7.1. Generación de planos

Para la generación de los planos del modelo se unieron ambos modelos, estructural y arquitectónico. En este apartado se expone como se generaron estos planos desde Revit. Se creó una plantilla de plano, estableciendo el marco de dibujo y generando el cajetín donde se recogen todos los datos del plano en formato A3 (**Fig. 83**). En el espacio libre del plano, Revit permite colocar las vistas deseadas libremente, ya sean vistas 3D, en planta, alzados, perfiles, etc. Se ajustaron las escalas a los valores deseados, y se guardaron en formato PDF.

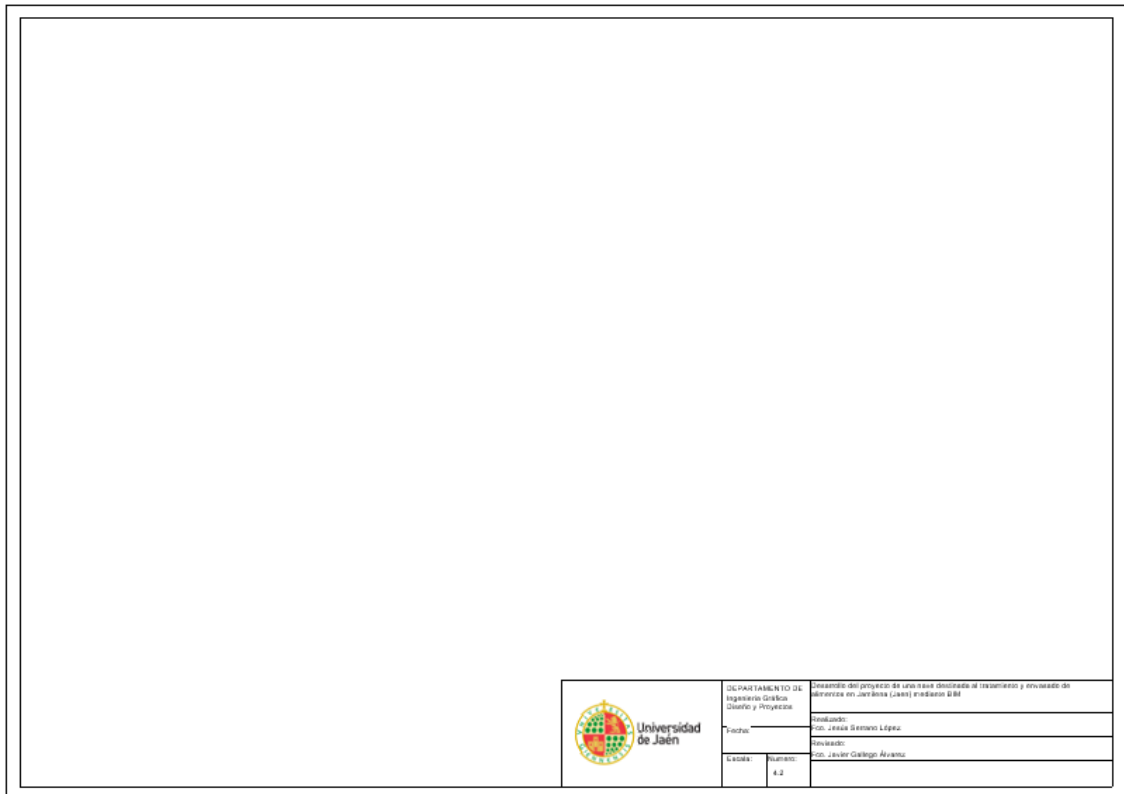


Fig. 83: Modelo de plano A3.

7.2. Renderizado

En este apartado se añaden imágenes realistas del conjunto del modelo estructural y arquitectónico procesado por el hardware utilizado, en este caso un laptop común.



Fig. 84: Vista 1. Zona de salida de producto



Fig. 85: Vista de la zona de recepción y salida de producto.

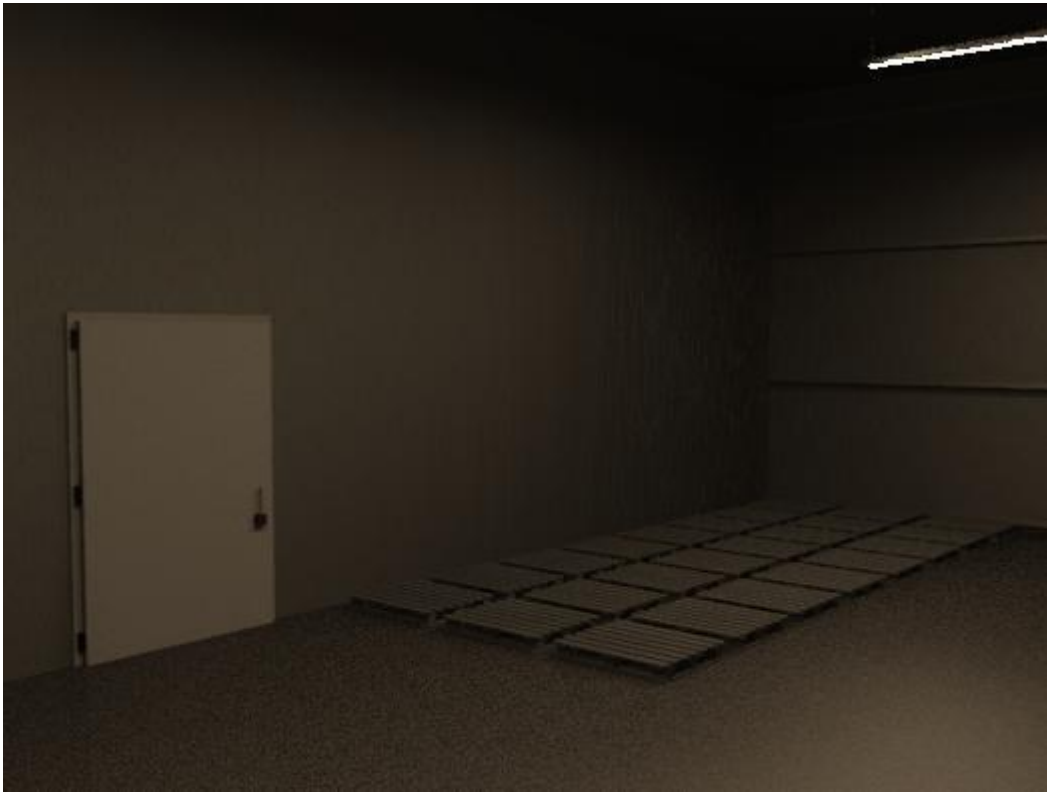


Fig. 86: Vista de la cámara frigorífica.



Fig. 87: Vista de los baños para los trabajadores de la zona industrial.



Fig. 89: Vista de los vestuarios para los trabajadores de la zona industrial. Fuente: Renderizado.

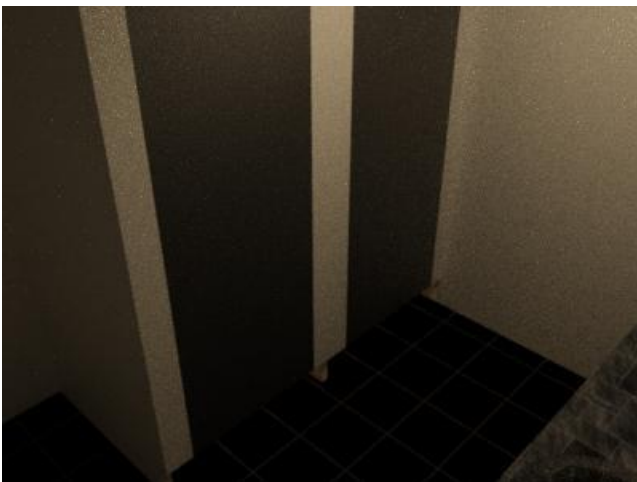


Fig. 88: Baños zona administración



Fig. 90: Recepción zona administración.

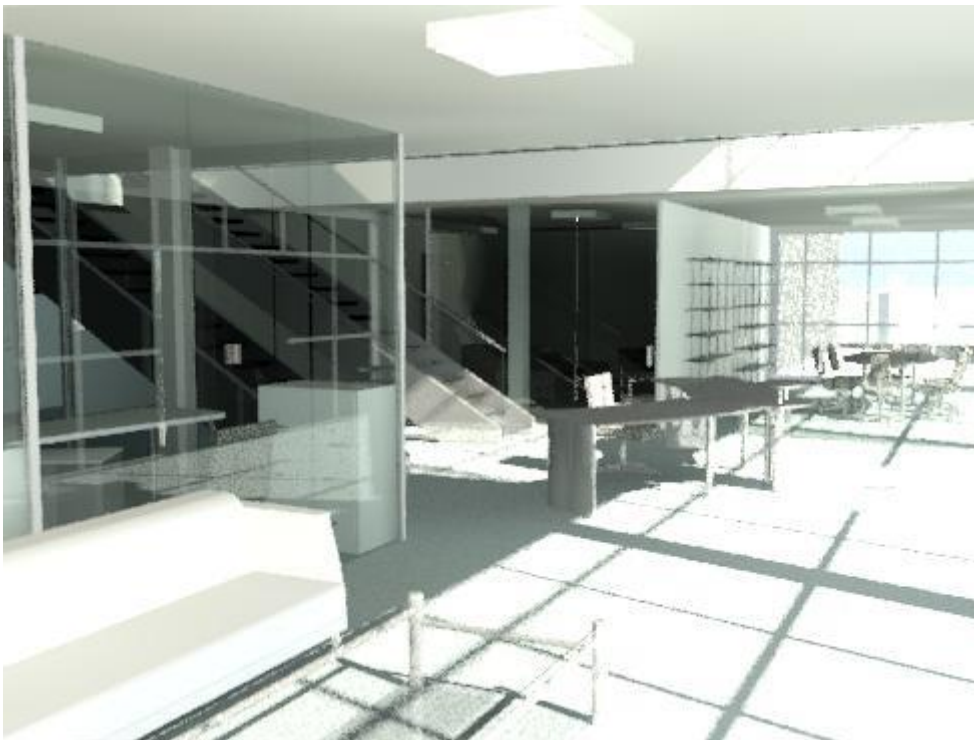


Fig. 91: Vestíbulo zona administración



Fig. 92: Área de descanso zona administración



Fig. 93: Sala de juntas zona administración



Fig. 94: Despacho zona administración



Fig. 95 Oficinas zona administración

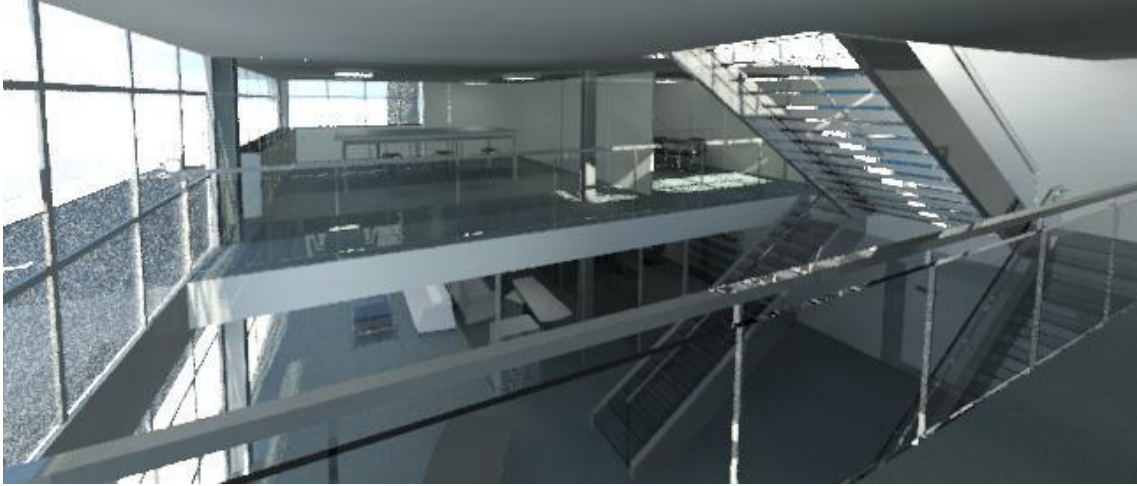


Fig. 96 Vestíbulo zona administración



Fig. 97 Cafetería zona administración



Fig. 98 Laboratorio zona administración

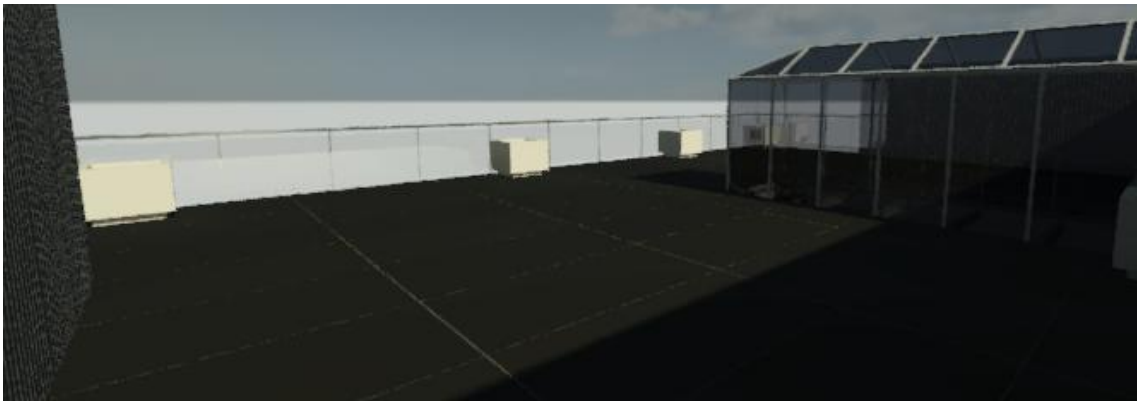


Fig. 99 Terraza zona administración

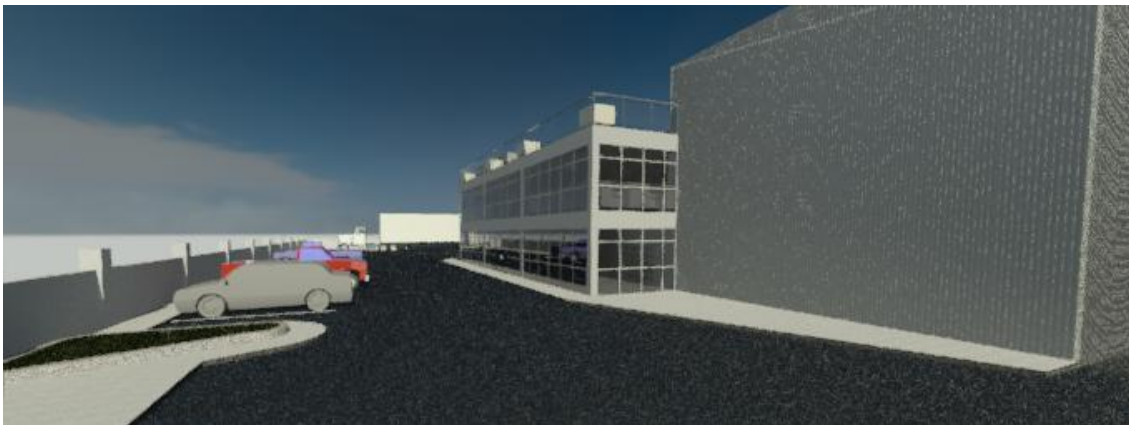


Fig. 100 Exterior fachada norte



Fig. 101 Exterior fachada sur

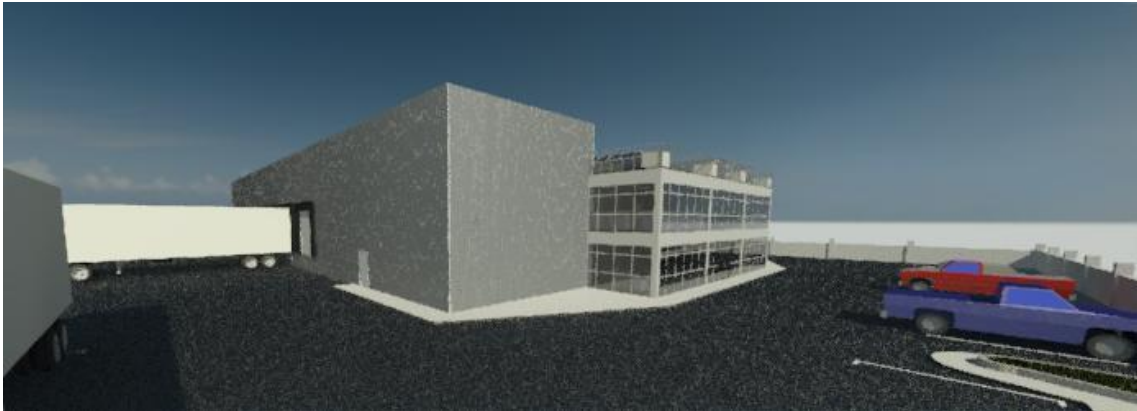


Fig. 102 Exterior fachada este

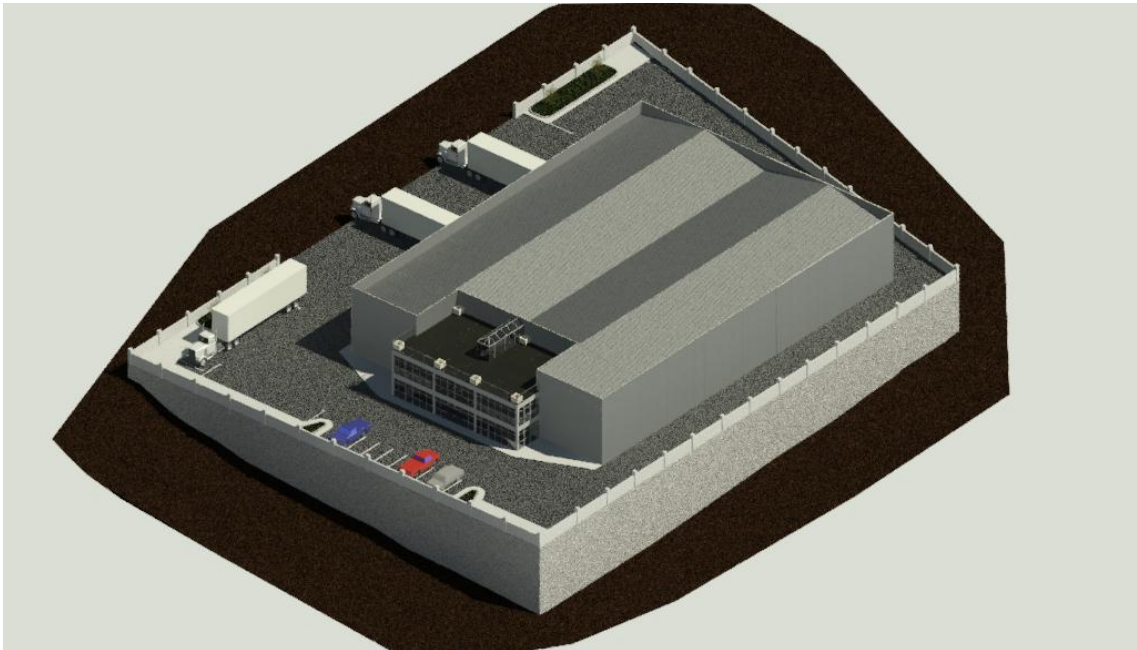


Fig. 103 Vista 3D modelo

7.3. Generación de tablas de planificación.

Revit permite extraer tablas de planificación, cantidades y cálculos de materiales para cuantificar y analizar los componentes y los materiales utilizados en un proyecto. Estas tablas se encuentran en la base de datos que genera automáticamente Revit de lo que se está modelando. Revit generó por defecto una tabla de planificación de habitaciones que es bastante útil (**Tabla 2**).

Tabla 2: Tabla de planificación de habitaciones.

<Tabla de planificación de habitaciones>					
A	B	C	D	E	F
Nivel	Nombre	Área	Perímetro	Volumen	Comentarios
Planta baja	Oficina 1	8.70 m ²	11.52	22.88 m ³	
Planta baja	Oficina 2	8.70 m ²	11.52	22.88 m ³	
Planta baja	Despacho	17.28 m ²	17.56	45.46 m ³	
Planta baja	Baño mujeres	8.30 m ²	15.47	21.83 m ³	
Planta baja	Baño hombres	8.30 m ²	15.47	21.83 m ³	
Planta baja	Area de descanso	17.42 m ²	17.44	45.82 m ³	
Planta baja	Sala de juntas	23.89 m ²	19.70	62.93 m ³	
Planta baja	Vestibulo y recepcion	100.34 m ²	68.67	277.34 m ³	
Planta baja	Baño hombres	28.87 m ²	35.99	57.16 m ³	
Planta baja	Vestuario hombres	25.99 m ²	34.78	51.46 m ³	
Planta baja	Baño mujeres	29.18 m ²	36.14	57.78 m ³	
Planta baja	Vestuario mujeres	26.04 m ²	34.80	51.56 m ³	
Planta baja	Camara 1	187.80 m ²	57.05	373.74 m ³	
Planta baja	Camara 2	180.73 m ²	55.96	359.66 m ³	
Planta baja	Zona envasado y manipulado	422.21 m ²	82.10	840.20 m ³	
Planta baja	Salida de producto y zona ven	324.76 m ²	82.49	646.27 m ³	
Planta baja	Muelle de carga	190.10 m ²	89.91	229.38 m ³	
Planta baja	Recepcion de producto y zona	275.06 m ²	67.68	547.38 m ³	
Planta baja: 18		1883.67 m ²	754.26	3735.54 m ³	
Primera planta módulo	Laboratorio control y calidad	41.18 m ²	25.83	90.64 m ³	
Primera planta módulo	Baño mujeres	8.30 m ²	15.47	19.50 m ³	
Primera planta módulo	Baño hombres	8.56 m ²	15.67	20.11 m ³	
Primera planta módulo	Laboratorio investigacion	42.34 m ²	26.04	99.67 m ³	
Primera planta módulo	Cafeteria	22.98 m ²	19.54	53.99 m ³	
Primera planta módulo: 5		123.36 m ²	102.55	283.92 m ³	
Cornisa Modulo	Terraza	185.21 m ²	70.12	339.17 m ³	
Cornisa Modulo: 1		185.21 m ²	70.12	339.17 m ³	
Total general: 24		2192.24 m ²	926.93	4358.63 m ³	

Como ejemplo se creó una tabla de planificación que fue útil para comprobar que todos los muros se encontraban colocados en los niveles correctos y con el desfase correcto (**Tabla 3**).

Tabla 3: Tabla de planificación de muros

<Tabla de planificación de muros>					
A	B	C	D	E	F
Material estructural	Desfase de base	Desfase superior	Longitud	Restricción de bas	Restricción superior
	0.00	0.30	20.25	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	1.20	0.30	50.51	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	18.36	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	30.27	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	18.29	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	9.12	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	9.15	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	7.23	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	7.16	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	0.33	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	17.55	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	0.30	0.35	Planta baja	Hasta nivel: Cumbrera nave
	0.00	-0.12	6.74	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	5.63	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	5.63	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	3.06	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	6.49	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	3.00	-0.12	2.06	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	3.00	-0.12	2.00	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	10.48	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	3.00	-0.12	2.00	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	3.00	-0.12	2.00	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
	0.00	-0.12	10.49	Planta baja	Hasta nivel: Alero fachada nave
Imprimación epoxi - Danosa - DANOPRIM	0.00	0.00	39.90	Planta baja	No conectada
Imprimación epoxi - Danosa - DANOPRIM	0.00	0.00	4.42	Planta baja	No conectada
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	0.00	8.71	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	-0.07	6.75	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	-0.07	9.10	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	-0.07	6.75	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	-0.07	8.71	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	0.00	8.71	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód
Ladrillo de cerámica hueco doble	0.00	-0.07	6.71	Planta baja	Hasta nivel: Primera planta mód

Por otro lado, con Revit, se pueden obtener tablas de cantidades y recuentos. Se generó una tabla de puertas como ejemplo (Tabla 4).

Tabla 4: Tabla de cantidades de puertas

<Tabla de planificación de puertas>		
A	B	C
Familia y tipo	Marca de tipo	Recuento
Door-Cold_Storage-EFD-ESS-1: 200 x 300 cm	25	4
Doors_Door-sets_Swedoor_JELD-WEN_Exteri	26	1
Puerta abatible 4: 100 x 200 cm	21	5
Puerta atamborada: 0762 x 2032mm	53	24
Puerta atamborada: Puerta baño administracio	56	8
Puerta baño: 82.5 x 203 cm	40	4
Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro c	23	2
Puerta de cristal abatible en muro cortina 1: Pu	37	8
Puerta elevada articulada: 3000 x 3000 mm	13	2
Puerta elevada enrollable: 3000x 3030 mm	14	6
Total general: 64		

7.4. Creación de fases

Otro punto destacado del modelado con Revit es que se pueden establecer un sistema de fases de construcción o de vida de la edificación. Para ello, se indica durante el

modelado a la fase a la que pertenece cada elemento. En este caso, se diferenciaron las fases que se indican en la (Fig. 104).

	Nombre	Descripción
1	EXCAVACIÓN	Modelado de movimiento de tierras y explanación de construcción.
2	CIMENTACIÓN	Modelado de la cimentación de la edificación
3	ESTRUCTURA	Modelado del armazón estructural de la edificación
4	ARQUITECTURA	Modelado de los elementos arquitectónicos

Fig. 104: Fases de construcción.

De esta forma Revit permite al usuario aplicar filtros a las distintas fases y representar la fase deseada en un mismo modelo, permitiendo aplicar cambios sobre el modelo en cada fase.

8. Conclusiones

Con la experiencia recopilada en la realización de este proyecto utilizando la metodología BIM se ha llegado a la conclusión de que la construcción ha dado un gran salto con respecto a los métodos de construcción tradicionales. A través de la realización de un modelo se puede obtener todo tipo de información sobre la construcción de dicho modelo en la realidad, como: Materiales, composición de elementos, propiedades técnicas de elementos, diseños, datos de construcción, etc.

Por otro lado, ya que se puede incluir en el modelo todo lo relacionado con la construcción, desde el inicio de su construcción hasta su posterior derribo pasando por su vida útil, se puede observar cualquier conflicto entre las distintas ramas de la construcción (arquitectura, estructura, electricidad, fontanería, etc.) antes de realizar el proyecto de dicha construcción.

Si nos centramos en la realización del modelo, es admirable como con un simple sistema de referencia de rejillas y niveles se puede realizar el modelo de cualquier construcción teniendo como límite la creatividad libre del usuario. Además, software como Revit, entre otros, mejoran con cada versión facilitando la realización de modelos.

Destaca, la flexibilidad a los cambios que presentan los modelos de forma que modificando un elemento en cualquier vista o tabla de planificación, se modifica automáticamente en todos los planos generados, permitiendo adaptar el modelo a los deseos de un cliente de forma rápida y sencilla sin la necesidad de modificar planos individualmente.

Pensando cara al público, la metodología BIM aumenta la cantidad de información que le llega a los clientes ya que, entre otras, permite obtener imágenes con un alto nivel de detalle aportando realismo a cualquier proyecto.

Se ha observado que la realización de un modelo es la mejor herramienta que puedes tener en la actualidad para preparar un proyecto, ya que la metodología BIM destaca por la cantidad de información que se puede extraer desde el punto de vista de la realización de proyectos de construcción, agilizando el trabajo del proyectista y disminuyendo el margen de error en la realización de proyectos.

II. Anexos

1. Planos

1.1. Situación

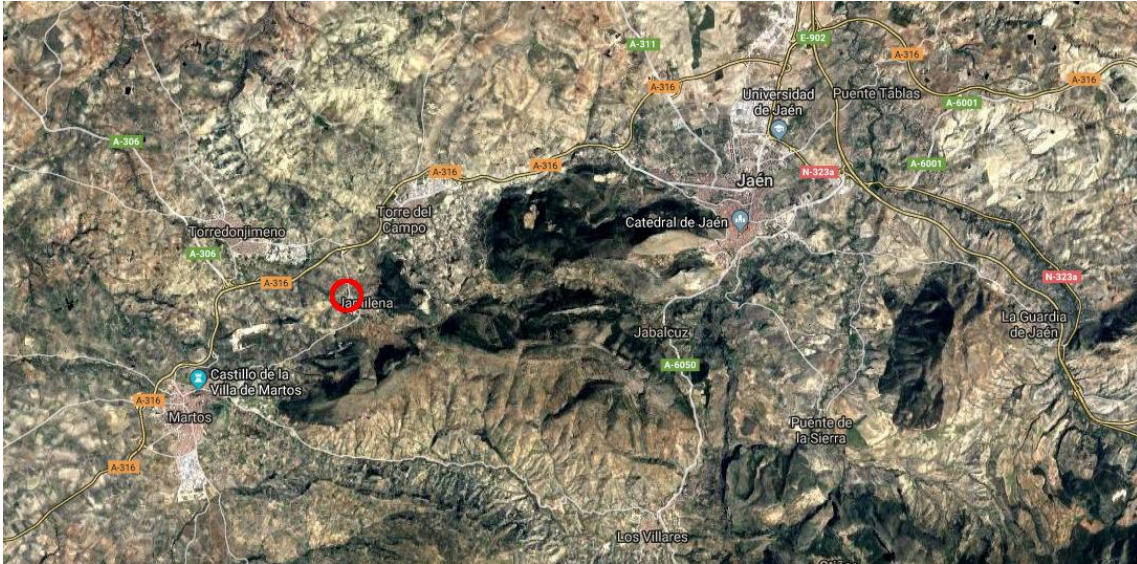


Fig. 105: Plano de situación en provincia de Jaén. Fuente: GoogleMaps

1.2. Emplazamiento



Fig. 106: Localidad de JAMILENA. Fuente: GoogleMaps

1.3. Topografía



Fig. 107: Plano topográfico de la zona de construcción. Fuente: Web Junta de Andalucía

1.4.Planta general

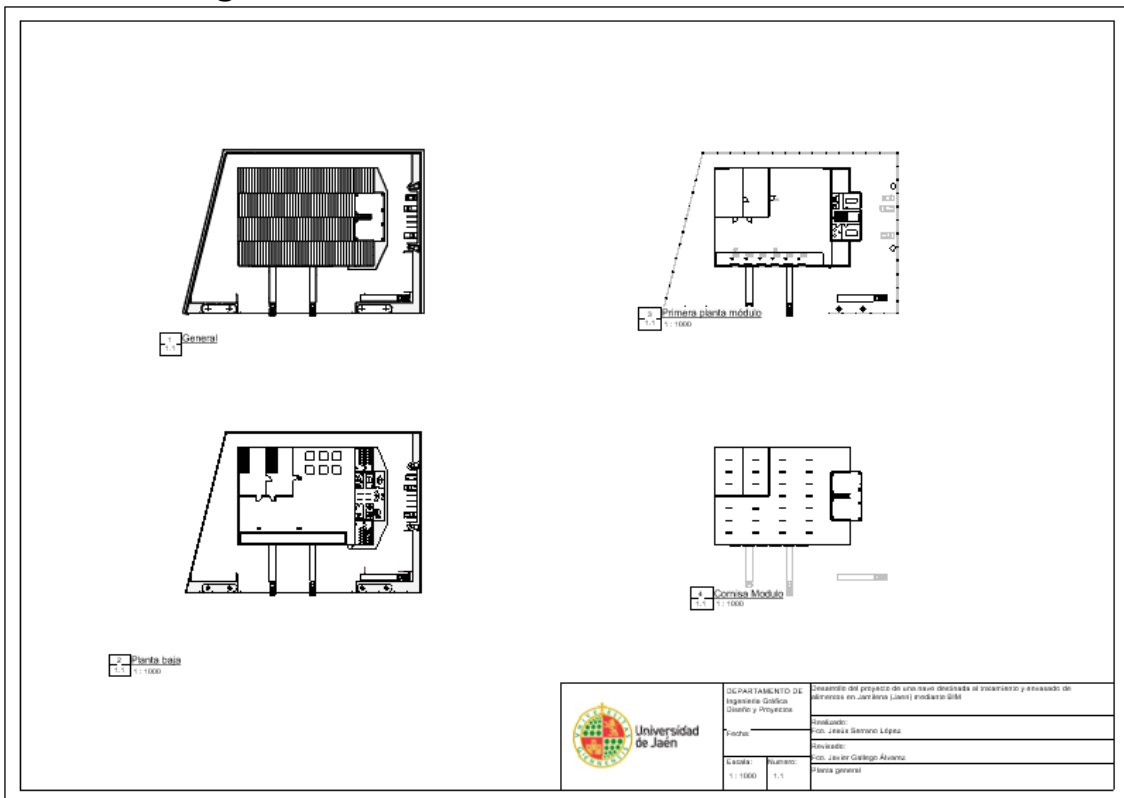


Fig. 108: Plano de Planta general del modelo.

1.5.Planos estructurales

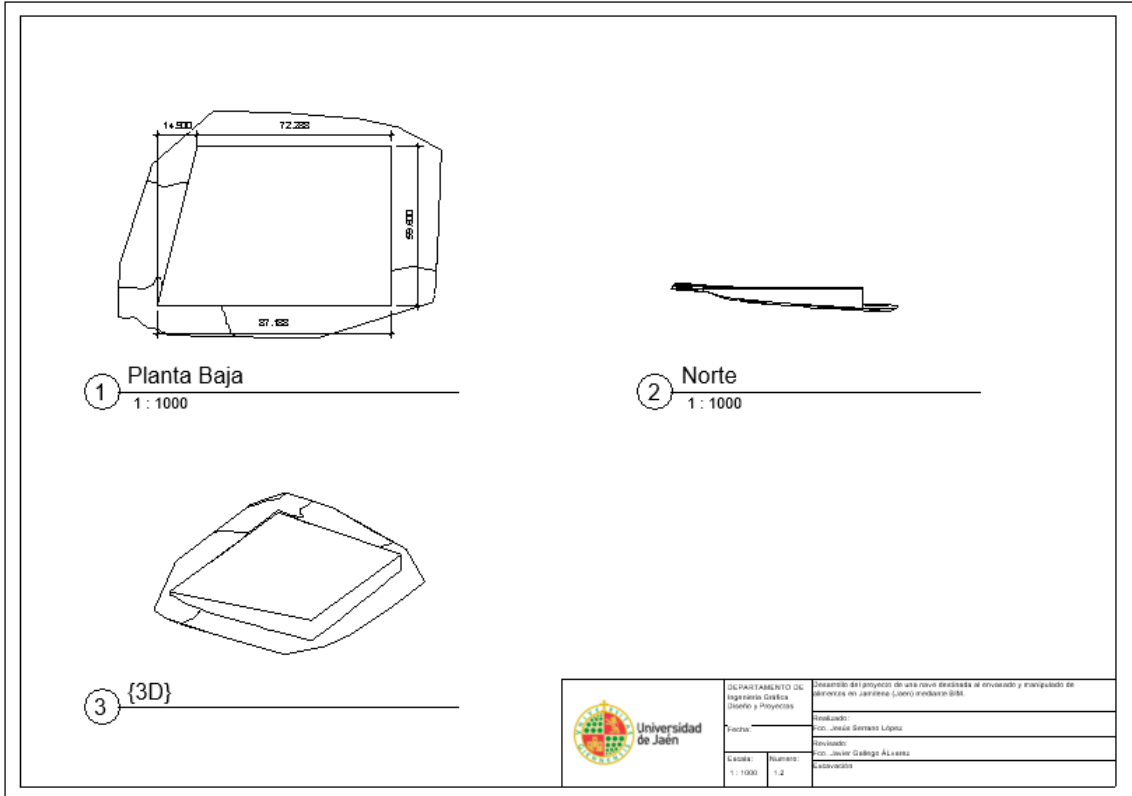


Fig. 109: Plano nº 1.1 – Explicación de la edificación.

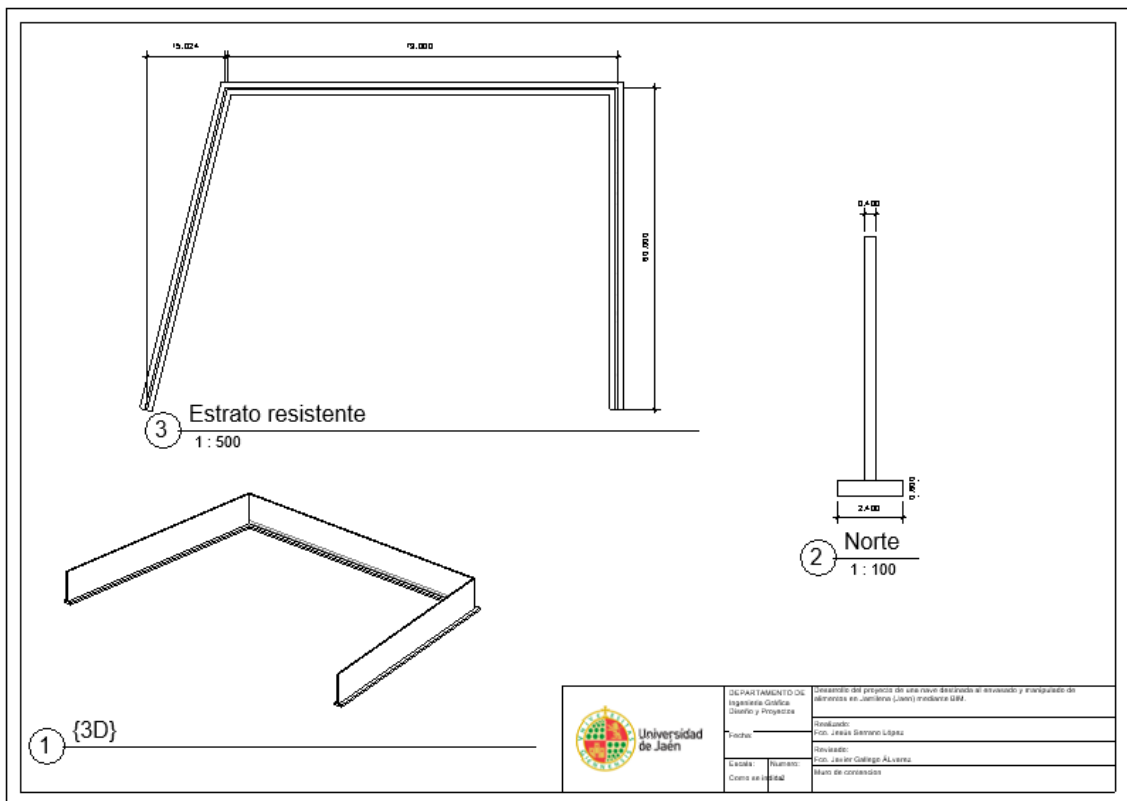


Fig. 110: Plano nº 1.2 – Muro de contención

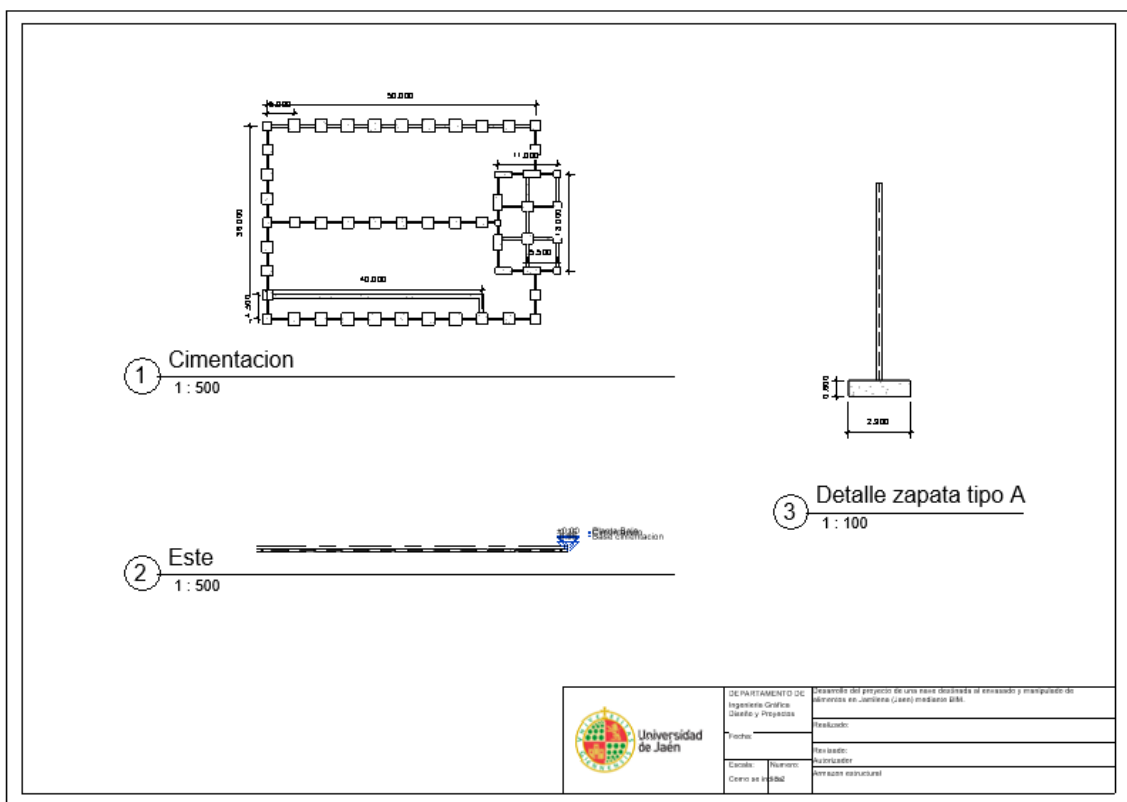


Fig. 111: Plano nº 2.1.Cimentacion

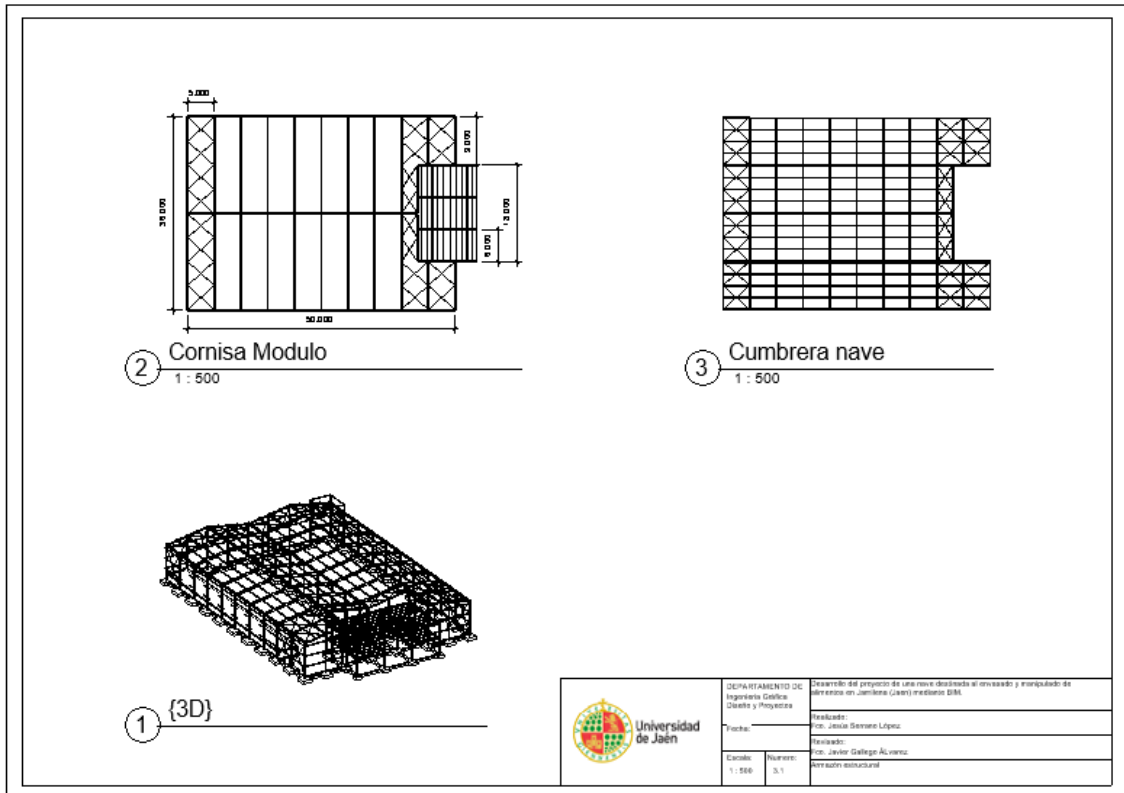


Fig. 112: Plano nº 3.1 – Armazón estructural.

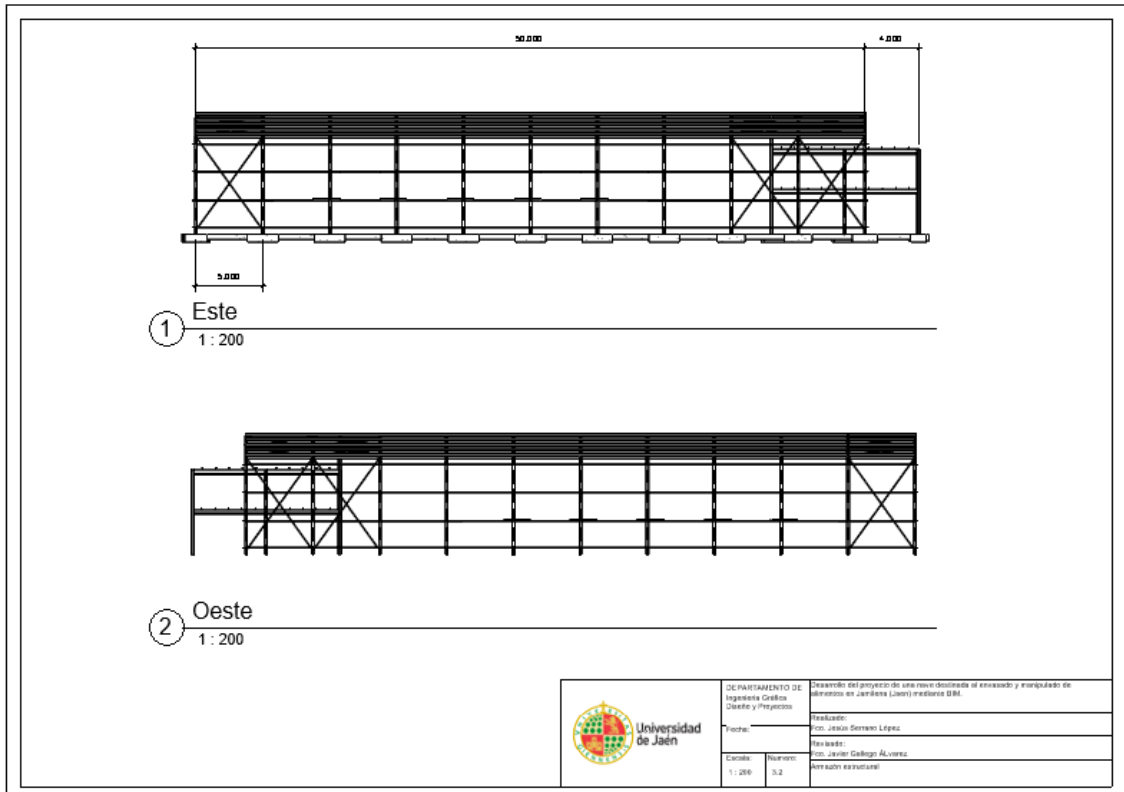


Fig. 113: Plano nº 3.2 - Armazón estructural.

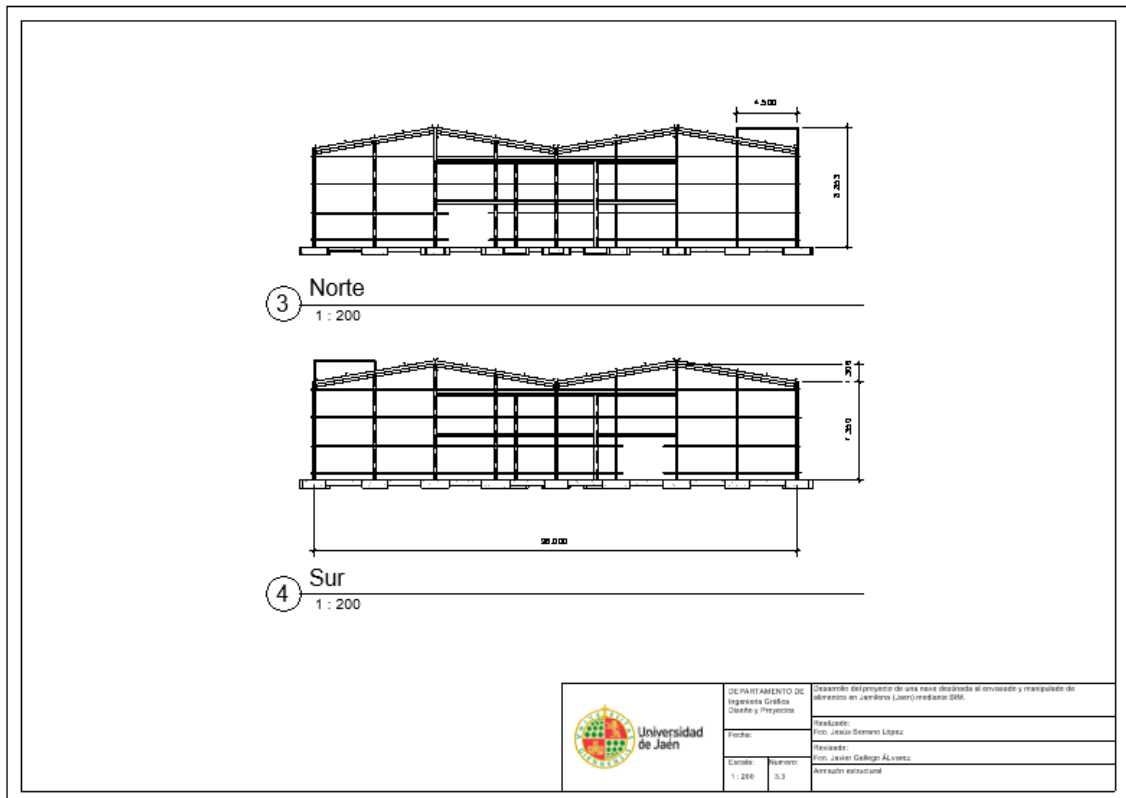


Fig. 114: Plano nº 3.3 - Armazón estructural.

1.6. Planos arquitectónicos

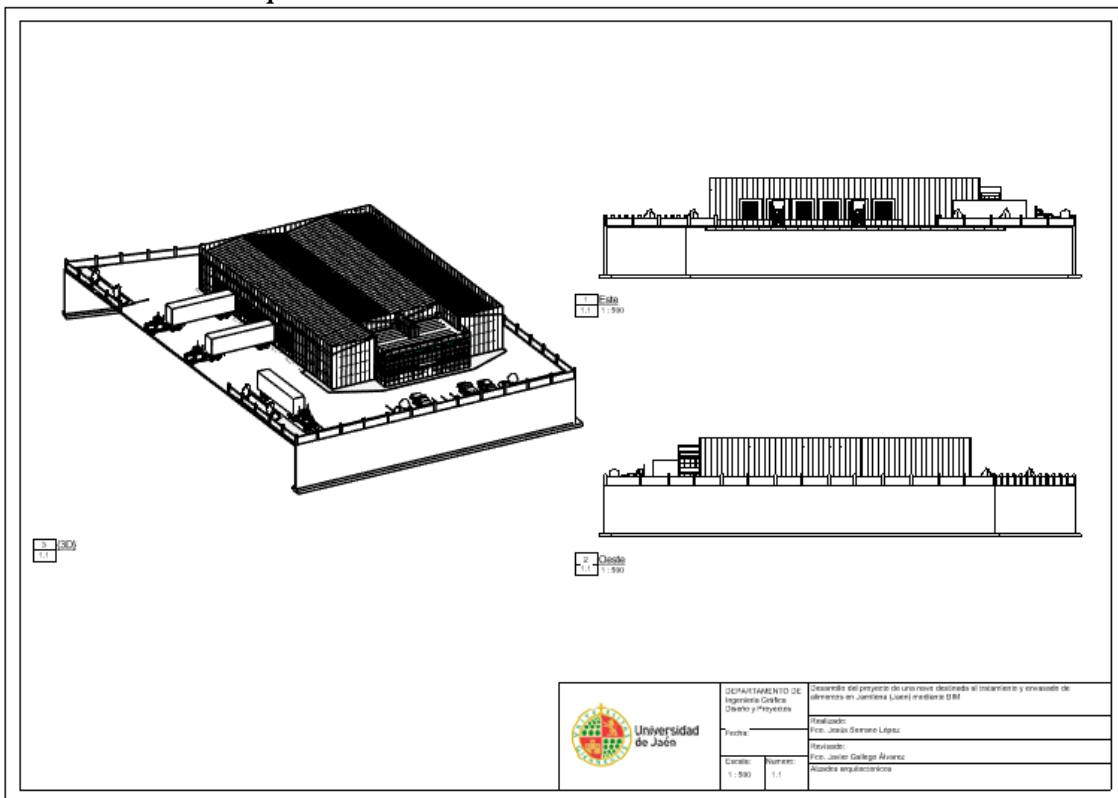


Fig. 115: Plano nº 4.1 - Arquitectura.

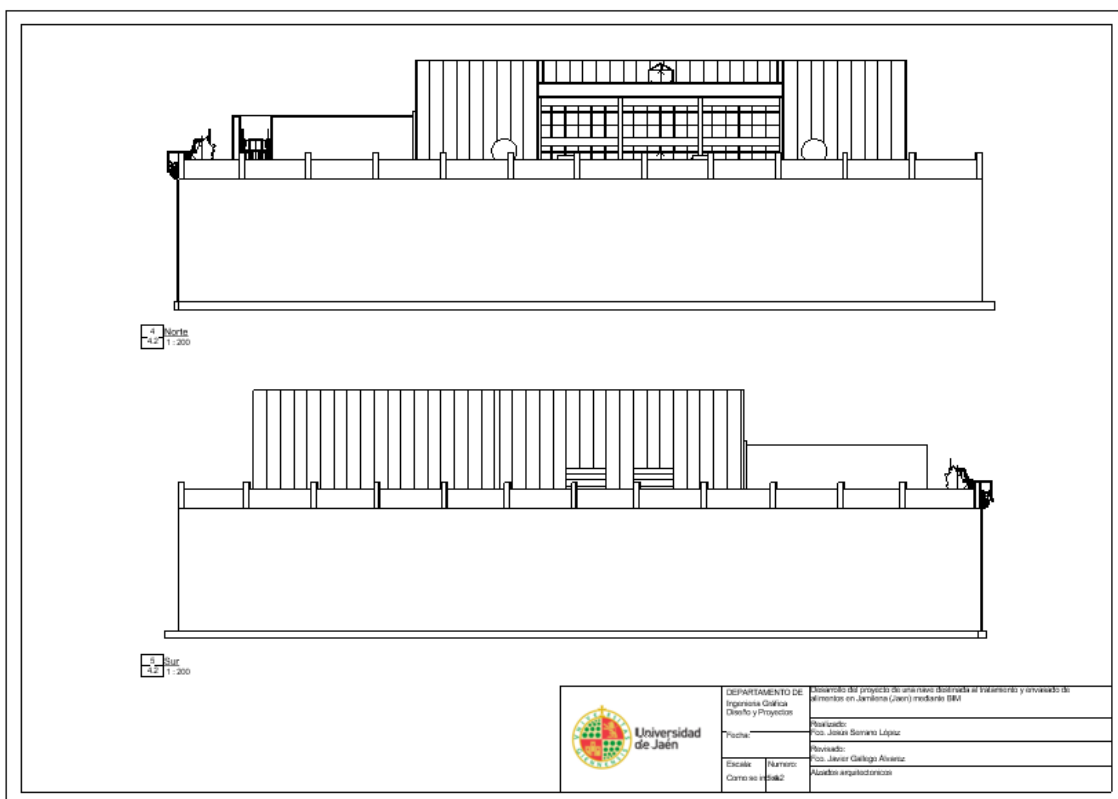


Fig. 116: Plano nº 4.2 – Arquitectura.

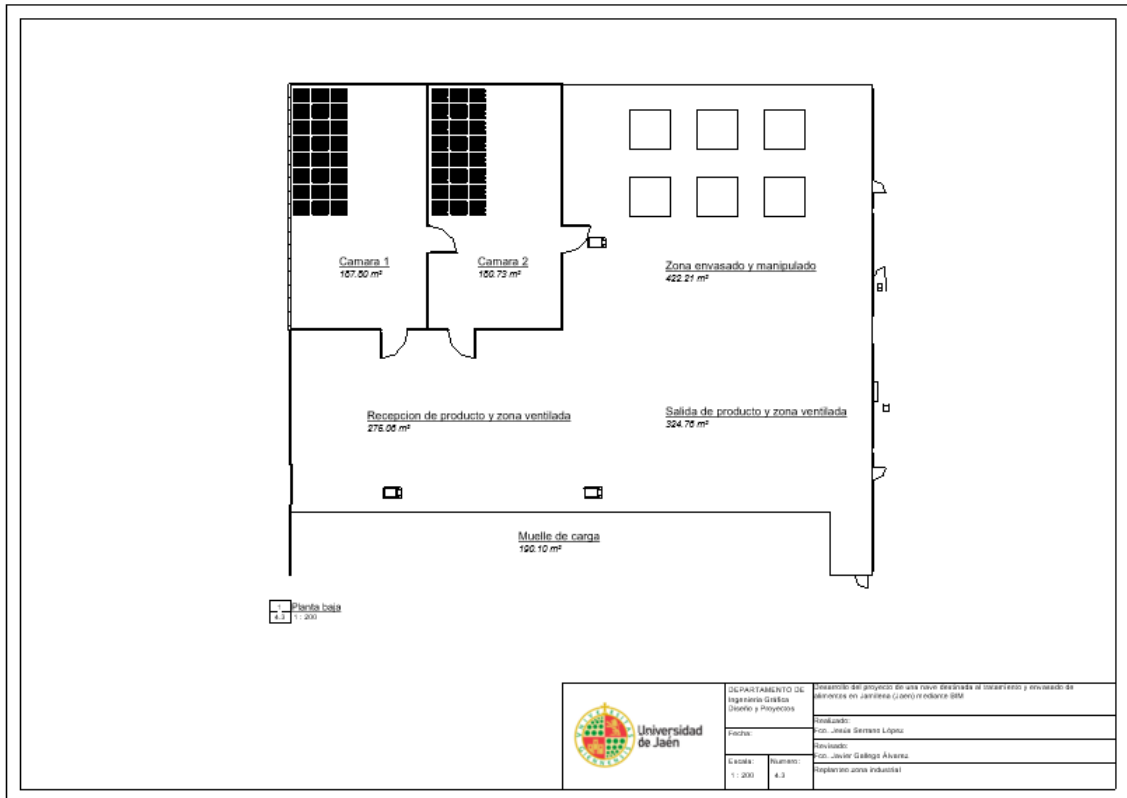


Fig. 117: Plano nº 4.3 – Replanteo zona industrial.

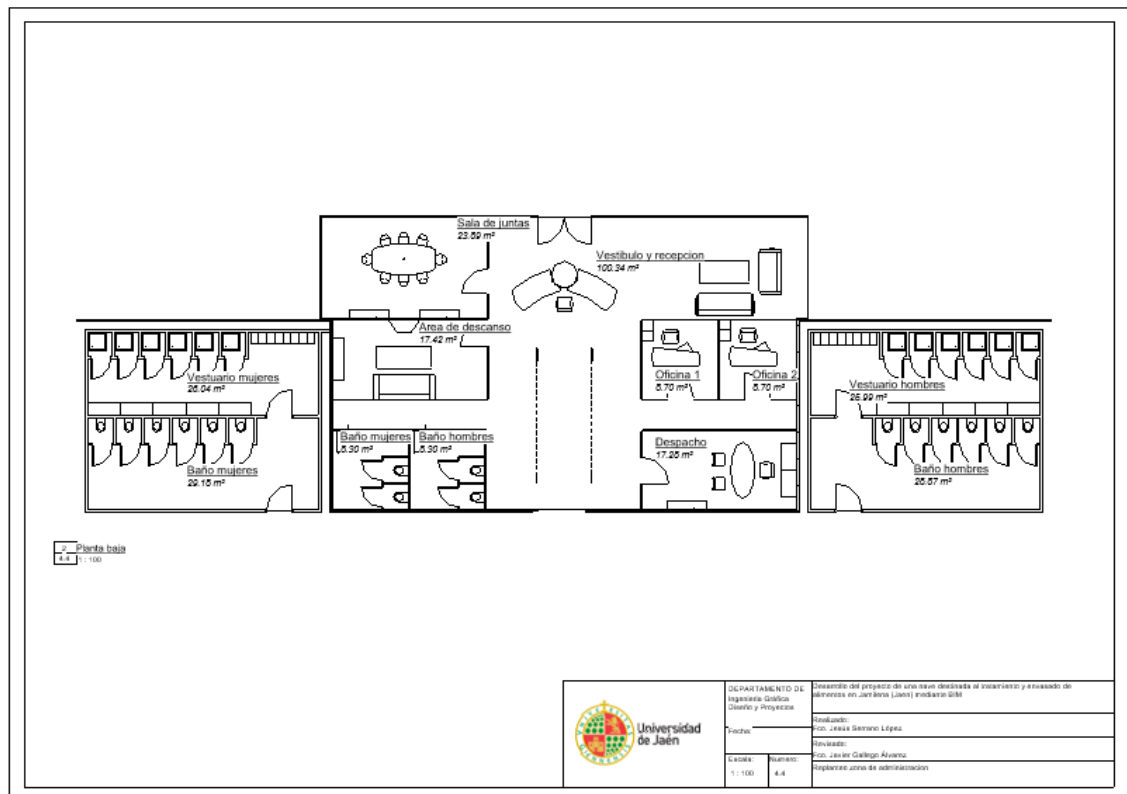


Fig. 118: Plano nº 4.4 – Replanteo zona de administración.

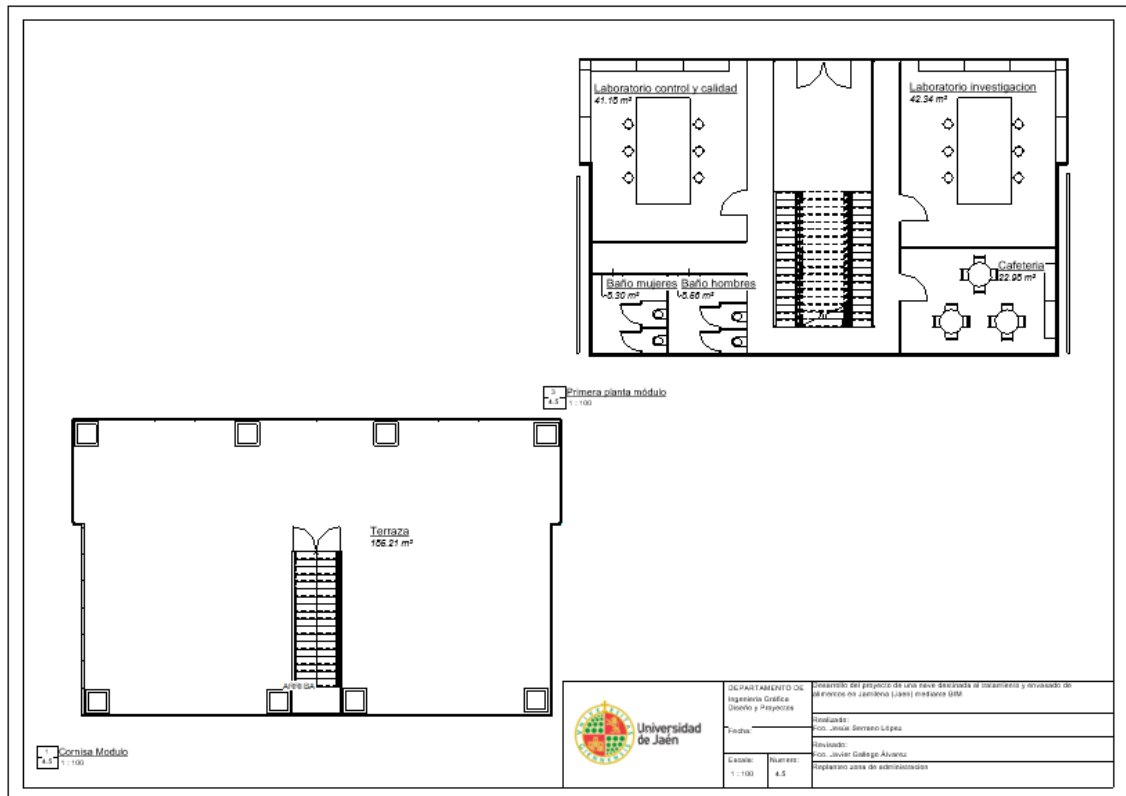


Fig. 119: Plano nº 4.5 – Replanteo zona de administración.

2. Dimensionado con Cype

2.1. Cimentación

2.1.1. Elementos de la cimentación y sus características

- **Zapata tipo A:** Zapata aislada cuadrada de 230x230x60 (HA-25, B 400 S)

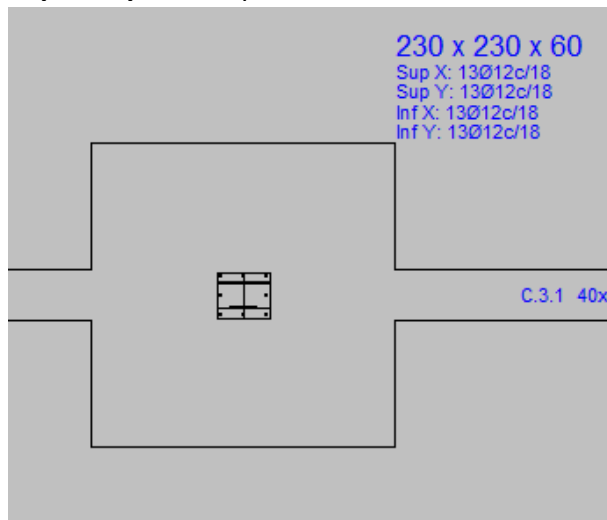


Fig. 120: Zapata tipo A. Fuente: Cype

- **Zapata tipo B:** Zapata aislada cuadrada de 210x210x60 (HA-25, B 400 S)

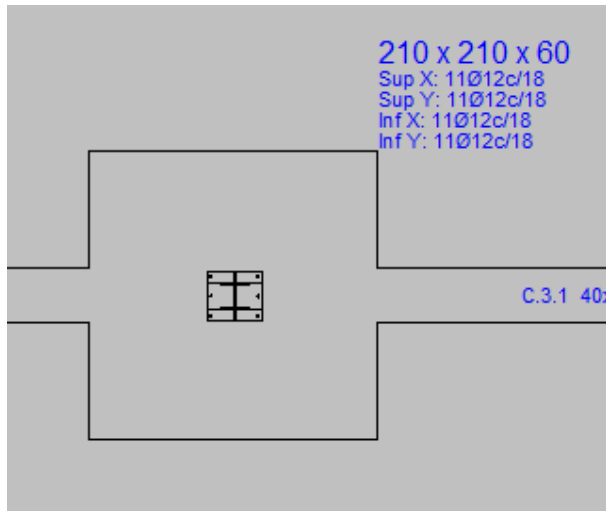


Fig. 121: Zapata tipo B. Fuente: Cype

- **Zapata tipo C:** Zapata aislada cuadrada de 190x190x60 (HA-25, B 400 S)

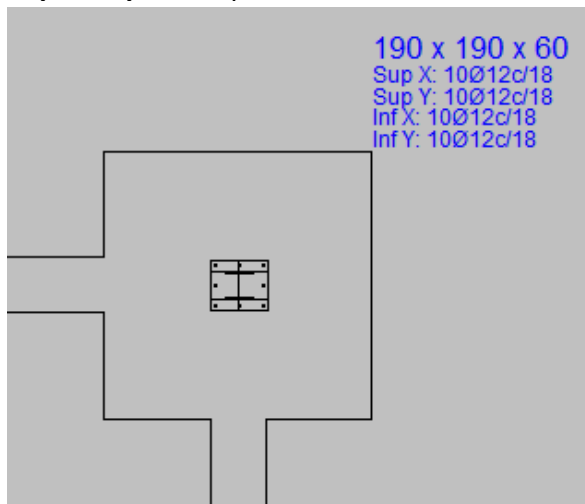


Fig. 122: Zapata tipo C. Fuente: Cype

- **Zapata tipo D:** Zapata aislada cuadrada de 170x170x60 (HA-25, B 400 S)

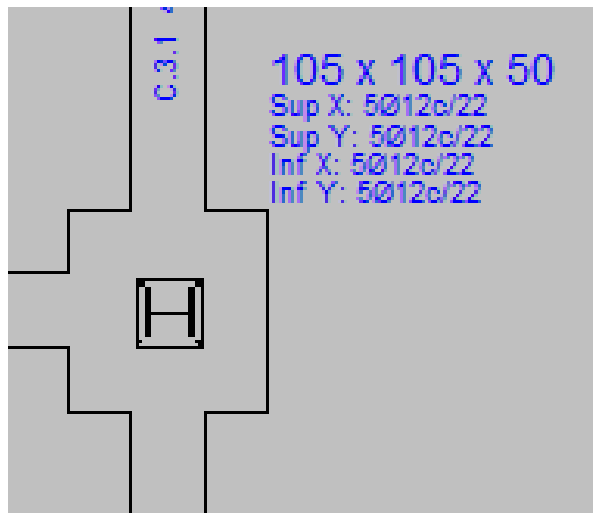


Fig. 126: Zapata tipo G. Fuente: Cype

- **Zapata especial tipo A:** Zapata aislada rectangular de 150x300x60 (HA-25, B 400 S)

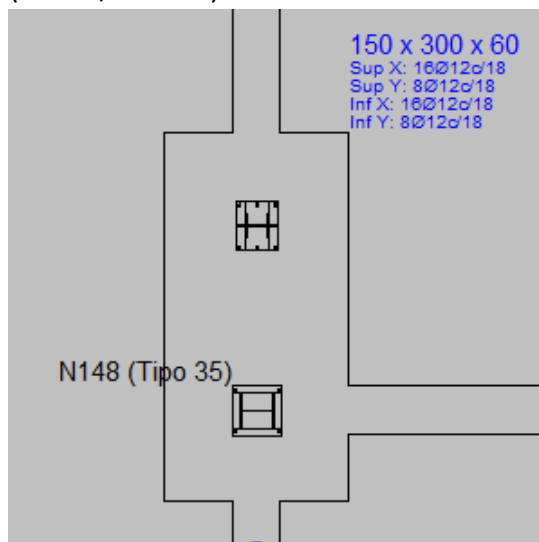


Fig. 127: Zapata especial tipo A. Fuente: Cype

- **Zapata especial tipo B:** Zapata aislada rectangular de 310x110x60 (HA-25, B 400 S)

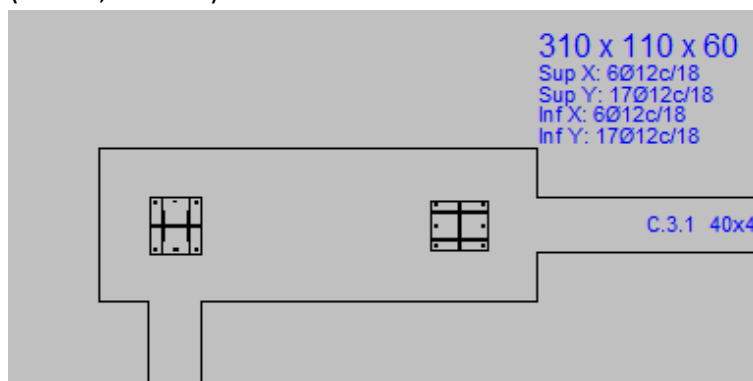


Fig. 128: Zapata especial tipo B. Fuente: Cype

- **Zapata especial tipo C:** Zapata aislada rectangular de 300x145x60

(HA-25, B 400 S)

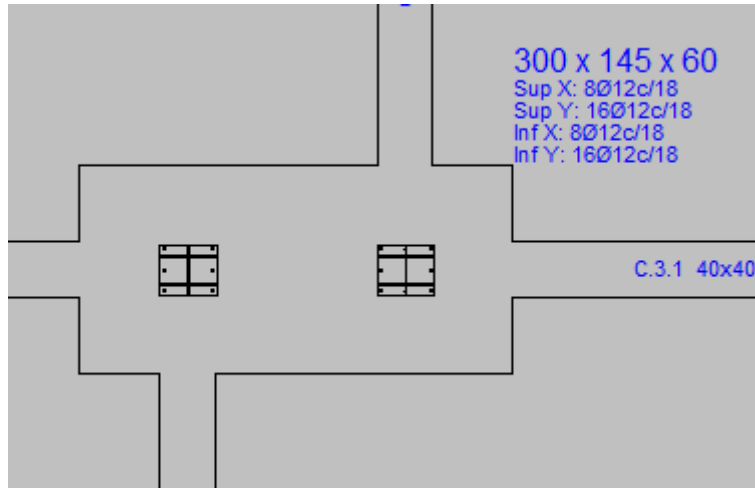


Fig. 129: Zapata especial tipo C. Fuente: Cype

- **Viga de atado:** Viga con perfil cuadrado de 40x40 (HA-25, B 400 S)

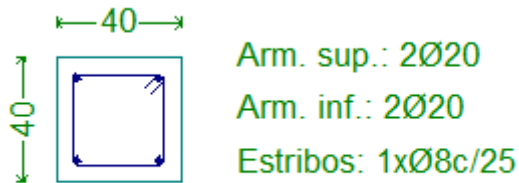


Fig. 130: Viga de atado. Fuente: Cype

2.1.2. Disposición de los elementos de la cimentación

En este apartado se puede ver los lugares donde se sitúan cada tipo de zapata, y situación de las vigas de atado en la cimentación.

Se muestra la zona ESTE de la edificación, teniendo en cuenta que la nave es simétrica longitudinalmente, desde el punto de vista estructural, por lo que la zona OESTE será tal cual.

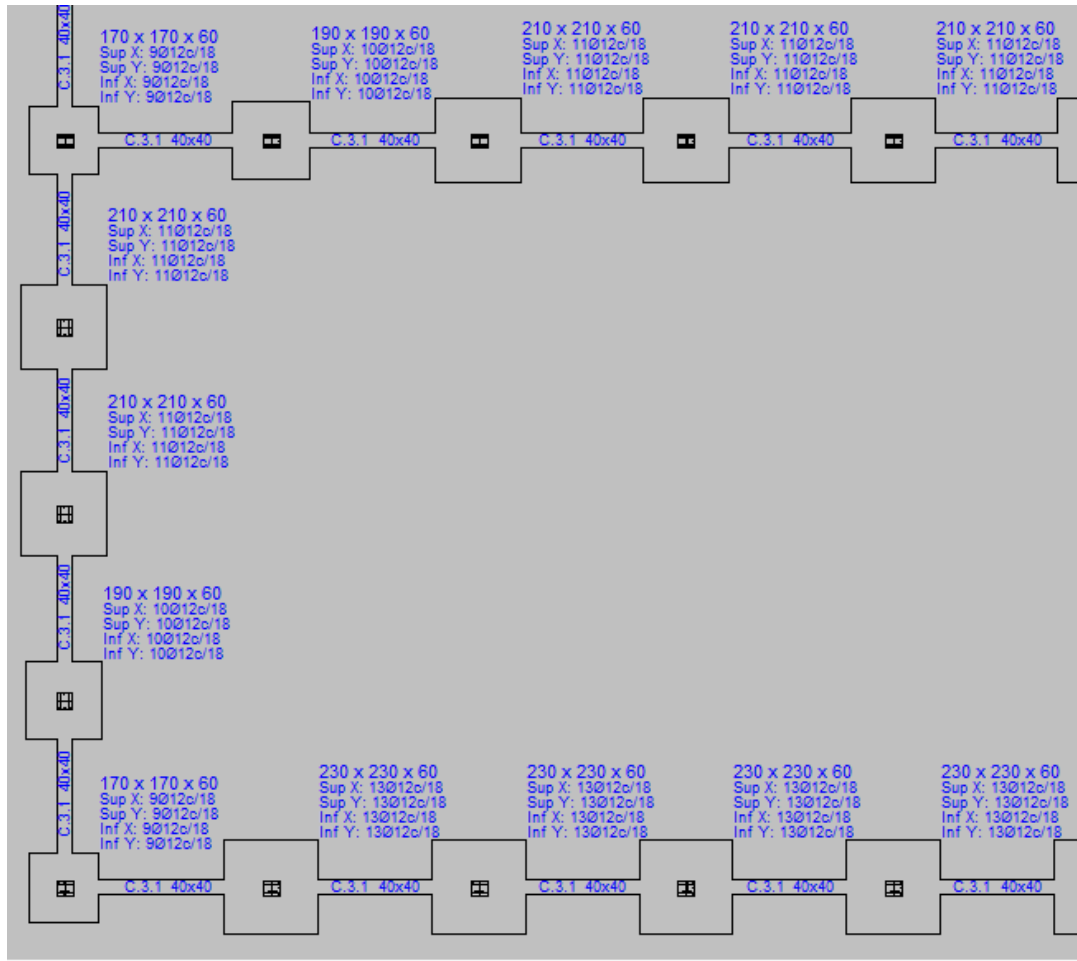


Fig. 131: Cimentación correspondiente a la zona SURESTE de la edificación. Fuente: Cype

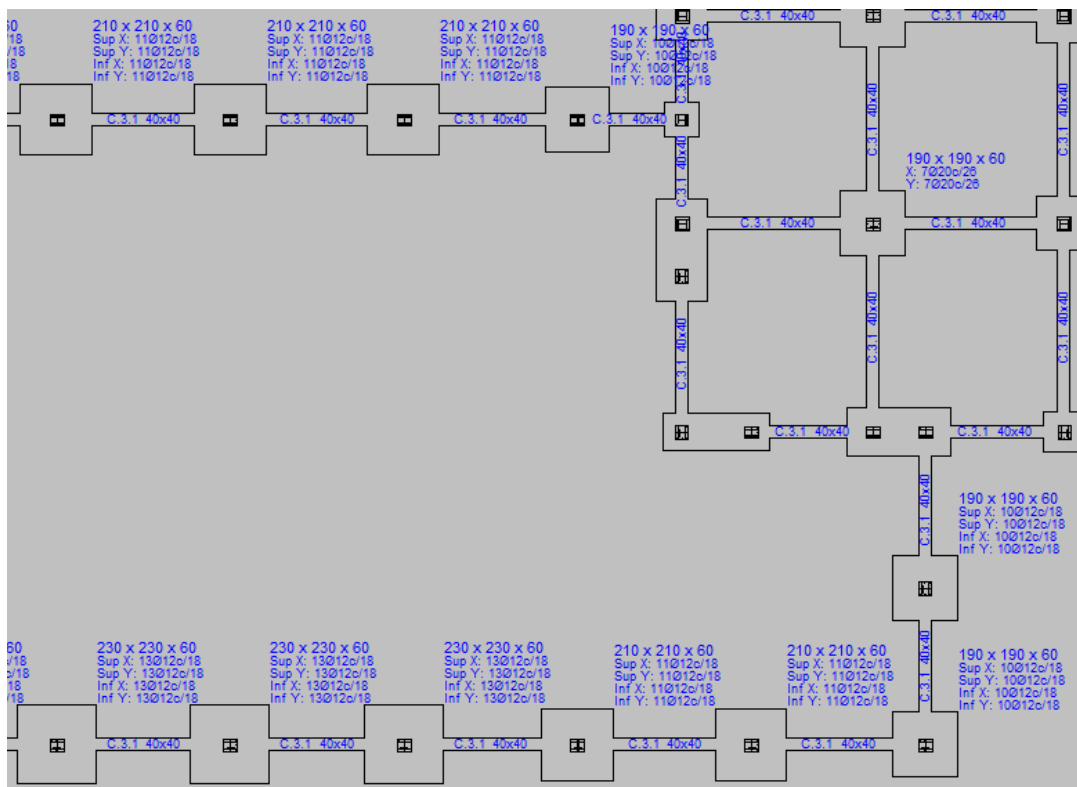


Fig. 132: Cimentación correspondiente a la zona NORESTE de la edificación. Fuente: Cype

Se muestra la cimentación correspondiente al módulo empotrado en la nave.

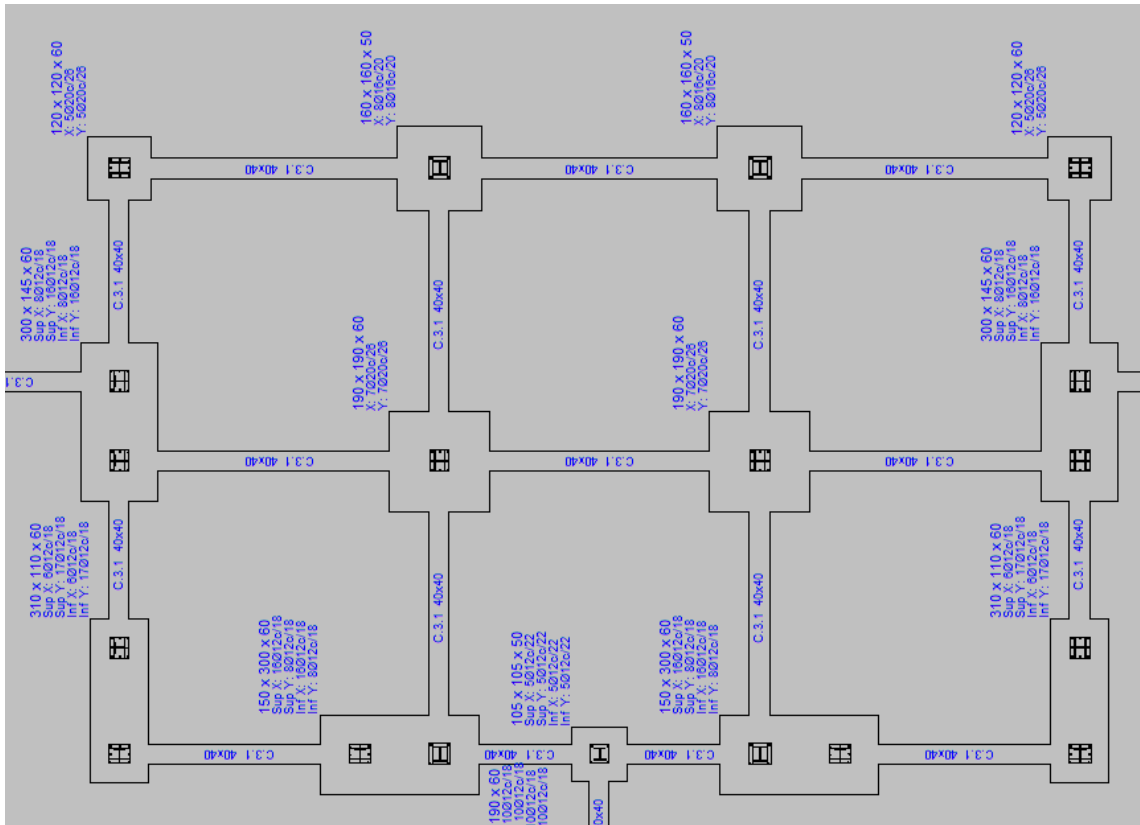


Fig. 133: Cimentación correspondiente al módulo. Fuente: Cype

De esta forma queda completa la información necesaria referida a la cimentación para llevar a cabo su modelado.

2.2. Estructura

En este apartado se exponen los resultados que se obtuvieron en análisis de cargas realizado con Cype para la estructura, y por otro lado las características de los perfiles utilizados en el modelado de la estructura.

2.2.1. Dimensionado de la estructura

Para el **pórtico de la cara Sur de la nave**, se obtuvieron los siguientes resultados.

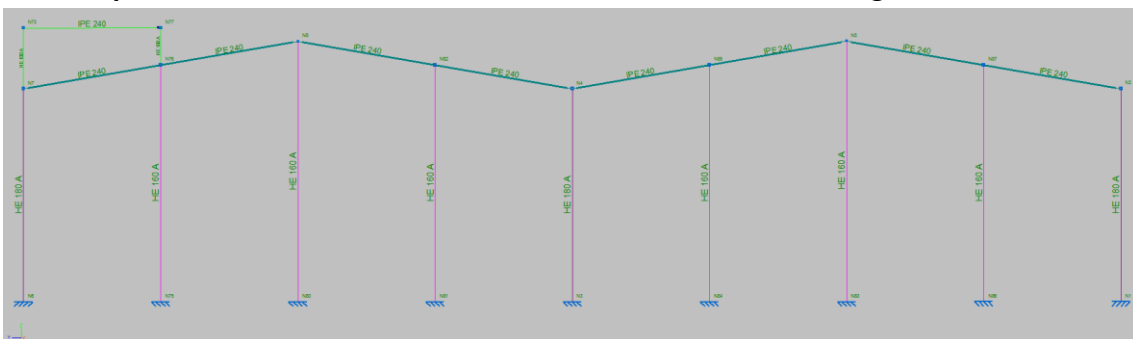


Fig. 134: Dimensionado pórtico cara Sur de la nave. Fuente: Cype

En la **Fig. 134**, se observa, para el pórtico extremo de la nave, pilares de carga con perfil **HEA 180** y pilares de fachada o hastial con perfil **HEA 160**. Las jácenas del pórtico con perfil **IPE 240**.

El apoyo de los condensadores de la unidad refrigeradora se ve más adelante por separado.

Hay que tener en cuenta que el **alma del perfil de los pilares este contenida en el plano ortogonal al plano del pórtico** para mayor eficacia frente a las solicitaciones horizontales originadas por acciones del viento. **En el caso de las jácenas han de cumplir con solicitaciones verticales a flexión por lo que el alma estará contenida en el plano del pórtico.**

Para los **pórticos interiores de la nave** se obtuvieron los siguientes resultados de dimensionado.

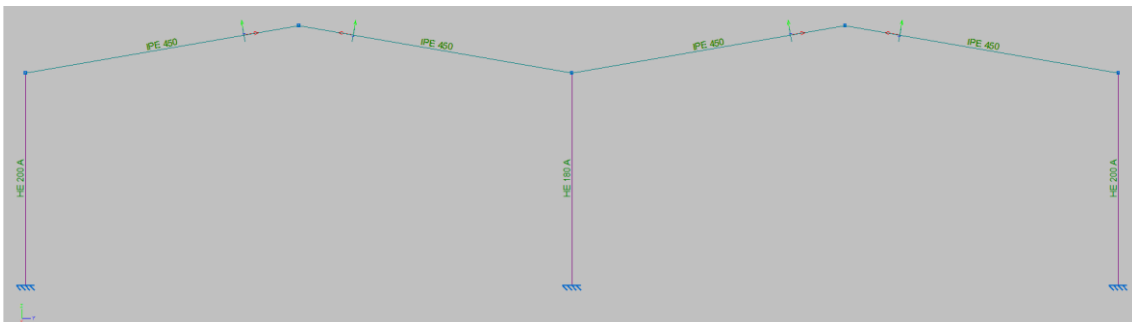


Fig. 135: Dimensionado pórtico interior nave. Fuente: Cype

Se muestra el dimensionado de los **semipórticos laterales interiores de la nave**:



Fig. 136: Dimensionado semipórticos laterales interiores. Fuente: Cype

En la **Fig. 136**, se ve que el dimensionado de estos semipórticos es igual que el anterior solo que en este caso no tenemos pilares de fachada o hastiales. Por lo que el resultado para los pilares fue perfil **HEA 160** y para las jácenas perfil **IPE 240**.

En la **Fig. 135**, se ve que para el caso de los pórticos interiores de la nave, los pilares de carga extremos adoptaron perfil **HEA 200** y para el pilar intermedio perfil **HEA 180**. Para las jácenas se obtuvo perfil **IPE 450**.

Para los **semipórticos extremos de la cara Norte de la nave**, se obtuvo el siguiente dimensionado.



Fig. 137: Dimensionado semipórticos cara Norte de la nave. Fuente: Cype

En este caso se obtuvieron los resultados que se ven en la **Fig. 137**, para pilares de carga y hastiales perfil **HEA 160** y para las jácenas perfil **IPE 240**.

Se muestra el dimensionado de los **semipórticos interiores de la nave**.



Fig. 138: Dimensionado semipórticos laterales interiores. Fuente: Cype

En la **Fig. 138**, se ve que el dimensionado de estos semipórticos es igual que el anterior solo que en este caso no tenemos pilares de fachada o hastiales. Por lo que el resultado para los pilares fue perfil **HEA 160** y para las jácenas perfil **IPE 240**.

Se muestra el dimensionado del **semipórtico central de la cara Norte**:

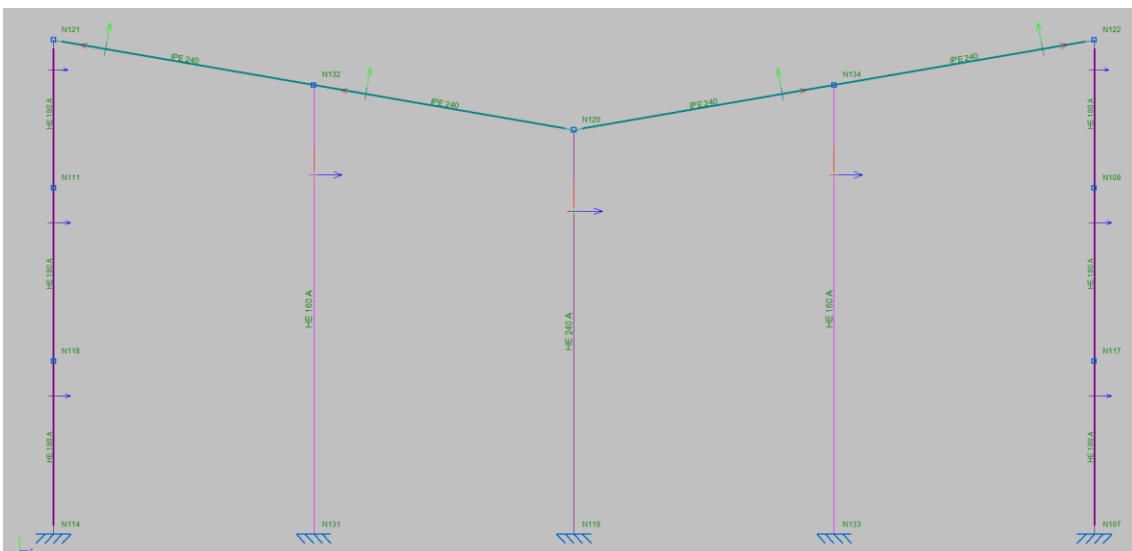


Fig. 139: Dimensionado semipórtico central cara Norte de la nave. Fuente: Cype

Como se ve en la **Fig. 139**, para los pilares de carga extremos, se dimensionó perfil **HEA 180** y para el central perfil **HEA 240**, y para los pilares de fachada perfil **HEA 160**. Para las jácenas perfil **IPE 240**.

En el caso de las **vigas de atado de la nave**, se dimensionaron perfiles **IPE 180** para todos los elementos. Se puede ver en la **Fig. 140**, a continuación.



Fig. 140: Dimensionado de las vigas de atado de la nave. Fuente: Cype

Se muestra el dimensionado de las **barras riostras o cruces de San Andrés**.

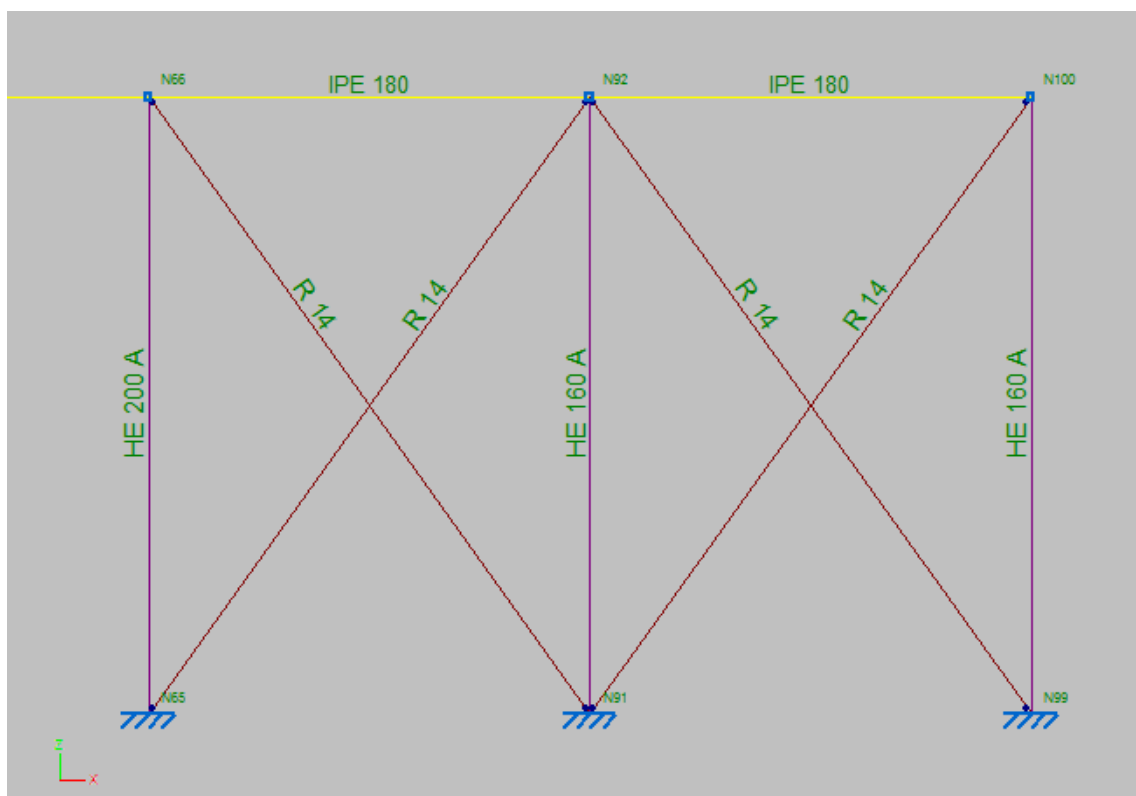


Fig. 141: Dimensionado de las cruces de San Andrés. Fuente: Cype

Como se ve en la **Fig. 141**, las cruces de San Andrés estarán dispuestas en barra redonda de acero a tracción con perfil **R14** o cable de acero **Ø14**.

Por ultimo por parte de la nave, se muestra el dimensionado del **apoyo de condensadores** de la unidad frigorífica.

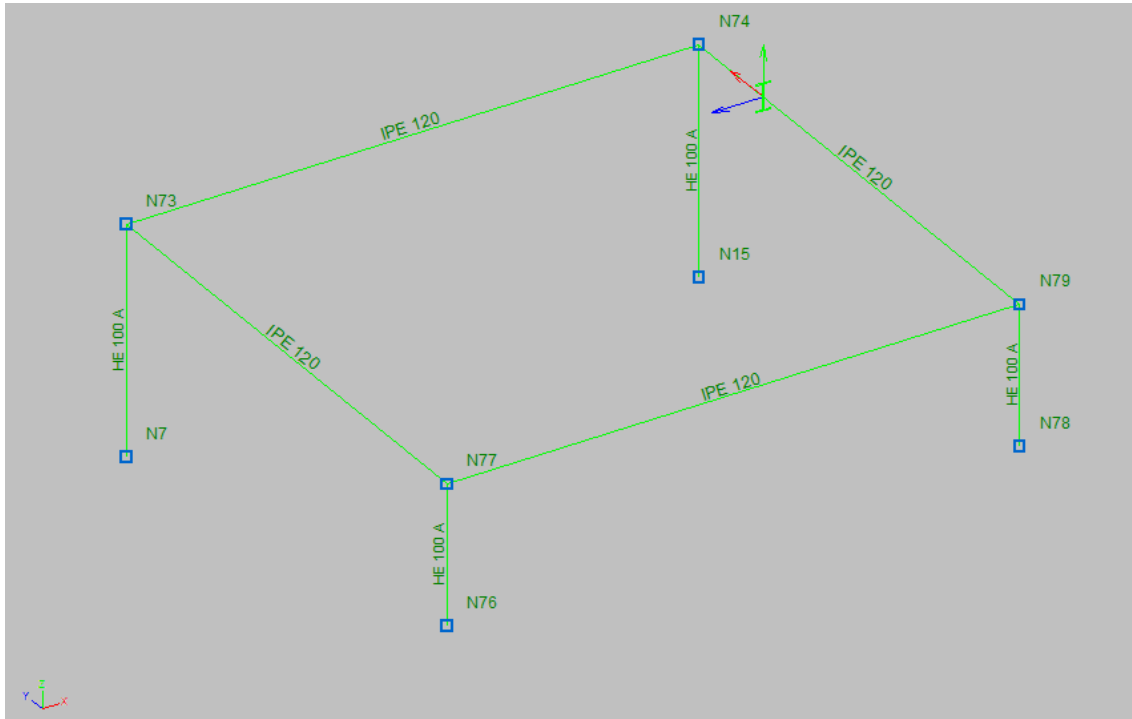


Fig. 142: Dimensionado del apoyo de los condensadores. Fuente: Cype

En la **Fig. 142**, se ve que el sistema de apoyo de los condensadores consta de cuatro elementos de apoyo, con perfiles **HEA 100**, anclados a la cubierta de la nave; dos jácenas con perfil **IPE 120**, que será donde irán apoyados los condensadores; y dos elementos de atado también con perfil **IPE 120**.

Una vez dimensionados los elementos de la nave, se procedió al **dimensionado del módulo estructural** empotrado en la nave. En **Fig. 143**, se puede ver como es la estructura de este.

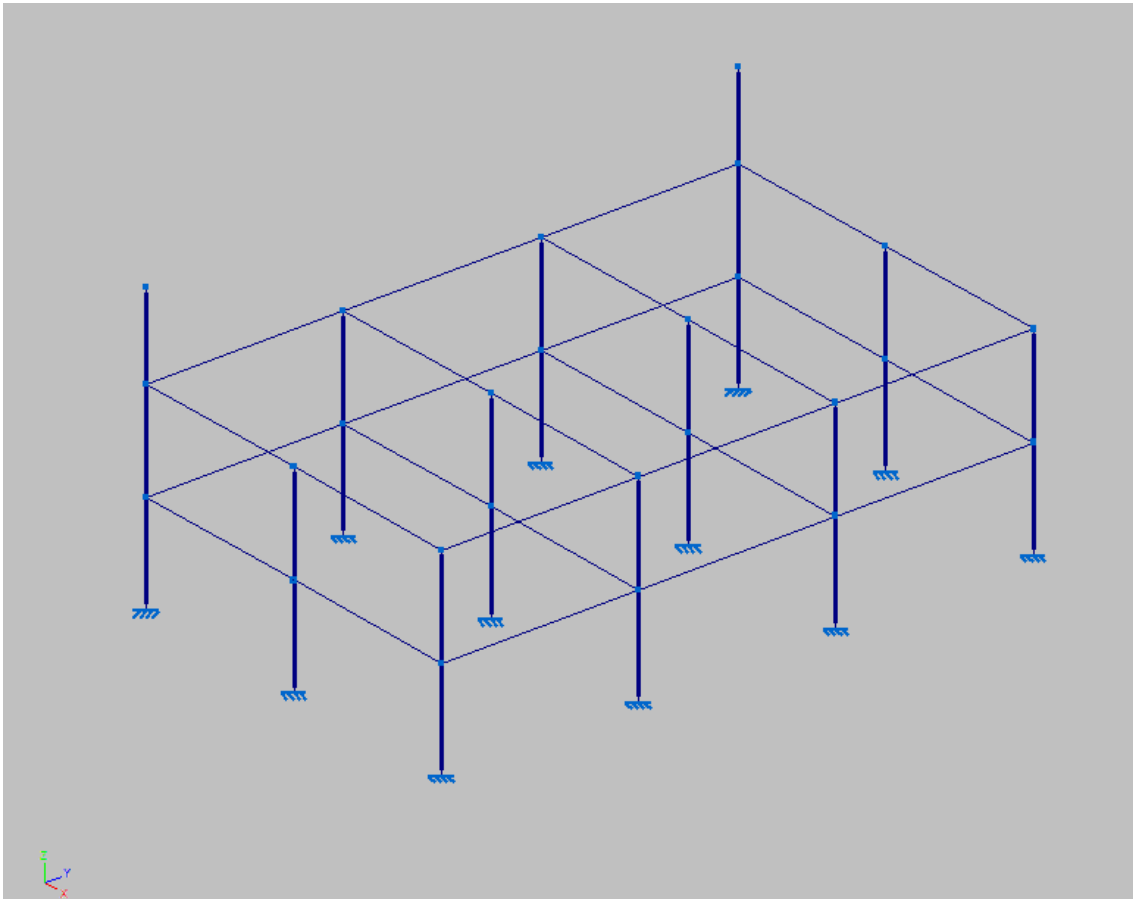


Fig. 143: Vista 3D de la estructura del módulo. Fuente: Cype

En la **Fig. 143**, se ve que el reparto de cargas sobre la estructura del módulo es en dirección ortogonal a la dirección de reparto de cargas en la nave. Se dispuso así por el motivo de que se obtuvo un dimensionado más óptimo.

La estructura del módulo consta de cuatro elementos de carga o pórticos, y sus correspondientes vigas de atado, como se puede ver en la **Fig. 143**.

Se muestra el dimensionado de los **pórticos extremos**.

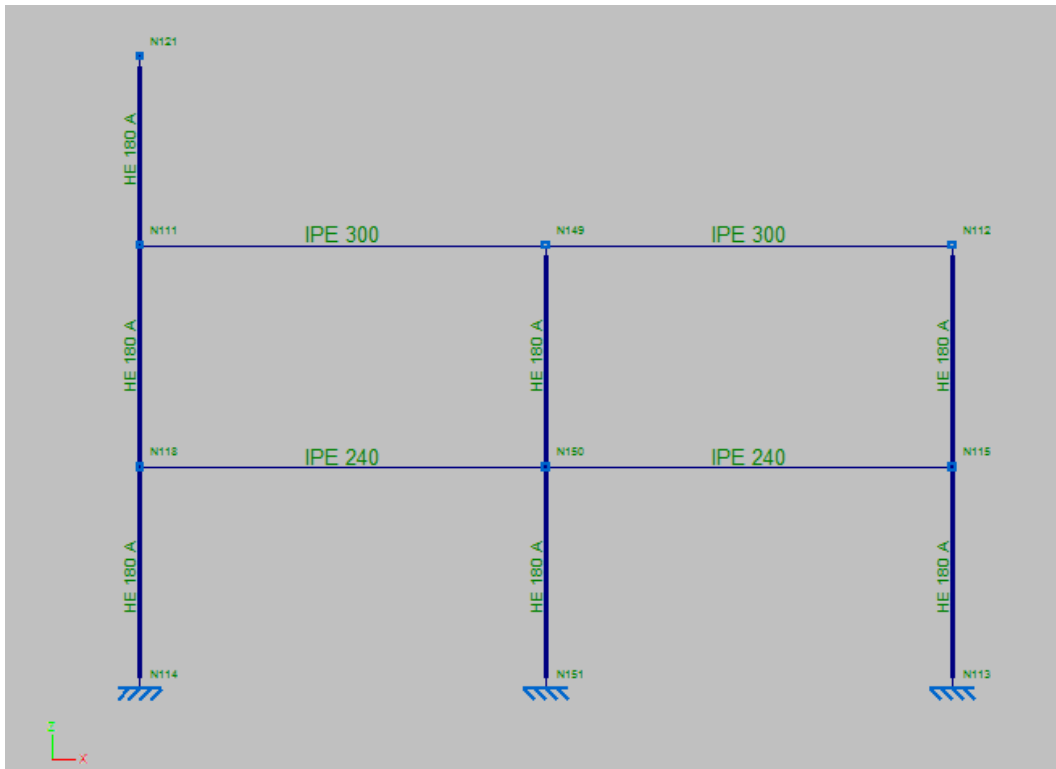


Fig. 144: Dimensionado de los pórticos extremos del módulo. Fuente: Cype

En la **Fig. 144**, se puede ver que en el caso de los pilares de carga se dimensionaron perfiles **HEA 180**. Para las jácenas del forjado inferior se dimensionaron perfiles **IPE 240**, y para las jácenas del forjado superior perfil **IPE 300**.

Se muestra el dimensionado de los **pórticos internos** del módulo.

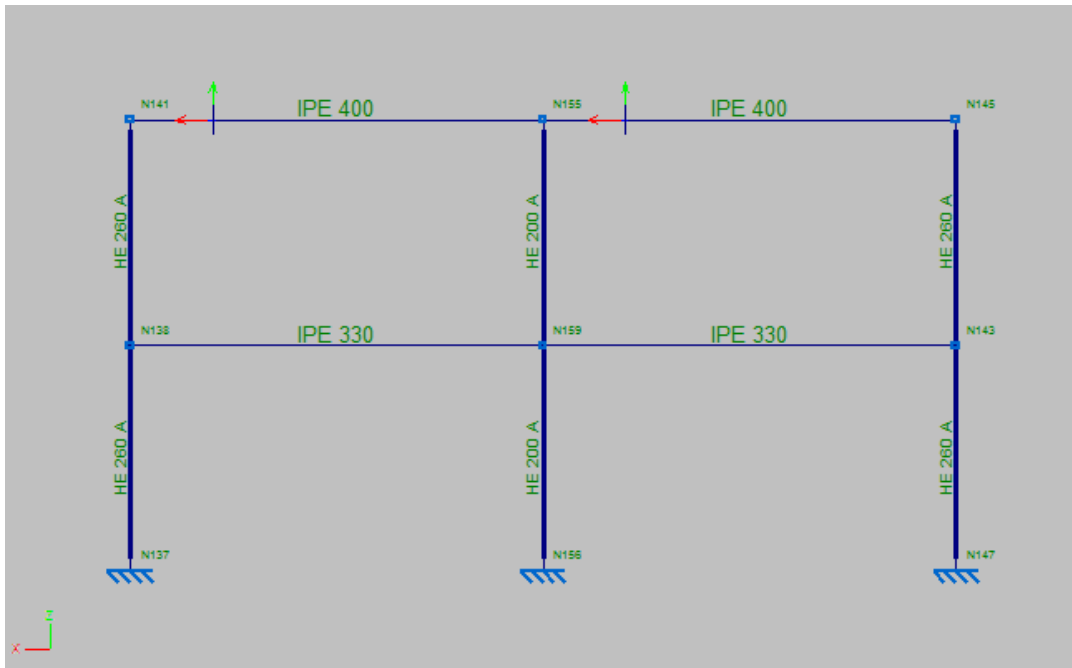


Fig. 145: Dimensionados de los pórticos internos del módulo. Fuente: Cype

Como se ve en la **Fig. 145**, en el caso de los pórticos internos, para los pilares de carga se dimensionaron perfiles **HEA 260**. Para las jácenas del forjado inferior se dimensionaron perfiles **IPE 330**, y para las jácenas del forjado superior perfiles **IPE 400**.

Por último, para las **vigas de atado del módulo** se dimensionaron perfiles **IPE 160** como se ve en la **Fig. 146**.

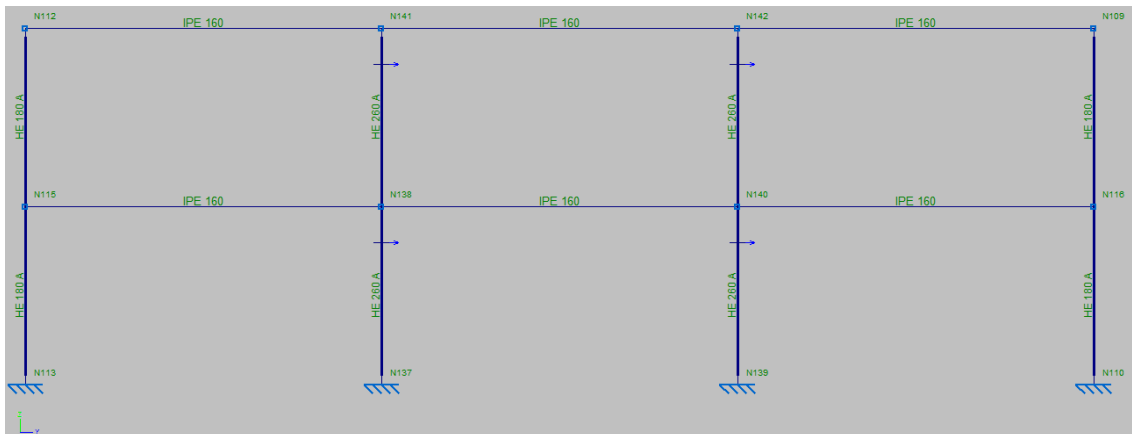


Fig. 146: Dimensionado de las vigas de atado del módulo. Fuente: Cype

Con esto queda concluida la parte del dimensionado de la estructura de la edificación.

2.2.2. Características de los perfiles dimensionados.

- **Perfil HEA 180:** Perfil de acero laminado S275.

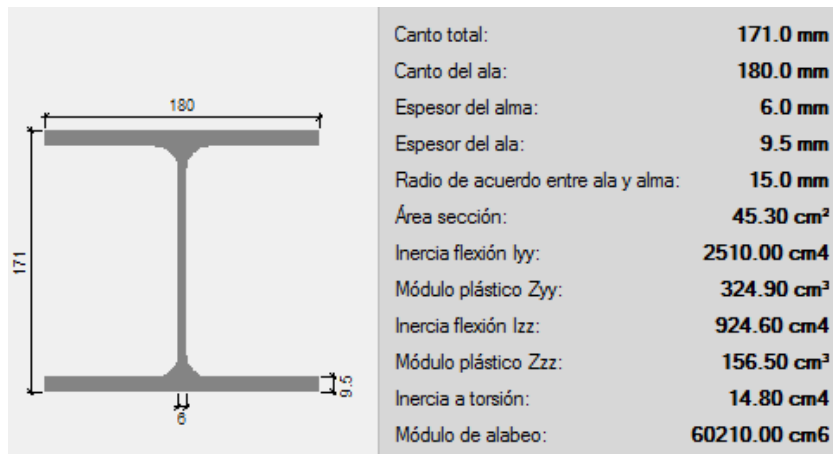


Fig. 147: Fuente: Revit

- **Perfil HEA 160:** Perfil de acero laminado S275.

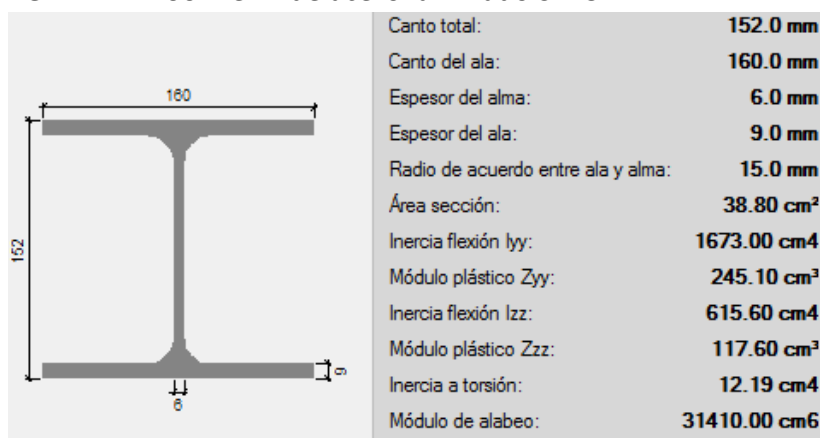


Fig. 148: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 240:** Perfil de acero laminado S275.

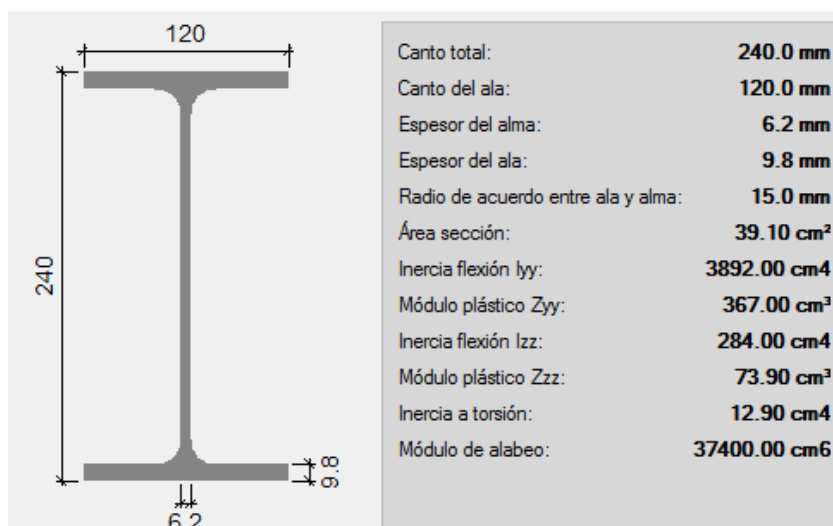


Fig. 149: Fuente: Revit

- **Perfil HEA 200:** Perfil de acero laminado S275.

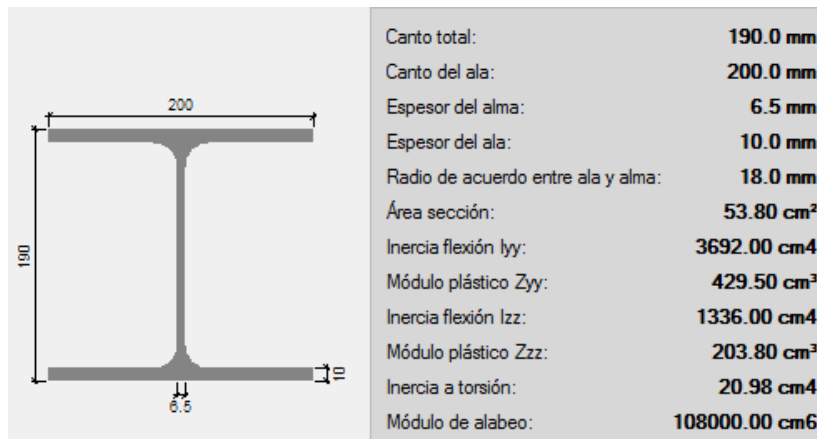


Fig. 150: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 450:** Perfil de acero laminado S275.

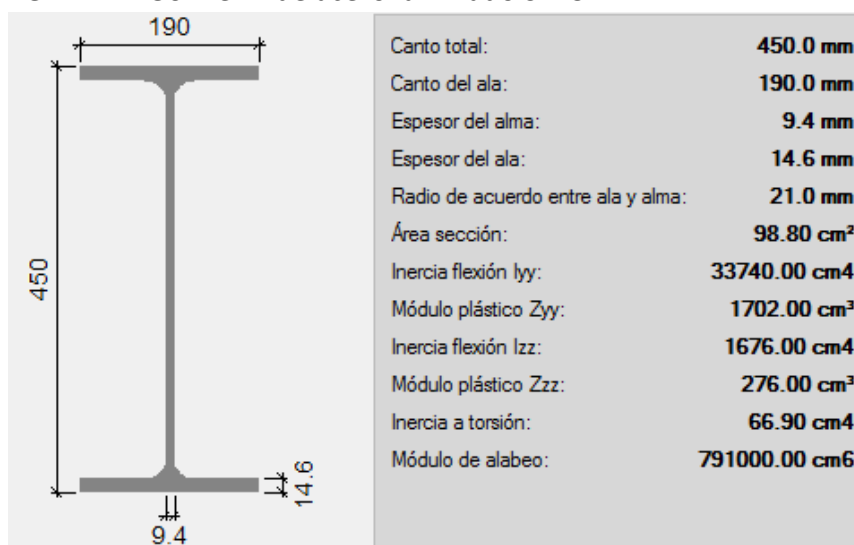


Fig. 151: Fuente: Revit

- **Perfil HEA 240:** Perfil de acero laminado S275

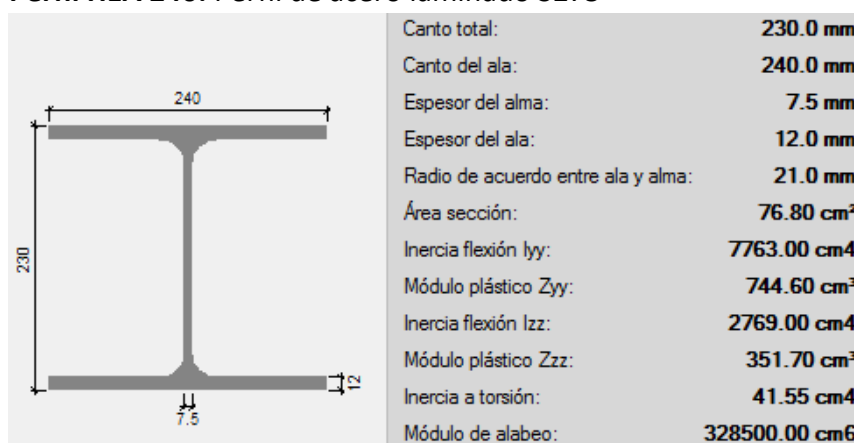


Fig. 152: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 180:** Perfil de acero laminado S275.

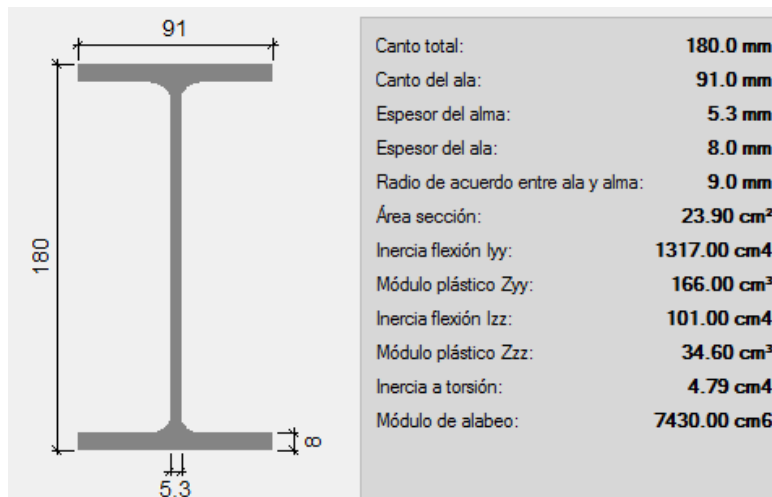


Fig. 153: Fuente: Revit

- **Perfil R 14:** Barra o cable de acero S275.

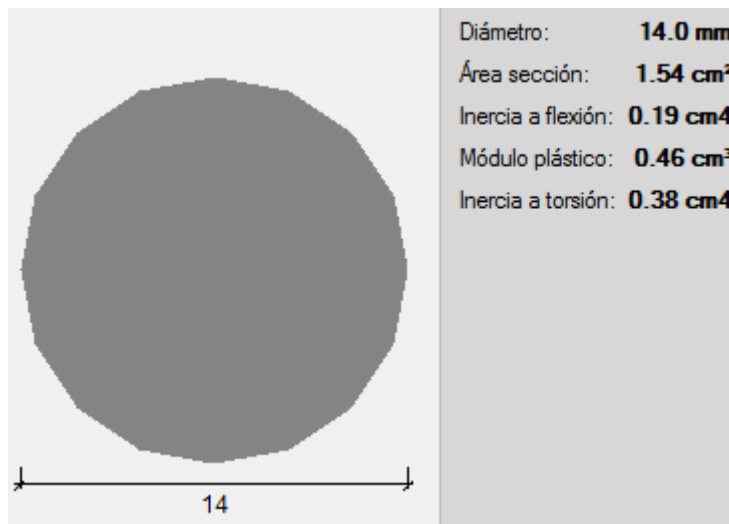


Fig. 154: Fuente: Revit

- **Perfil HEA 100:** Perfil de acero laminado S275.

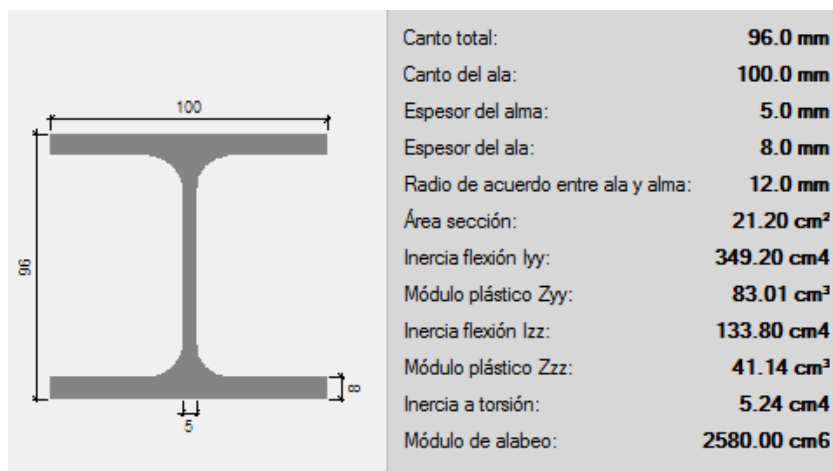


Fig. 155: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 120:** Perfil de acero laminado S275.

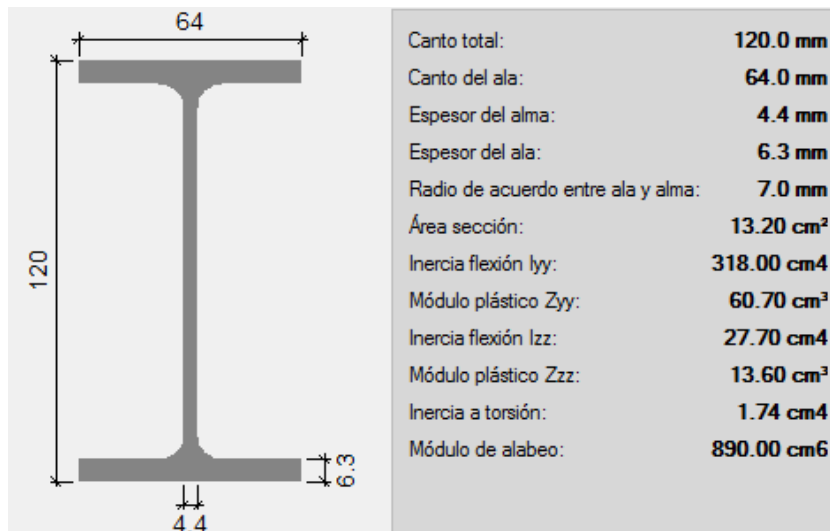


Fig. 156: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 300:** Perfil de acero laminado S275.

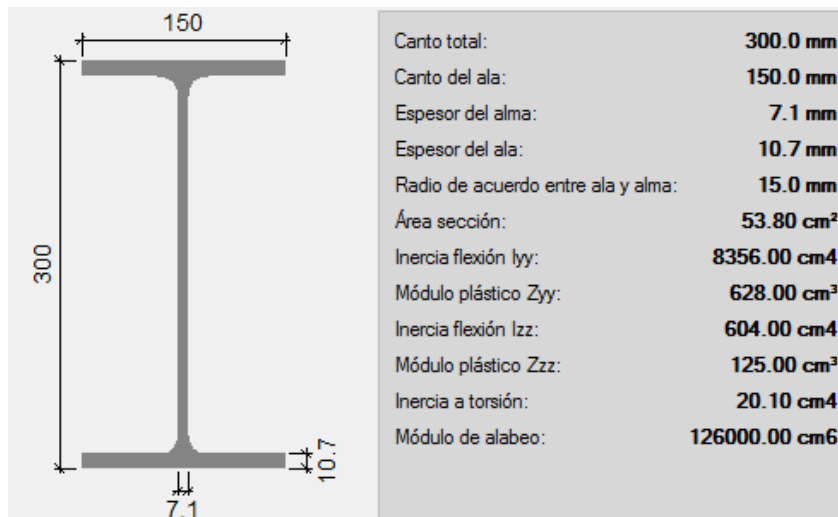


Fig. 157: Fuente: Revit

- **Perfil HEA 260:** Perfil de acero laminado S275.

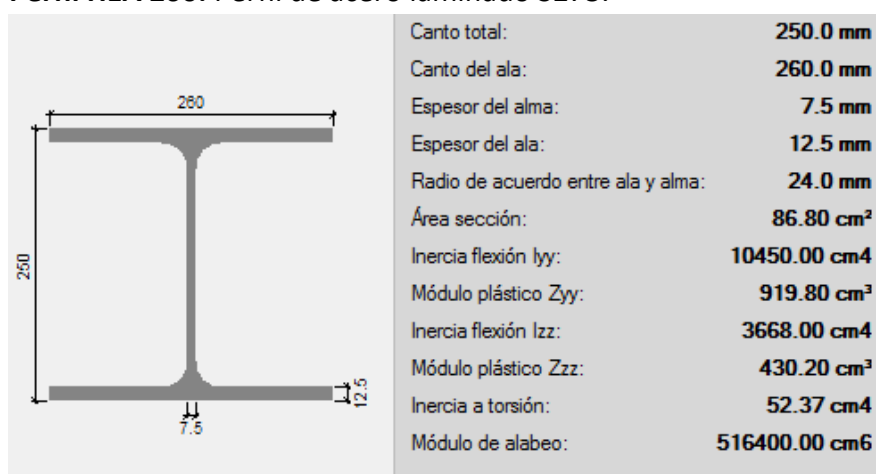


Fig. 158: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 330:** Perfil de acero laminado S275.

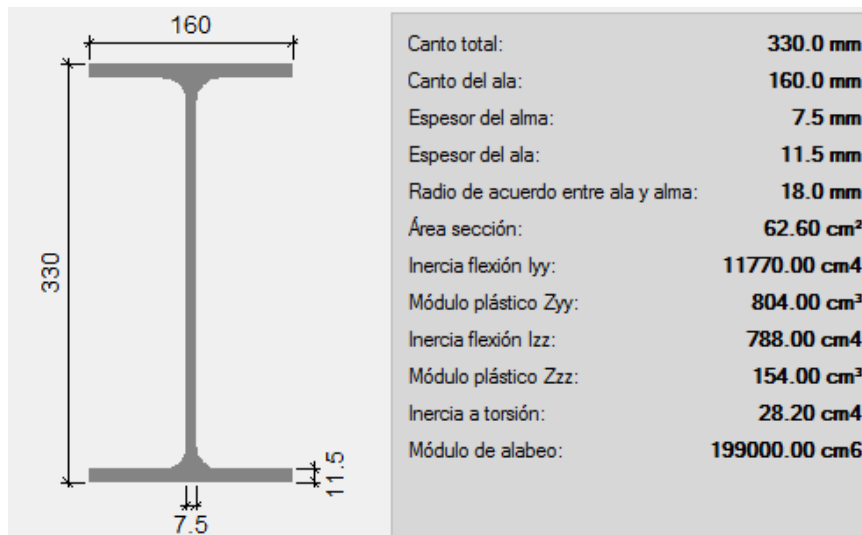


Fig. 159: Fuente: Revit

- **Perfil IPE 400:** Perfil de acero laminado S275.

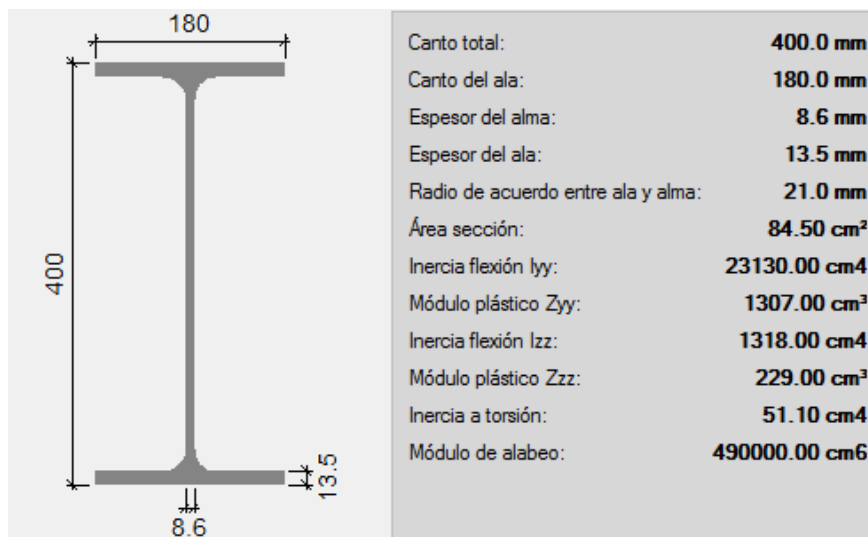


Fig. 160: Fuente: Revit

3. Evolución del modelo

3.1. Evolución del modelo de la cimentación

En este apartado se puede observar la evolución del modelo de la cimentación paso a paso. Aquí se comentan todos los cambios realizados al modelo de la cimentación desde la cimentación aproximada hasta la cimentación final.

En primer lugar, se dieron las dimensiones correspondientes a cada zapata para cumplir su cometido. Se comenzó con los parámetros de las **zapatas tipo A**.

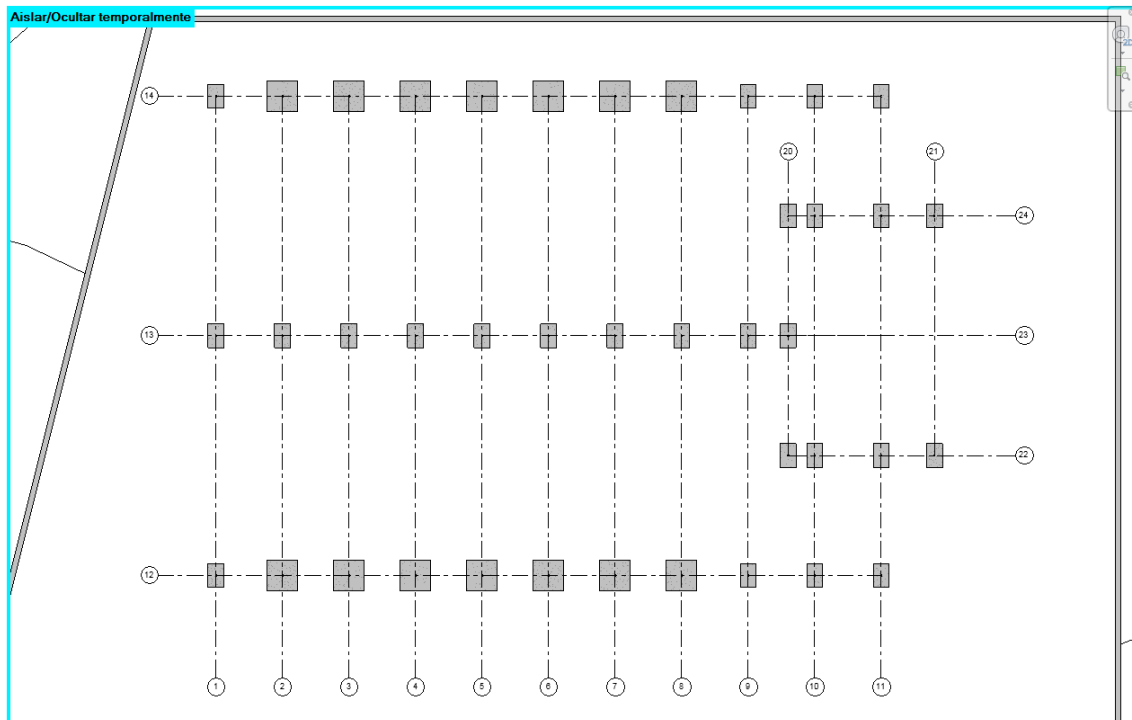


Fig. 161: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo A.

En la **Fig. 161**, se ve la cimentación ya con las zapatas tipo A definitivas. Se continuó añadiendo los parámetros correctos a las demás zapatas.

Se incluyen las zapatas tipo B:

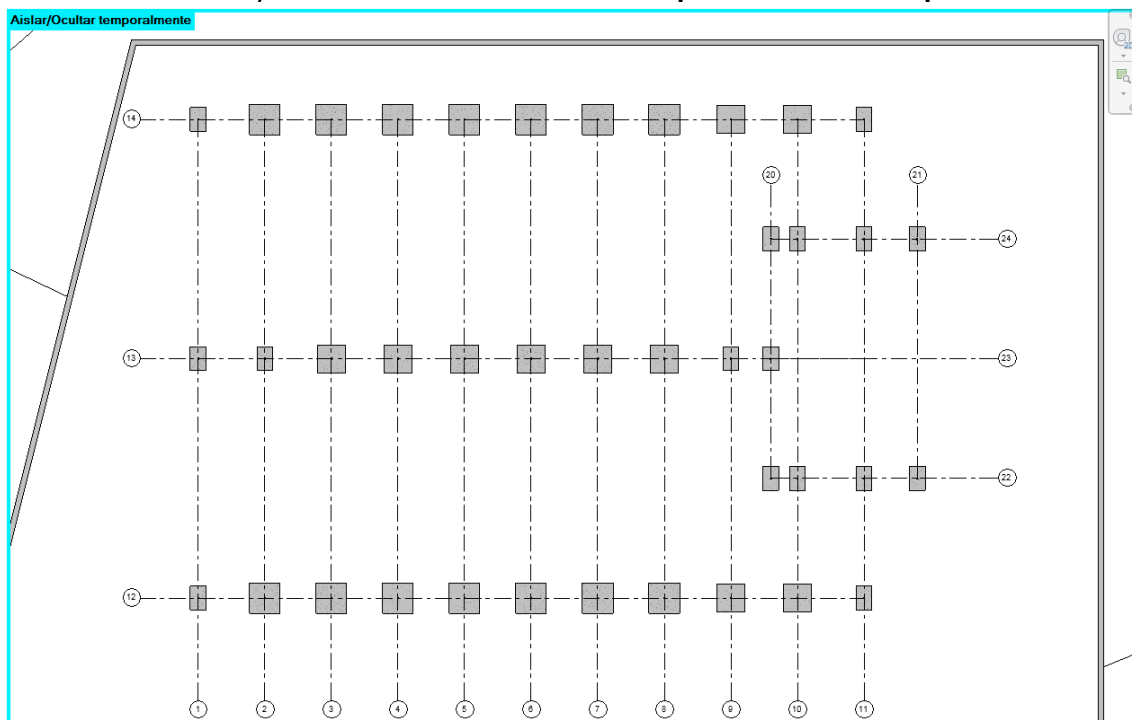


Fig. 162: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo B (Sin pilares de fachada). Fuente: Revit

Como se ve en la **Fig. 162**, en el modelo creado inicialmente no se incluyeron los pilares de fachada que adoptan zapatas tipo B, por lo que hubo que añadirlos.

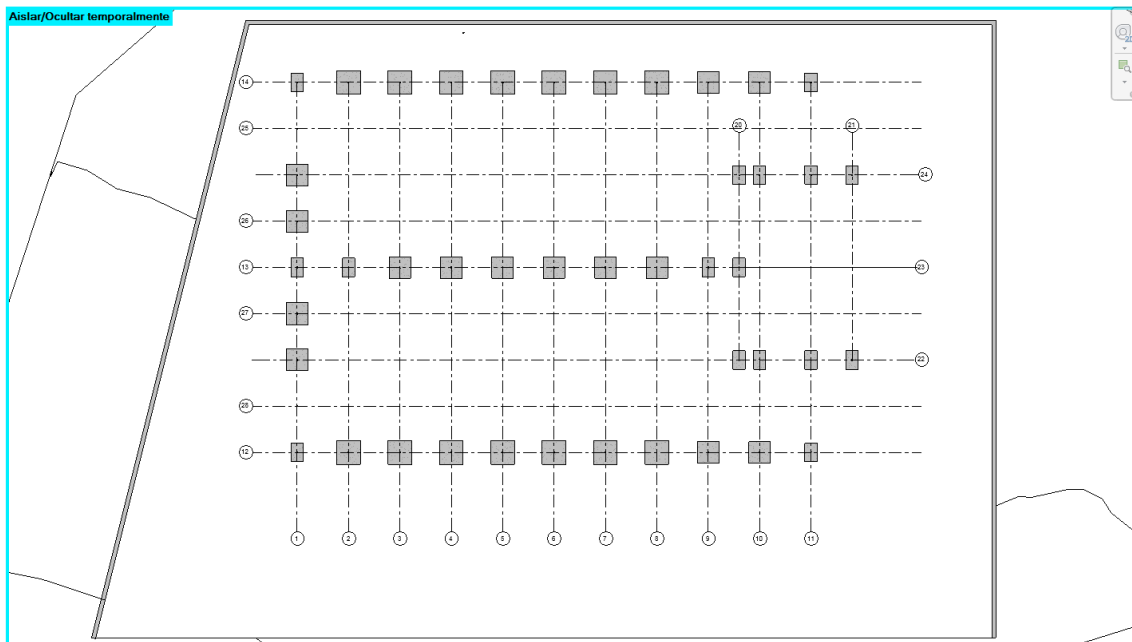


Fig. 163: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo B (Con pilares de fachada). Fuente: Revit

En la **Fig. 163**, se puede apreciar el cambio que ha sufrido la rejilla de apoyo, para ayudar con la colocación de las zapatas correspondientes a los pilares de fachada. Se incluyen las **zapatas tipo C** al modelo:

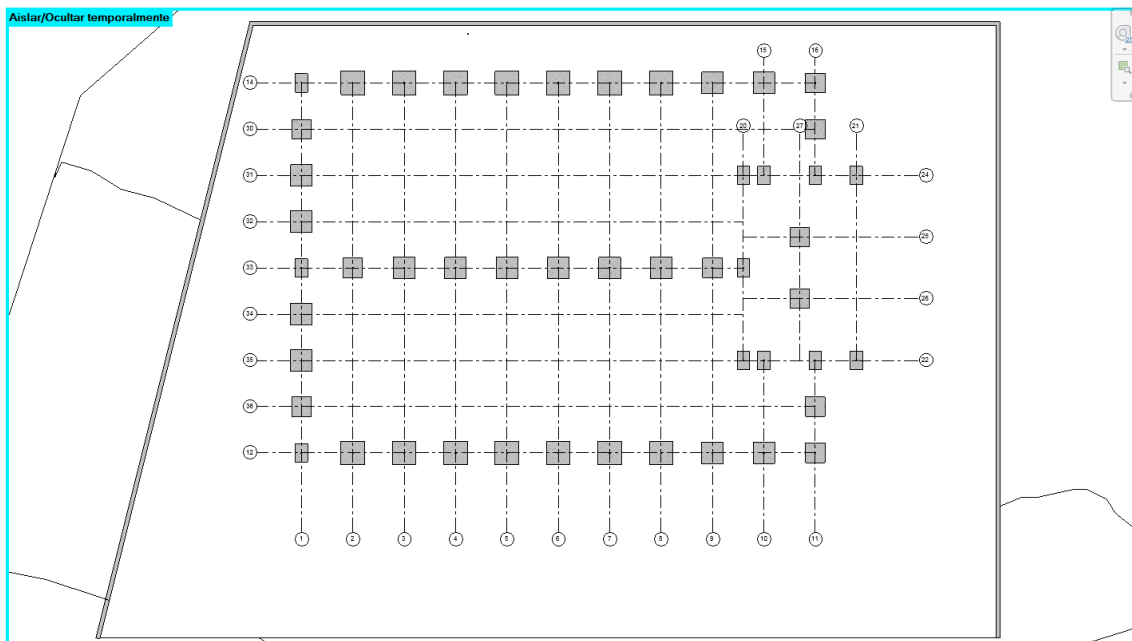


Fig. 164: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo C. Fuente: Revit

En la **Fig. 164**, se ve cómo evoluciona la cimentación con la inclusión de las zapatas tipo C, y como se tuvo que volver a ajustar la rejilla del modelo para insertar las zapatas centrales del módulo estructural. Se incluyeron las **zapatas tipo D**:

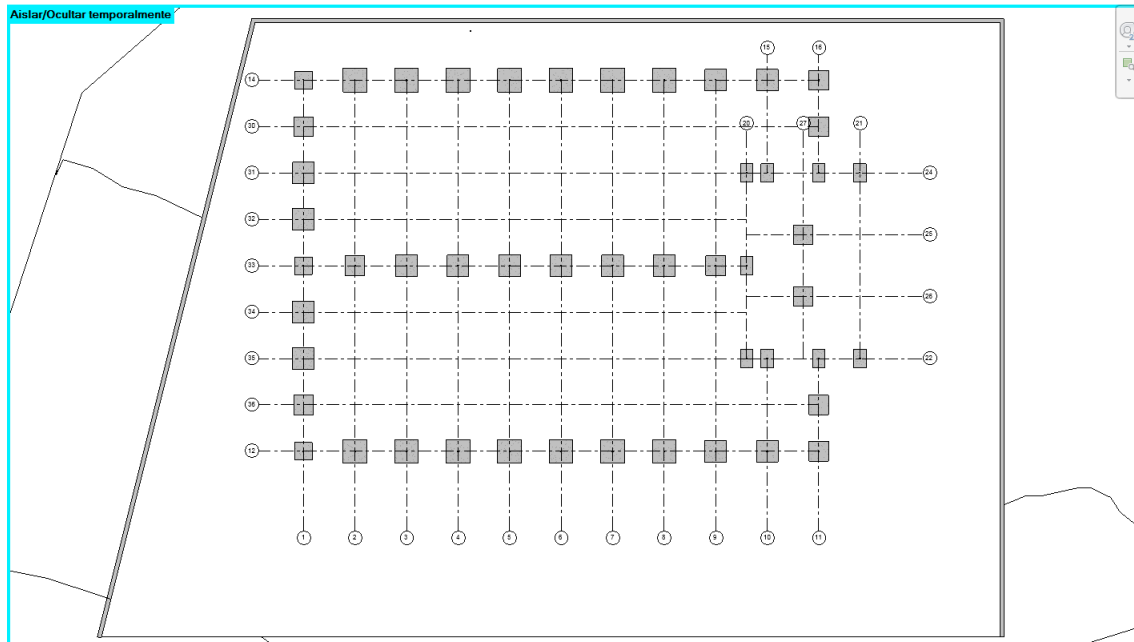


Fig. 165: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo C. Fuente: Revit

En este caso la evolución ha sido mínima. Como se puede ver en la **Fig. 165**, solo se modificaron las dimensiones de las zapatas extremas y central del pórtico de fachada de la cara Sur.

Se incluyeron las **zapatas tipo E**:

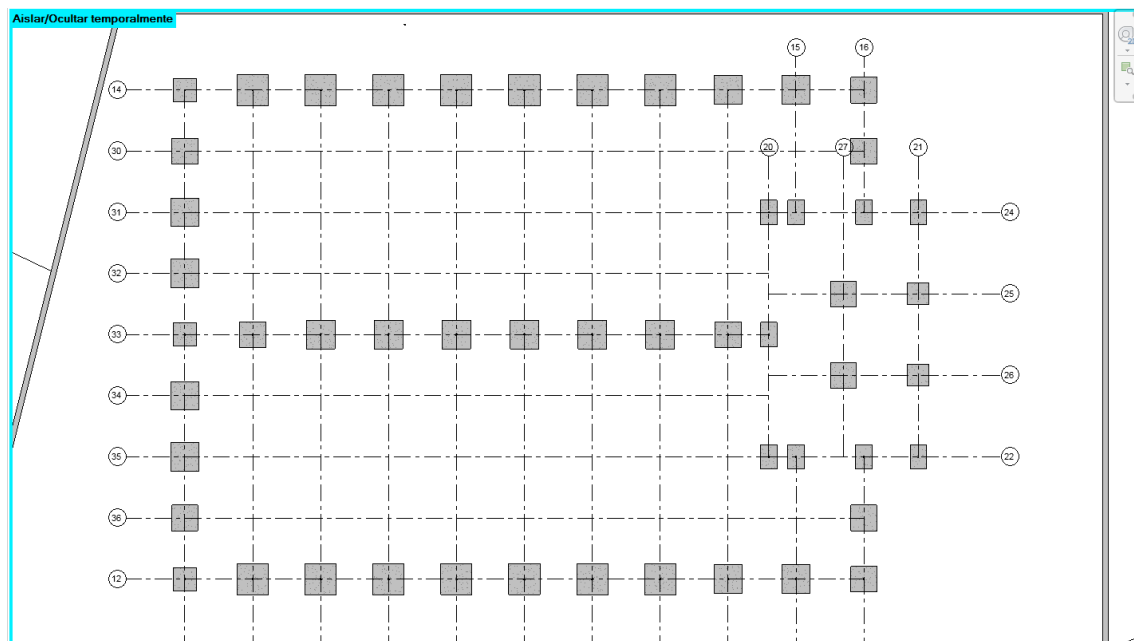


Fig. 166: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo E. Fuente: Revit

La **Fig. 166**, refleja el cambio en las zapatas centrales del elemento rejilla número 21, en los que se añadieron zapatas tipo E.

Se incluyeron las **zapatas tipo F**:

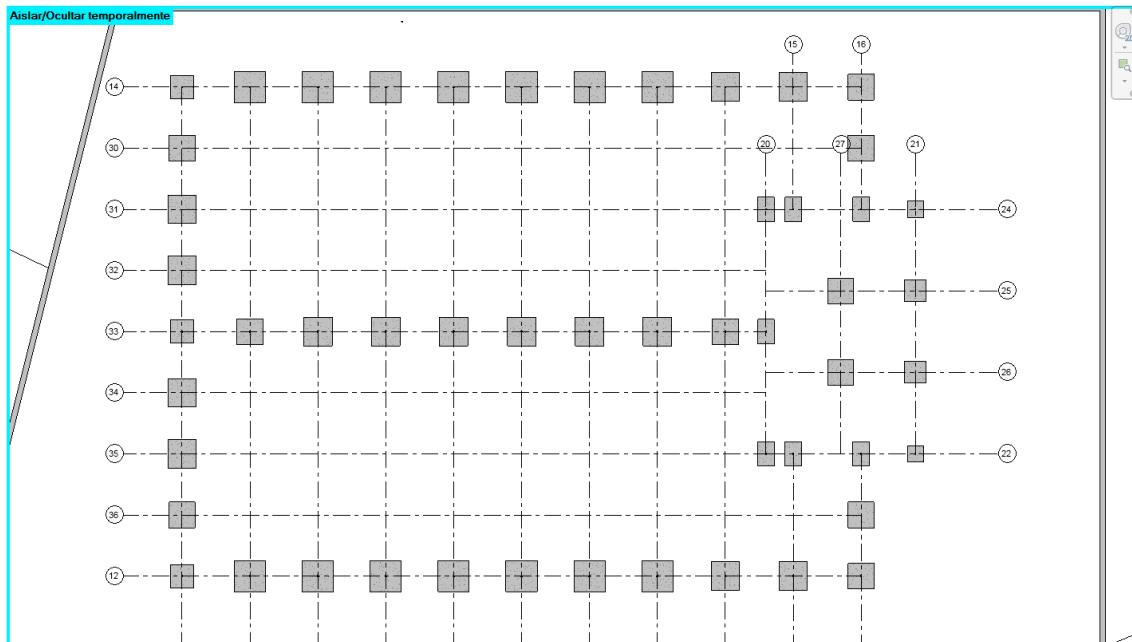


Fig. 167: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo F. Fuente: Revit

En la **Fig. 167**, se aprecia el cambio de la zapatas extremas del elemento de rejilla número 21.

Se incluyeron las **zapatas tipo G**. En este caso solo se modificaron los parámetros de unos de los elementos existentes, en concreto, el cruce de los elementos de rejilla número 20 y 33.

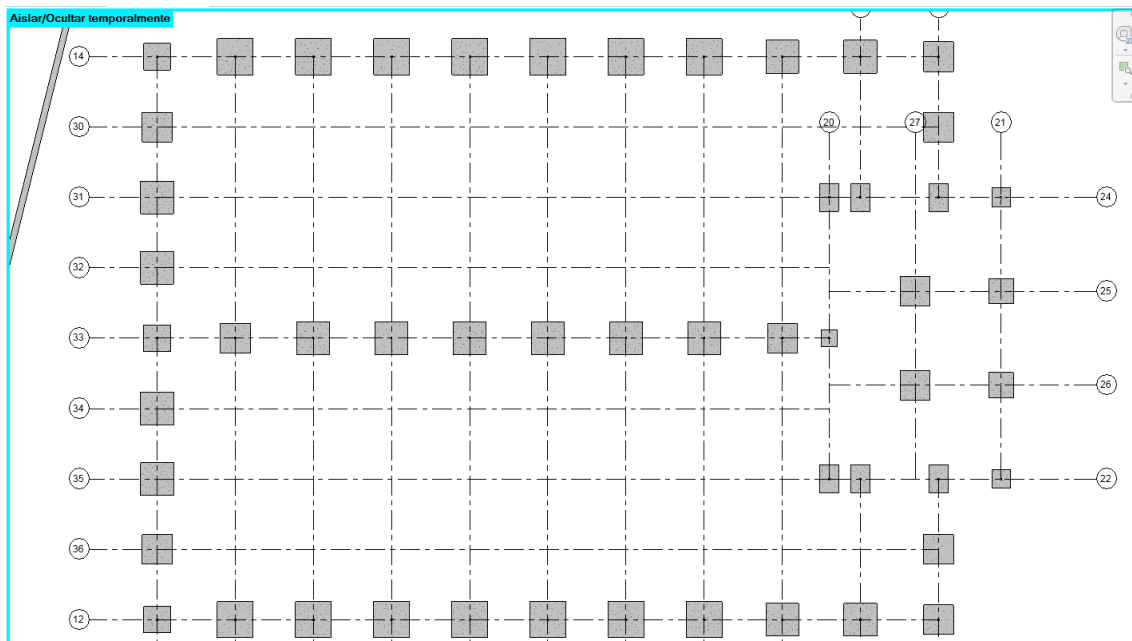


Fig. 168: Vista en planta de cimentación con la zapata tipo G. Fuente: Revit

Se continuó con las zapatas especiales. Son zapatas especiales debido a que son compartidas por múltiples pilares, en este caso **todas son compartidas por dos pilares**.

Se incluyeron las **zapatas especiales tipo A**. En este caso se incluyeron nuevas zapatas que no estaban pensadas en la idea del modelo inicial, como se puede observar en la **Fig. 169**.

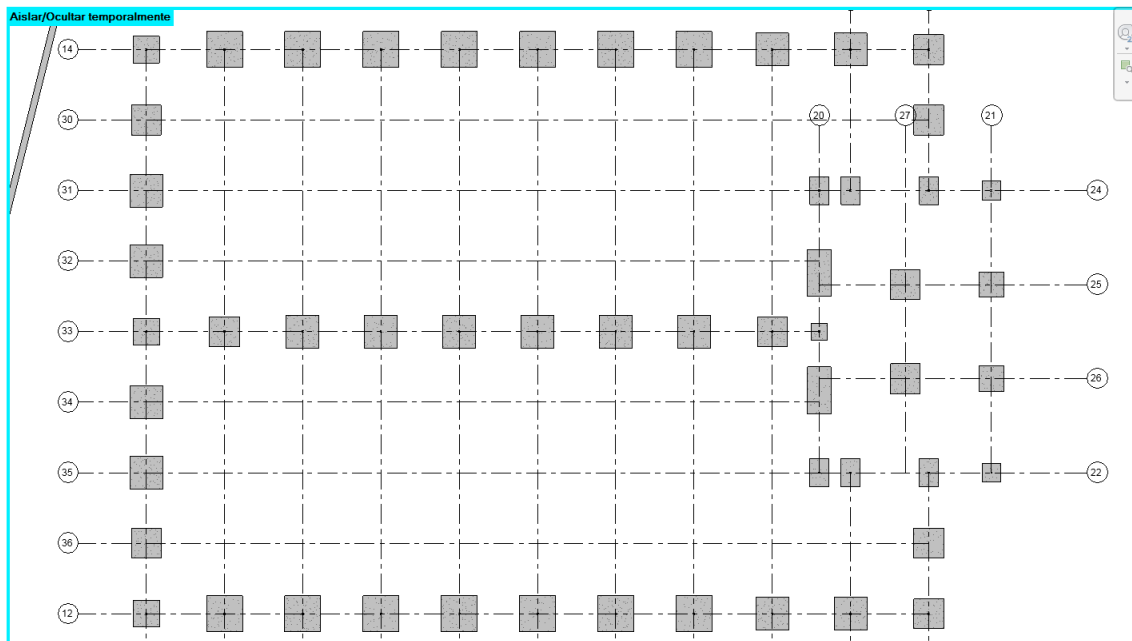


Fig. 169: Vista en Planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo A. Fuente: Revit

Se añadieron las **zapatas especiales tipo B**. En este caso, hubo que sustituir dos de las zapatas del modelo inicial por una zapata doble compartida, como se ve en la **Fig. 170**:

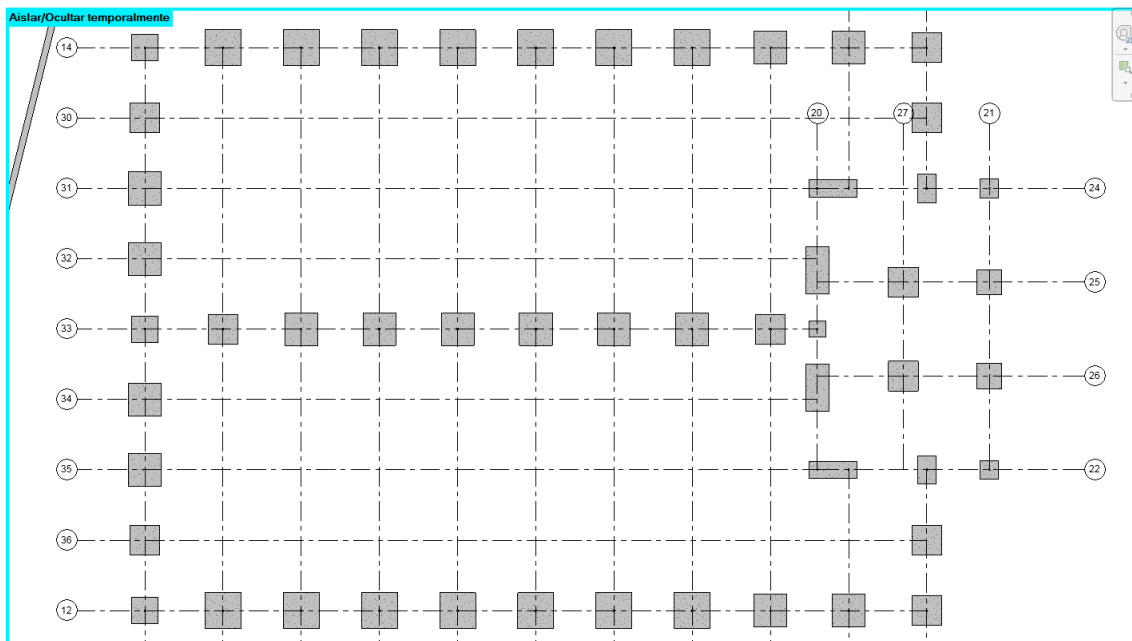


Fig. 170: Vista en planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo B. Fuente: Revit

Para acabar con las zapatas aisladas, se incluyeron **las zapatas especiales tipo C**. En este caso, también hubo que retirar una de las zapatas del modelo inicial para sustituirla por una zapata doble compartida, dichos cambios se aprecian en la **Fig. 171**:

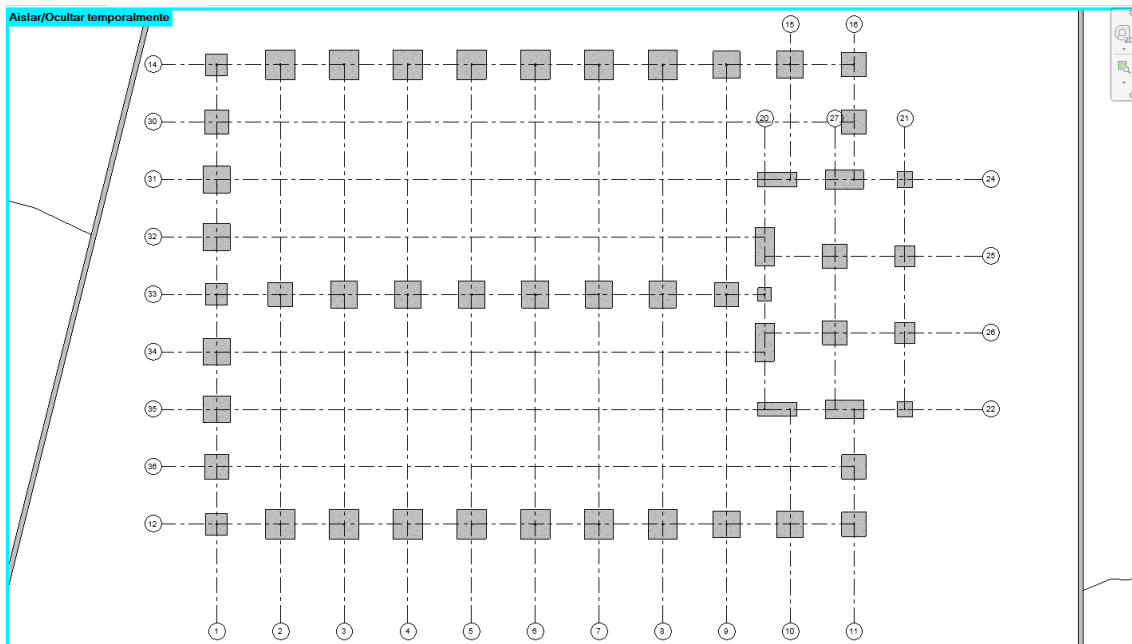


Fig. 171: Vista en planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo C. Fuente: Revit

Con esto, ya están todos los elementos zapata en el modelo de la cimentación, según los cálculos realizados en Cype.

Por otro lado es necesaria la inclusión de las vigas de atado de la cimentación, según los cálculos de Cype, para completar la misma. Por lo que, se añadieron las **vigas de atado**.

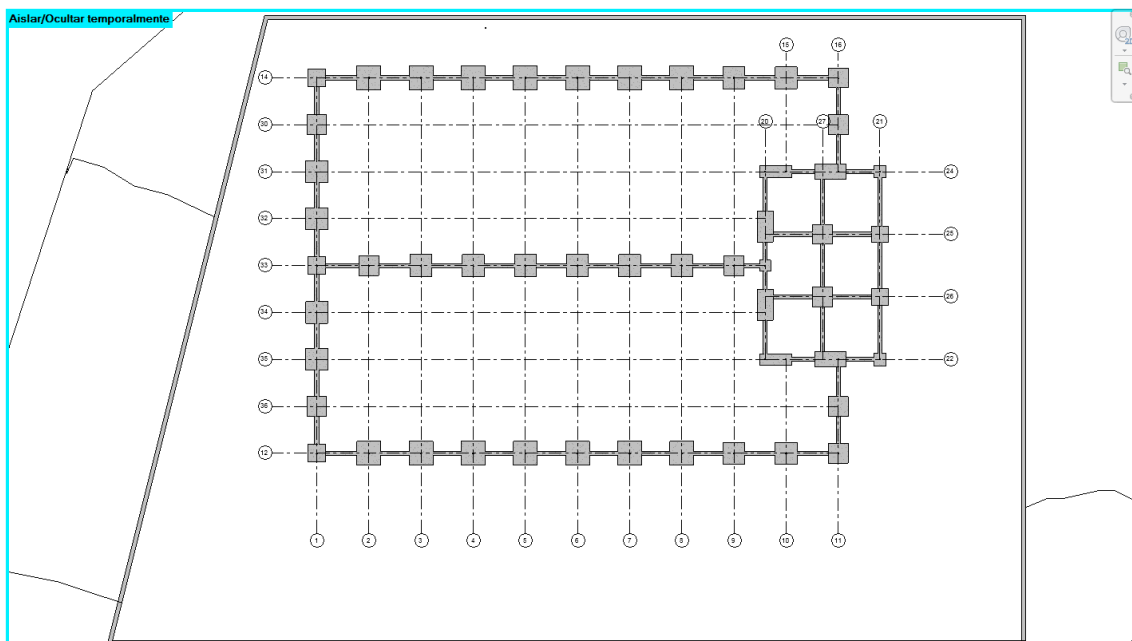


Fig. 172: Vista en planta de la cimentación con las vigas de atado. Fuente: Revit

Por último, se modeló la **zapata corrida** donde apoyara el muelle de carga, y con esto concluyó el modelo de la cimentación, como se ve en la **Fig. 173**.

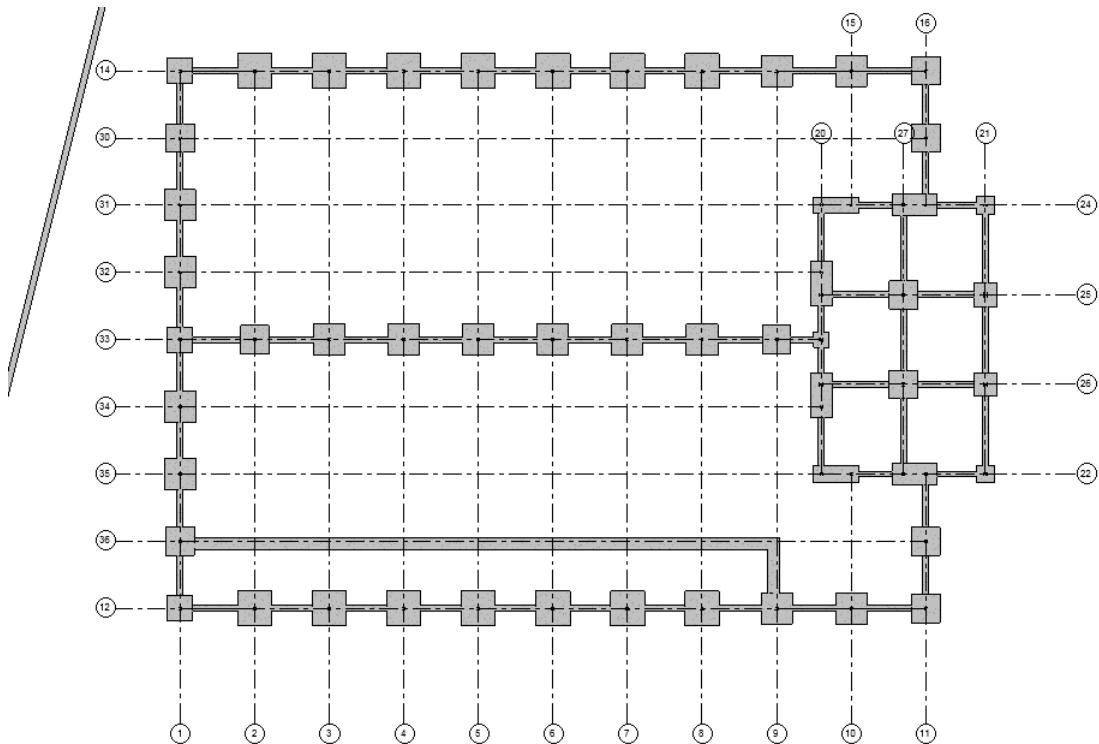


Fig. 173: Vista en planta de la cimentación con la zapata corrida del muelle de carga. Fuente: Revit

En la Fig. 174, se puede ver como ha quedado el modelo de la cimentación de la edificación en una vista 3D general.

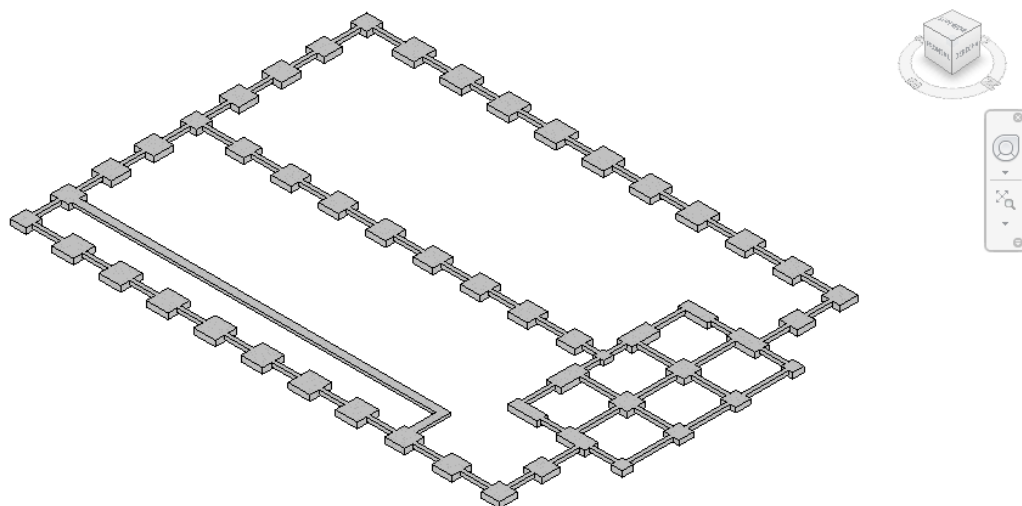


Fig. 174: Vista 3D de la cimentación. Fuente: Revit

3.2. Evolución del modelo de la estructura

En primer lugar, se sustituyeron los **pilares laterales de carga** de la nave, sin tener en cuenta los semipórticos. Se utilizaron perfiles **HEA 180** para el pórtico extremo y perfiles **HEA 200** para los pórticos interiores.

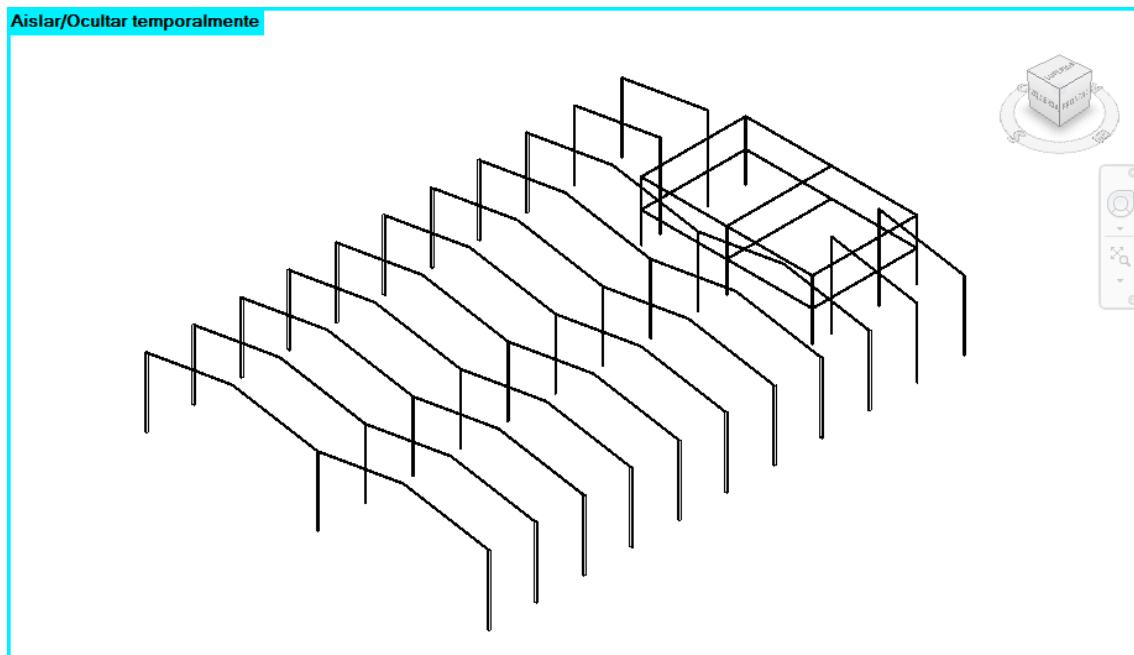


Fig. 175: Vista 3D del modelo con los pilares laterales de la nave definitivos. Fuente: Revit

Se incluyeron los pilares laterales de la nave, que en este caso, la orientación del perfil es con el alma del perfil contenida en el plano transversal de la nave.

Se siguió con el modelado de los perfiles de los **pilares centrales de carga** de la nave. En este caso se colocaron perfiles **HEA 180**.

Se incluyeron los perfiles de los pilares centrales de los pórticos de la nave, con la misma orientación de los pilares laterales.

Se colocaron los **pilares de carga de los semipórticos** de la nave. En este caso, se utilizaron perfiles **HEA 160**.

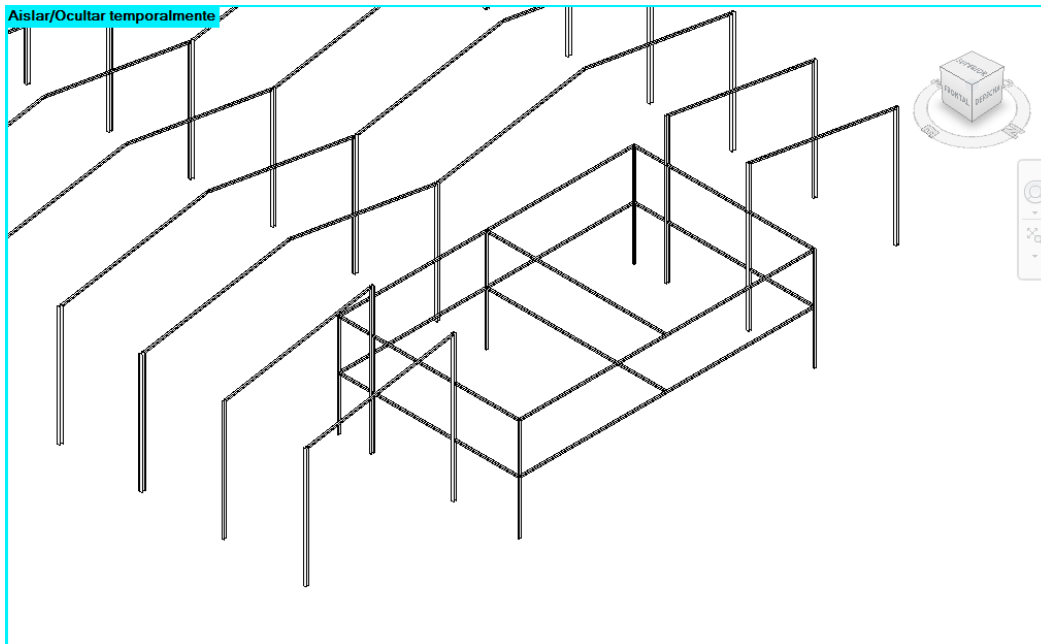


Fig. 176: Vista 3D del modelo con los pilares de los semipórticos laterales de la nave. Fuente: Revit

En la **Fig. 177**, se ven los perfiles definitivos en los pilares de los semipórticos de la nave. La orientación de estos perfiles es la misma que el resto de los pilares de la nave.

Se incluyeron los perfiles de los **pilares del módulo estructural**.

Se incluyeron los **pilares de los pórticos extremos del módulo** (Cara Este y Oeste), realizando los cambios necesarios para obtener la estructura definitiva calculada en Cype.

En este caso, se utilizaron para los pilares de carga perfiles **HEA 180**, y se realizaron algunos cambios, como se puede ver en la **Fig. 178**.

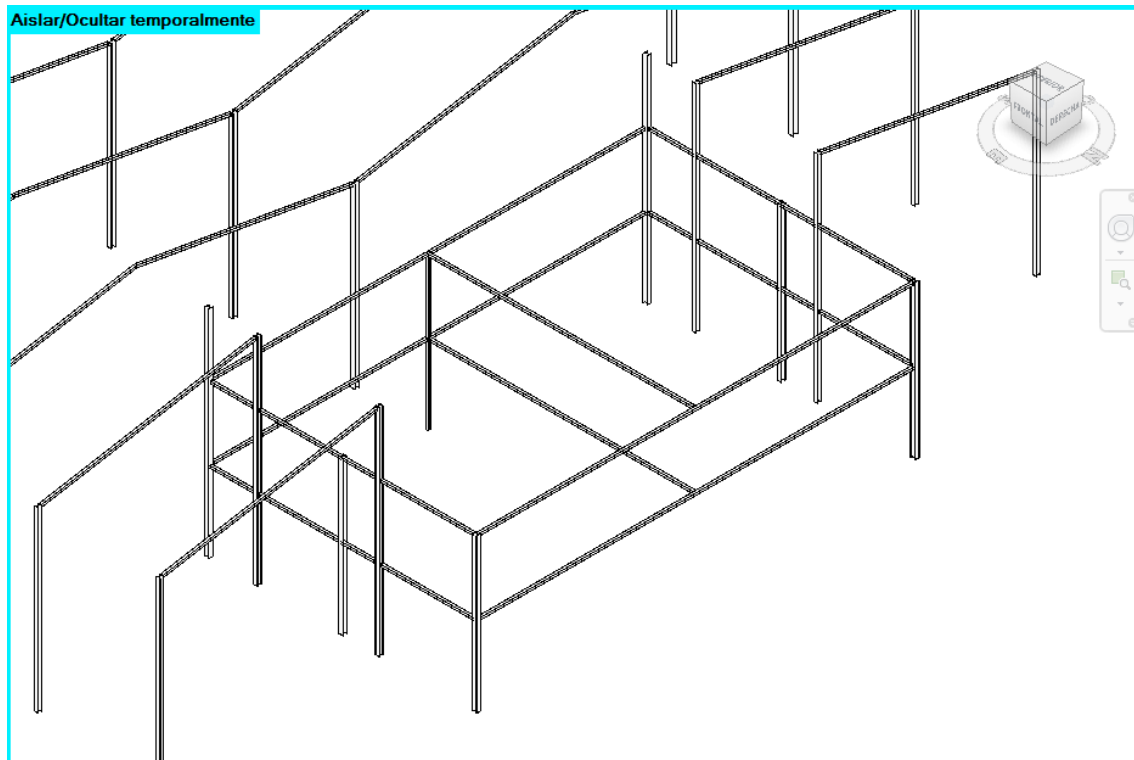


Fig. 177: Vista 3D del modelo con los pilares de los pórticos extremos del módulo definitivos.
Fuente: Revit

En la **Fig. 178**, se ve cómo se han orientado los perfiles en este caso. Los perfiles de los pilares laterales de los pórticos extremos se han orientado de forma que el plano del alma del perfil queda contenido en el plano longitudinal de la nave, y el perfil central está orientado ortogonalmente a estos.

Se prolongaron los pilares compartidos con la estructura de la nave hasta el nivel "Cumbrera Nave".

Se incluyeron los **pilares de los pórticos intermedios del módulo**, y se realizaron los cambios necesarios para obtener la estructura final. Para ello se utilizaron perfiles **HEA 260** para los pilares laterales de los pórticos y perfil **HEA 200** para el pilar central de los pórticos.

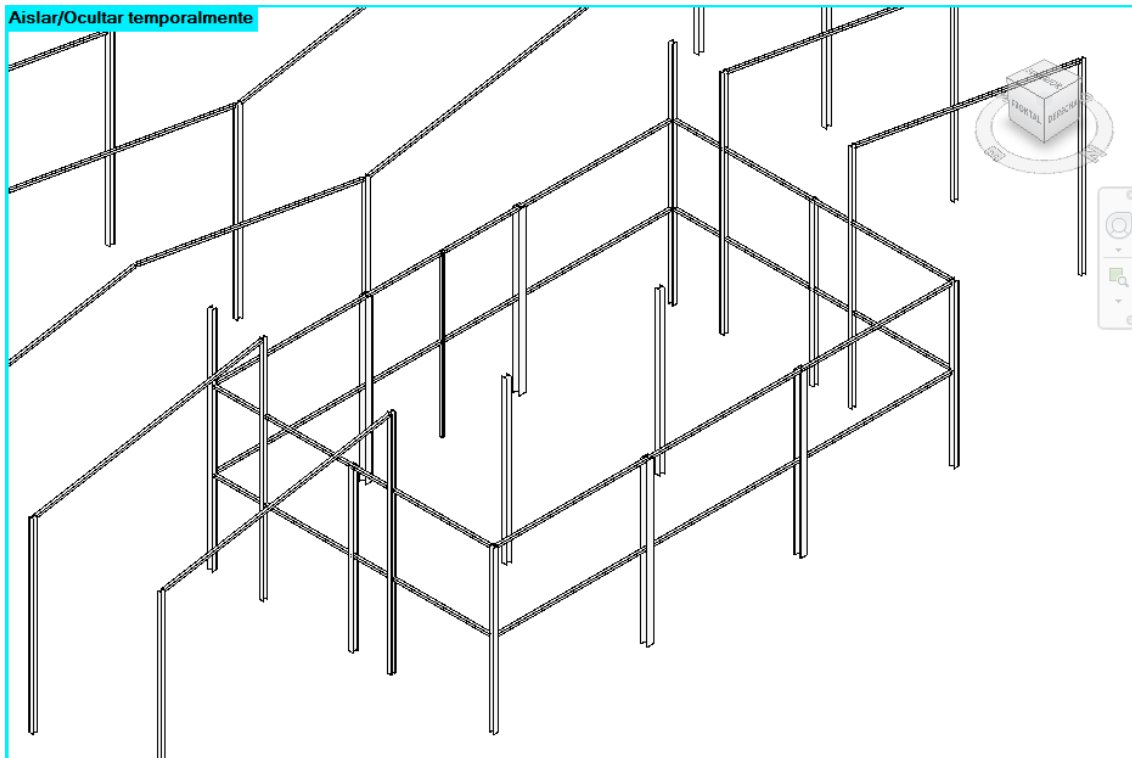


Fig. 178: Vista 3D del modelo con los pilares de los pórticos intermedios del módulo definitivos.
Fuente: Revit

En la **Fig. 179**, se ve como los pilares de los pórticos intermedios están orientados del mismo modo que los pórticos extremos del módulo. Por otro lado, se ven incluidos los **pilares del semipórtico central de la nave**. Este semipórtico central, es un sistema estructural compartido entra nave y módulo. Los pilares de los extremos del semipórtico ya están modelados, ya que se hicieron con los pórticos extremos del módulo. En el pilar central del semipórtico se colocó perfil **HEA 240**.

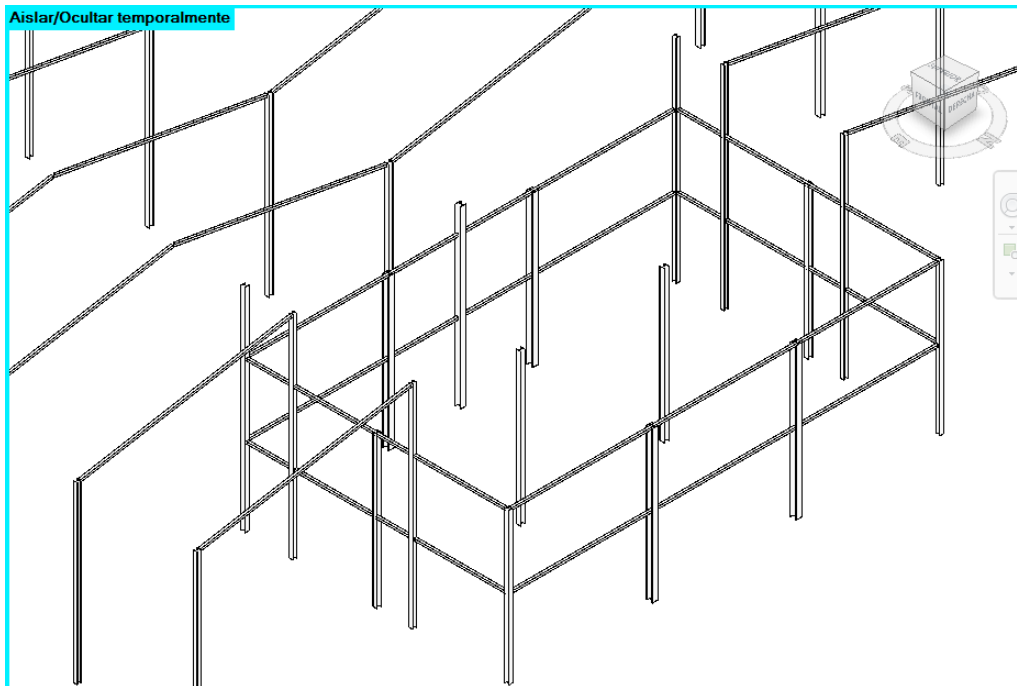


Fig. 179: Vista 3D de los pilares del semipórtico central de la nave definitivos. Fuente: Revit

En la **Fig. 180**, se observa que el pilar central del semipórtico fue prolongado hasta el nivel "**Alero fachada nave**". El perfil está orientado de modo que el plano del alma este contenido en el plano longitudinal de la nave, al igual que los perfiles de los pilares extremos del semipórtico.

Para finalizar con el modelado de los pilares, se incluyeron los **pilares de fachada**. En este caso se modelaron perfiles **HEA 160** para todos los pilares de fachada. Para verlo mejor se pueden ver la **Fig. 181 y Fig. 182**, una para la cara Norte y otra para la cara Sur.

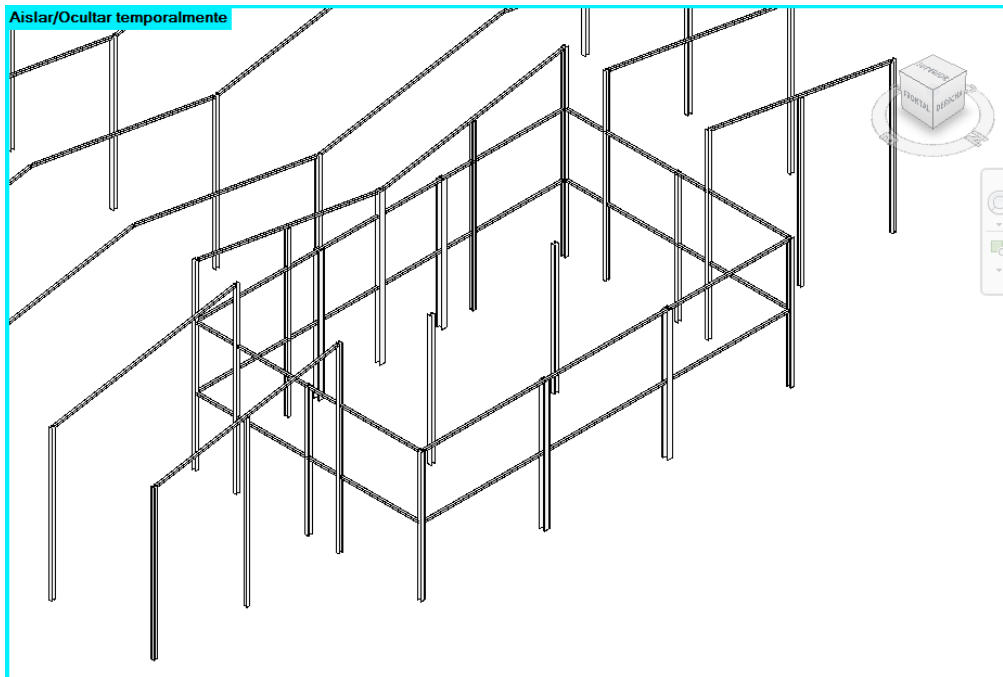


Fig. 180: Vista 3D del modelo de la estructura con los pilares de fachada definitivos (Cara Norte).
Fuente: Revit

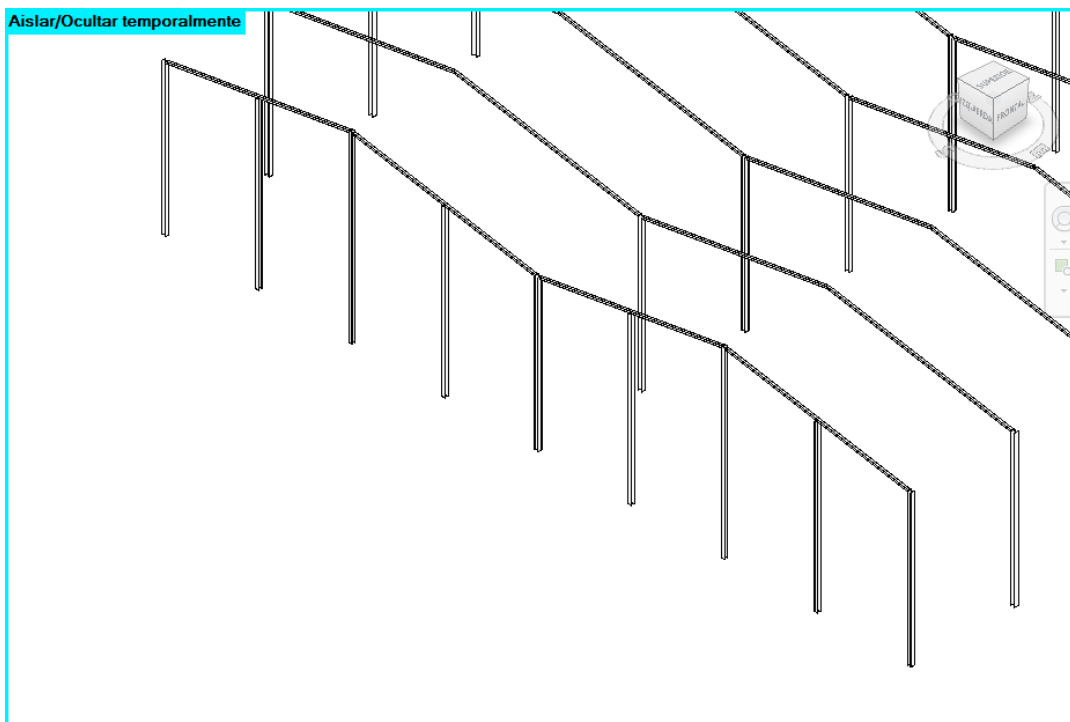


Fig. 181: Vista 3D del modelo de la estructura con los pilares de fachada definitivos (Cara Sur).
Fuente: Revit

En la **Fig. 181** y **Fig. 182**, se ven como los pilares de fachada están orientados de forma que el plano del alma de los perfiles este contenido en el plano longitudinal de la nave, para así cumplir con su cometido.

En la **Fig. 183**, se incluye una **vista 3D** donde se ve cómo quedaría en obra todo lo modelado hasta este punto.

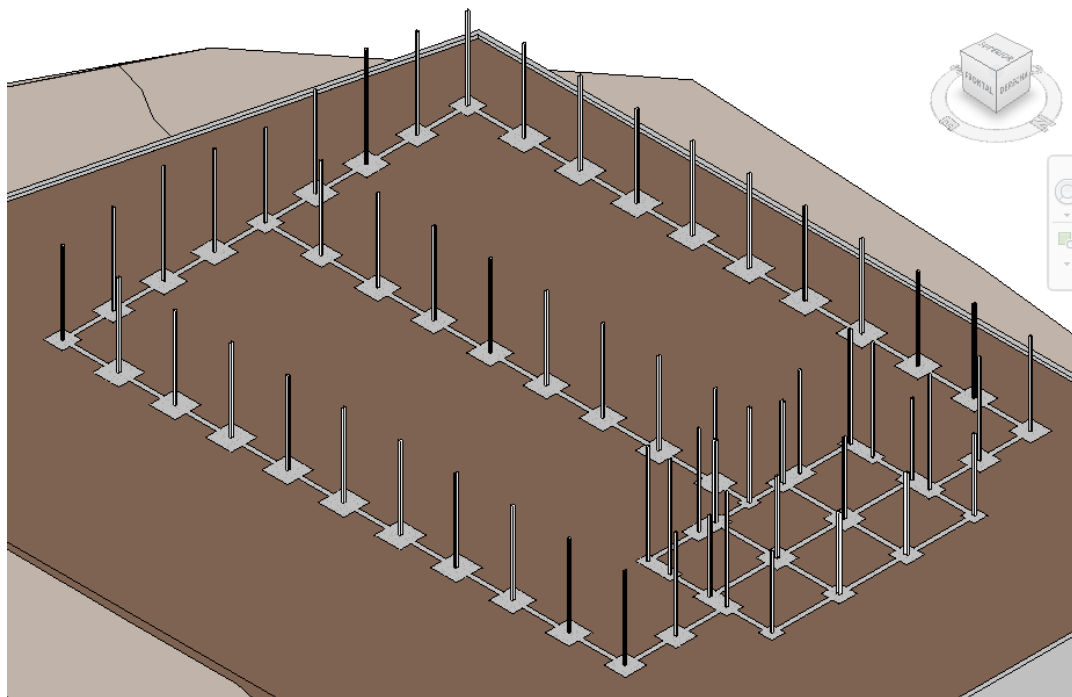


Fig. 182: Vista 3D de cómo quedaría en obra. Fuente: Revit

Una vez están todos los pilares modelados, continuamos con las vigas. En primer lugar colocaremos las jácenas de los pórticos de la nave. Para ello, se colocaron perfiles **IPE 240** para el pórtico extremo de la cara Sur, y perfiles **IPE 450** para el resto de los pórticos de la nave, sin contar con los semipórticos.

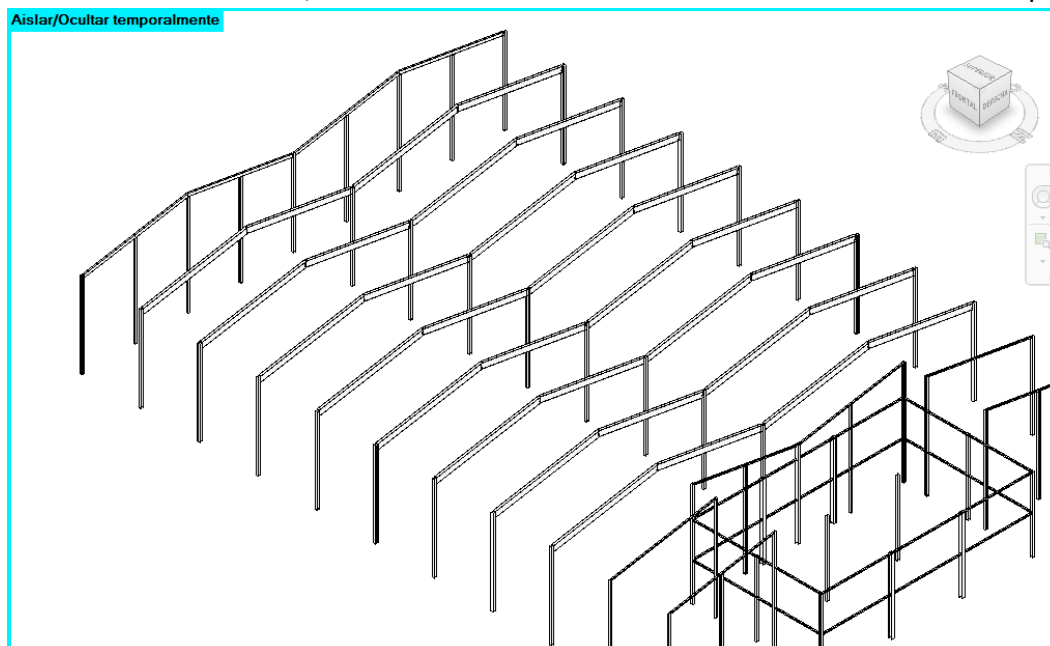


Fig. 183: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los pórticos definitivos. Fuente: Revit

En la **Fig. 184**, se pueden ver las jácenas definitivas de la estructura. Por otro lado, se aprecia cómo iba cogiendo consistencia la estructura.

A continuación, se incluyeron las **jácenas de los semipórticos**. Para los semipórticos se utilizaron perfiles **IPE 240**.

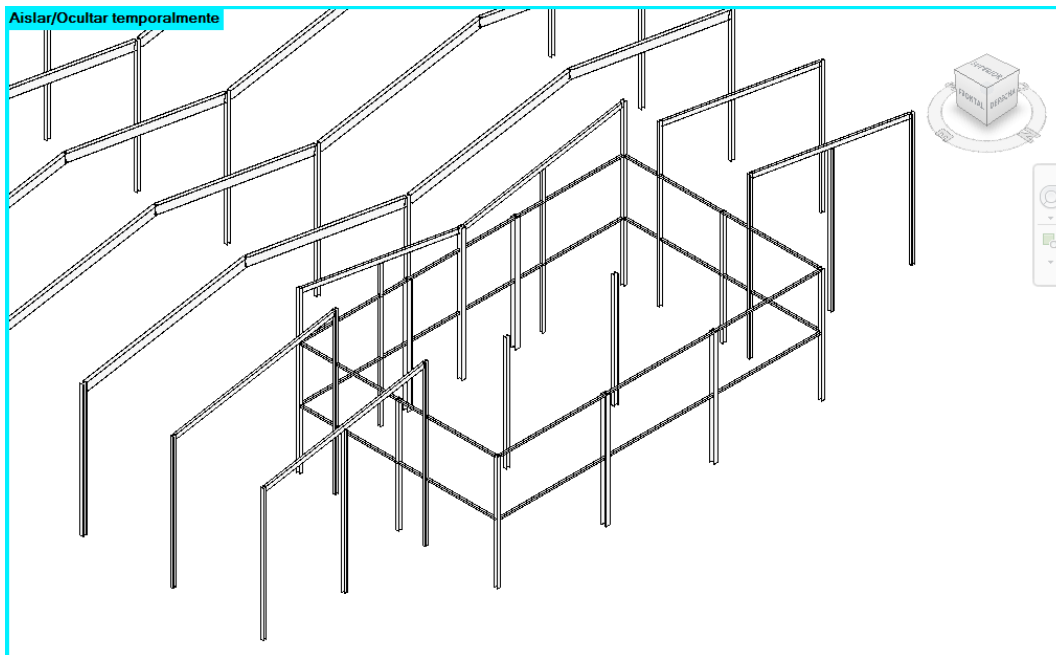


Fig. 184: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los semipórticos. Fuente: Revit
Según se ve en la Fig. 185, ya están todas las jácenas de los pórticos de la nave modeladas. De nuevo, incluyo una imagen en obra para ver como evolucionaria esta.

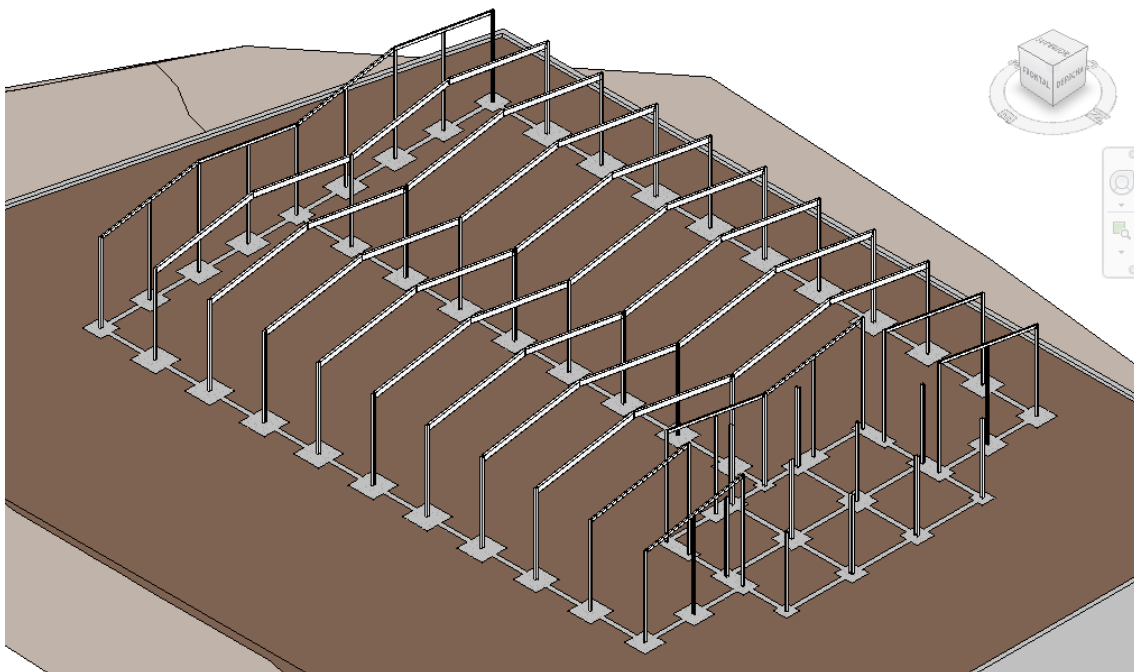


Fig. 185: Vista 3D de cómo quedaría en obra. Fuente: Revit

Se modelaron las **vigas de carga de los pórticos del módulo**. Para ello, se colocó: en los pórticos extremos del módulo perfil **IPE 240** para el forjado inferior, y perfil **IPE 300** para el forjado superior; y en los pórticos intermedios del módulo perfil **IPE 330** para el forjado inferior, y perfil **IPE 400** para el forjado superior.

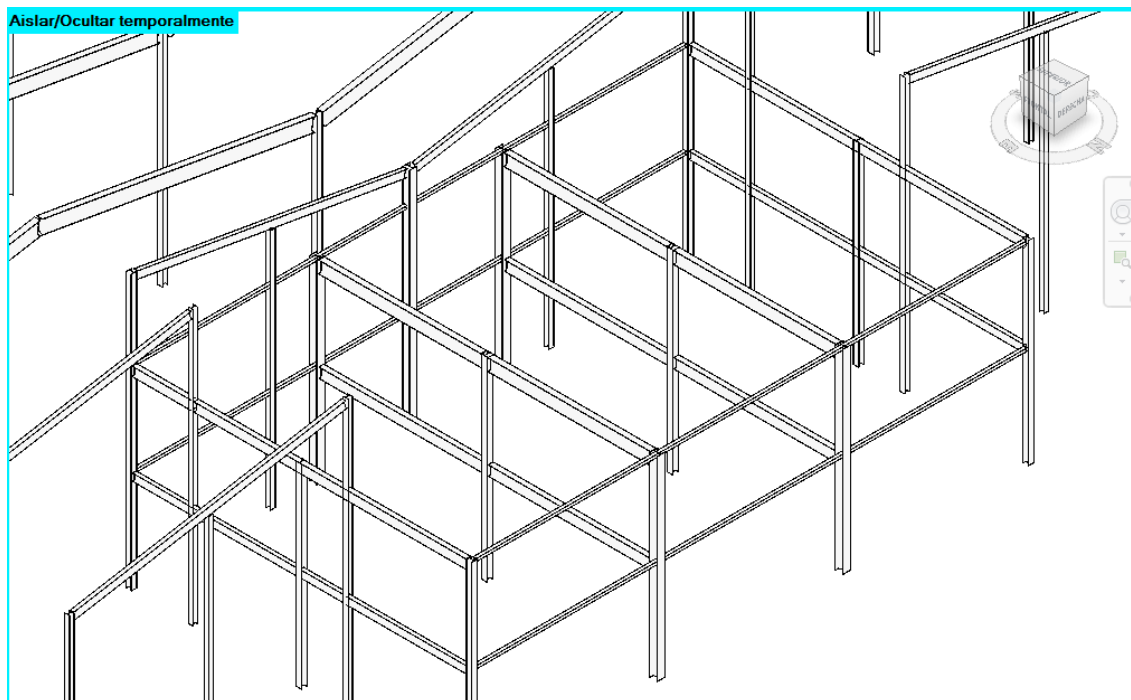


Fig. 186: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los pórticos del módulo

En la **Fig. 187**, se ve cómo se incluyeron las jácenas de los pórticos intermedios, que no se tuvieron en cuenta en el modelo aproximado inicial.

Se vuelve a incluir una imagen de como evolucionaria la obra.

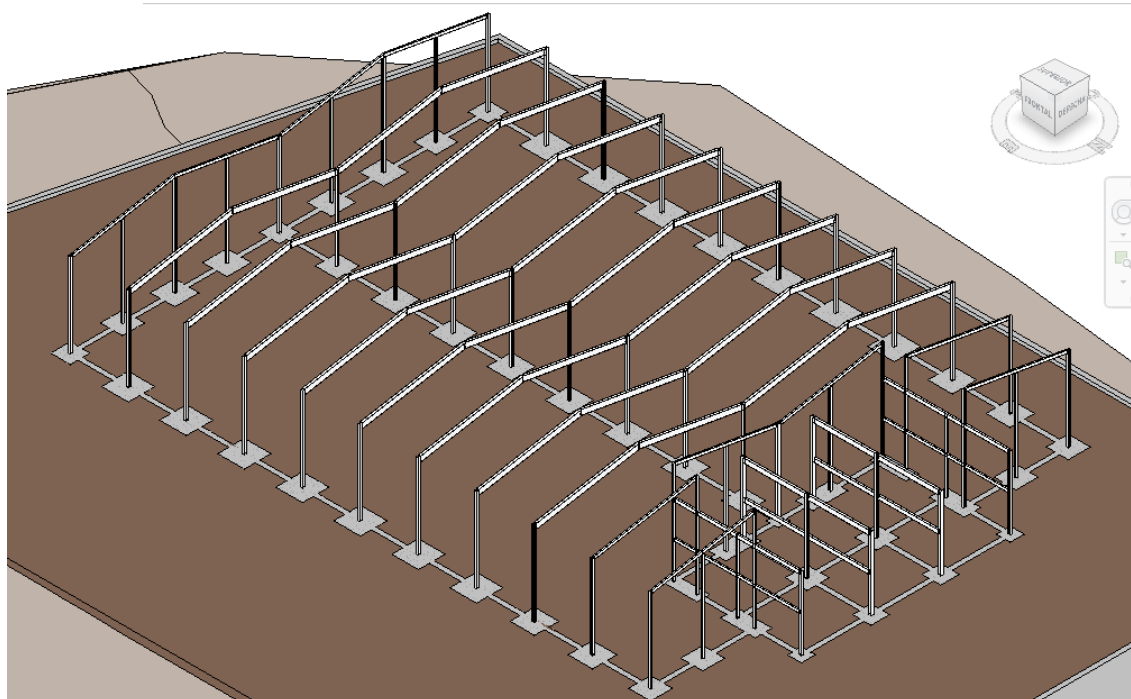


Fig. 187: Vista 3D del estado de la obra. Fuente: Revit

A continuación, se añadieron las **vigas de atado de la nave**. Para ello se utilizó perfil **IPE 180**, en este caso todas las barras llevan el mismo perfil.

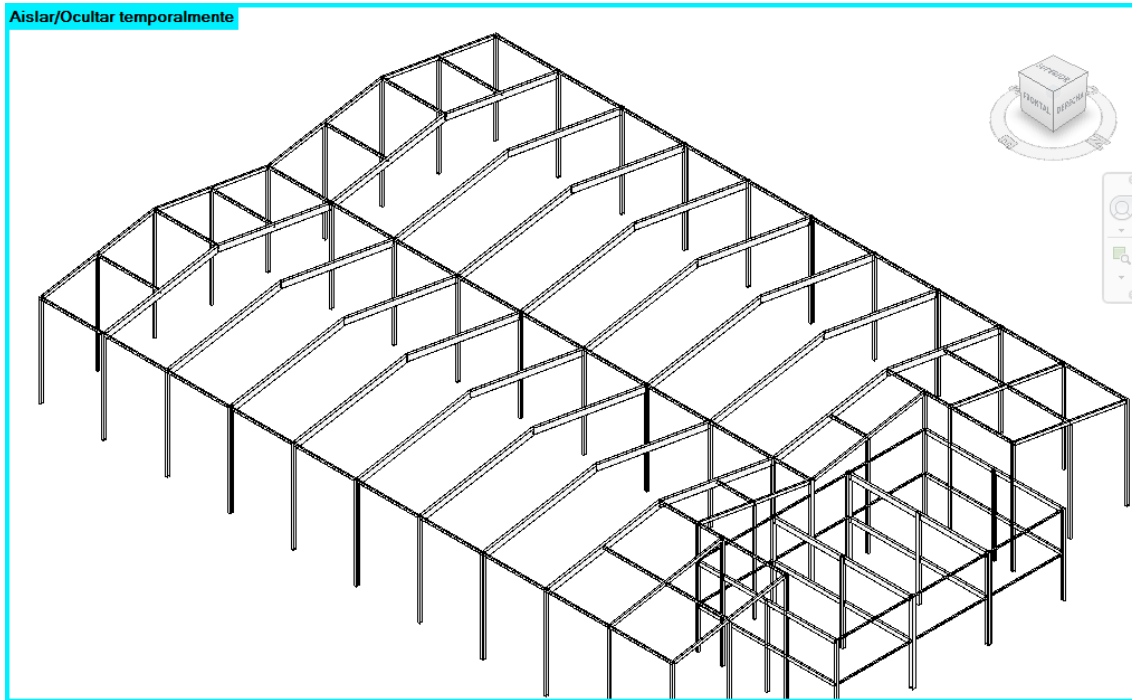


Fig. 188: Vista 3D del modelo estructural con las vigas de atado de la nave.

Como se ve en la **Fig. 189**, se añadieron las vigas de atado de la nave, ya que estas barras no se habían tenido en cuenta en el modelo inicial de la estructura. Por otro lado, recordamos que se cargaron las familias necesarias de perfiles en Revit, como se viene haciendo en todo el proceso del modelado.

Se continuó con el modelado de las vigas de atado del módulo estructural. Para ello se utilizó perfil **IPE 160**. Como se ve en la siguiente imagen.

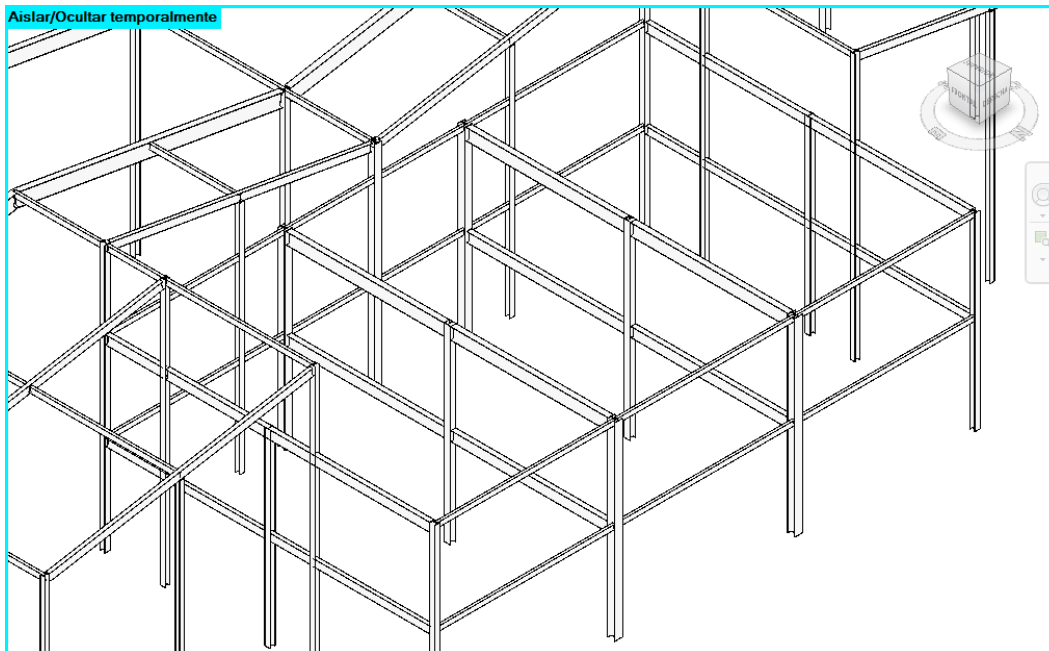


Fig. 189: Vista 3D del modelo estructural con las vigas de atado del módulo. Fuente: Revit

En este caso ya teníamos las barras modeladas en el modelo inicial, solo se han cambiado los perfiles como se puede ver en la Fig. 190. Se incluye una imagen más de la evolución en obra.

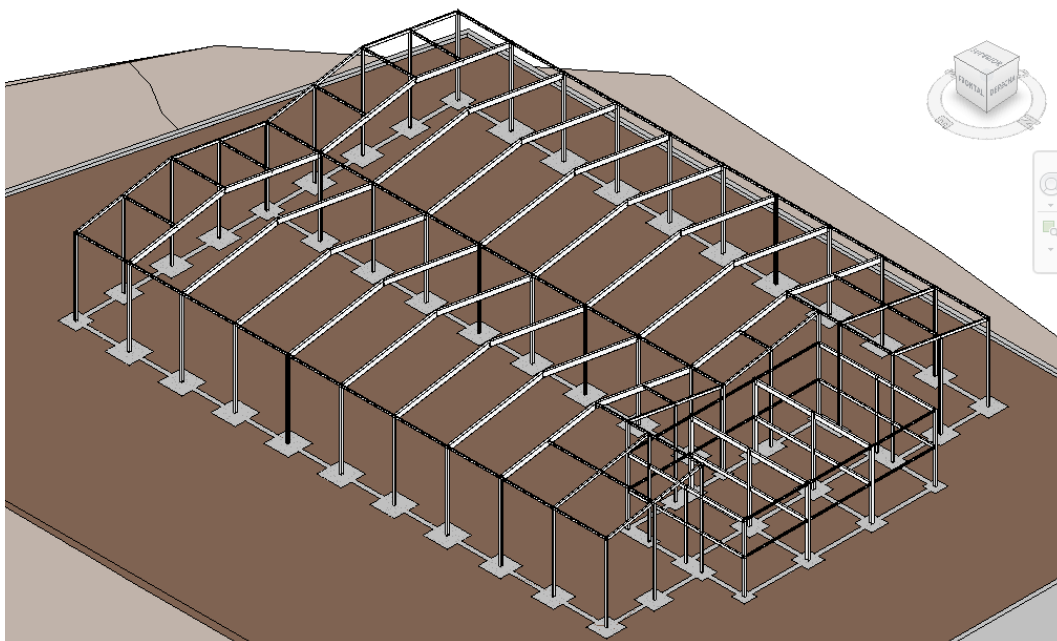


Fig. 190: Vista 3D de obra. Fuente: Revit

El siguiente paso en el modelo de la estructura, fue introducir las **barras de arriostramiento o cruces de San Andrés**. Para ello se utilizó perfil **R14**, en la siguiente imagen se ve como quedó el modelo.

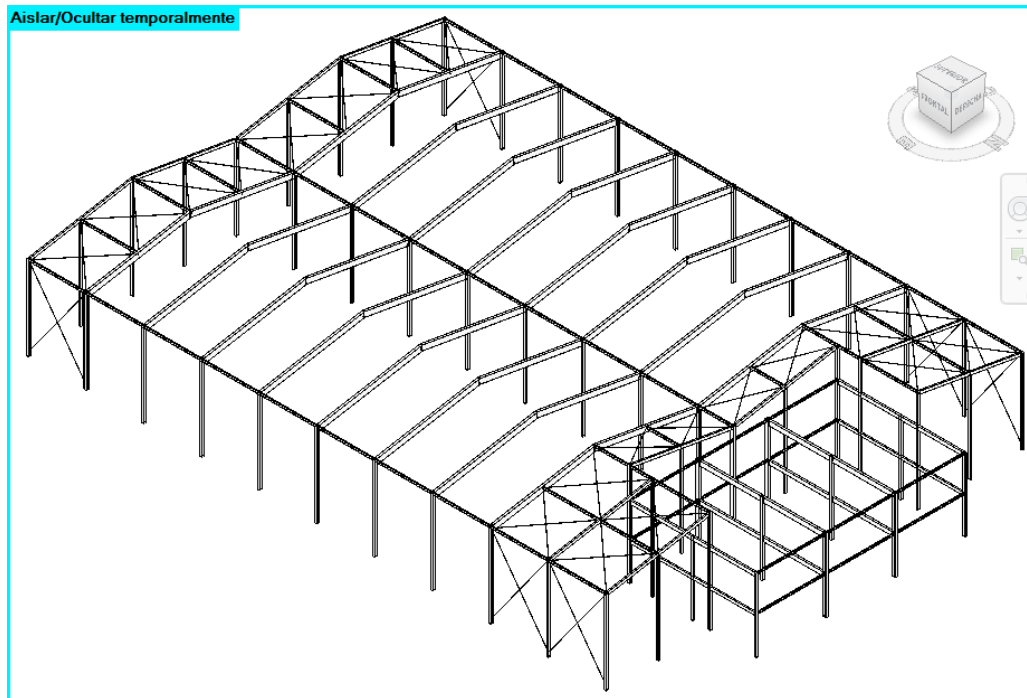


Fig. 191: Vista 3D del modelo estructural con las barras de arriostamiento o cruces de San Andrés. Fuente: Revit

Para acabar con el modelo estructural se modeló el **apoyo de los condensadores** de la unidad frigorífica. Para ello se utilizó perfil **HEA 100** para los apoyos, e **IPE 120** para las vigas. Se ve en la siguiente imagen.

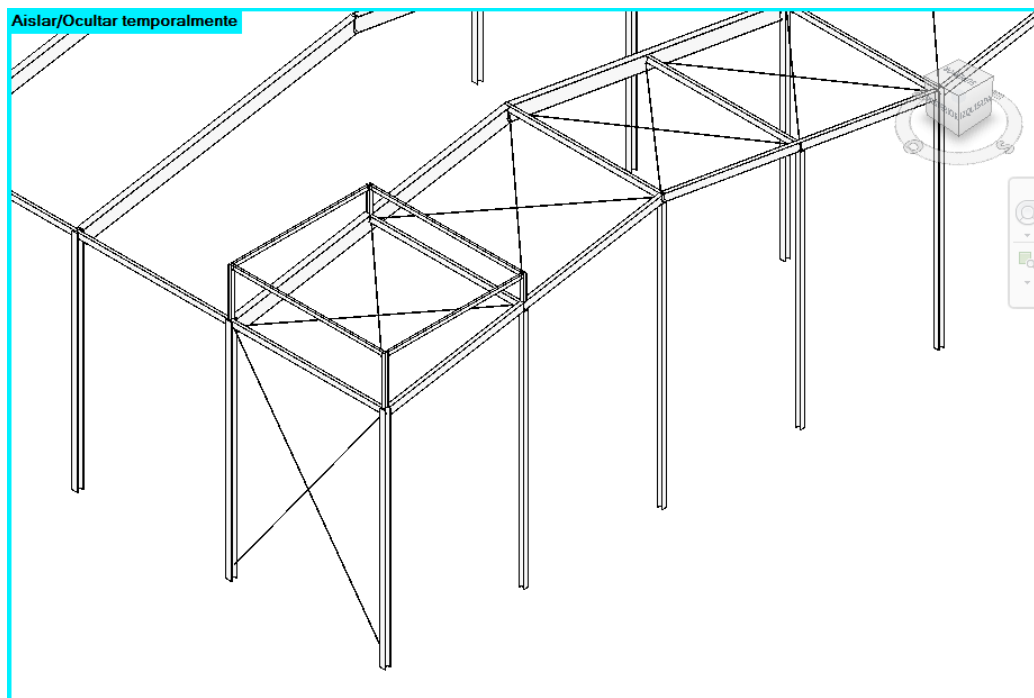


Fig. 192: Vista 3D del apoyo de los condensadores en el modelo estructural. Fuente: Revit

Por último, se incluyeron las correas. Aunque no aparezcan estas en el modelo programado en Cype para el análisis, Cype, sí que las tiene en cuenta cuando utilizamos el módulo “Generador de pórticos”, por lo que si se tienen en cuenta en el cálculo.

En primer lugar, se incluyeron las **correas de cubierta**. Para ello se utilizó perfil **IPE 180** con una separación de **2.5 m.**, por lo que quedan 5 correas por faldón de cubierta.

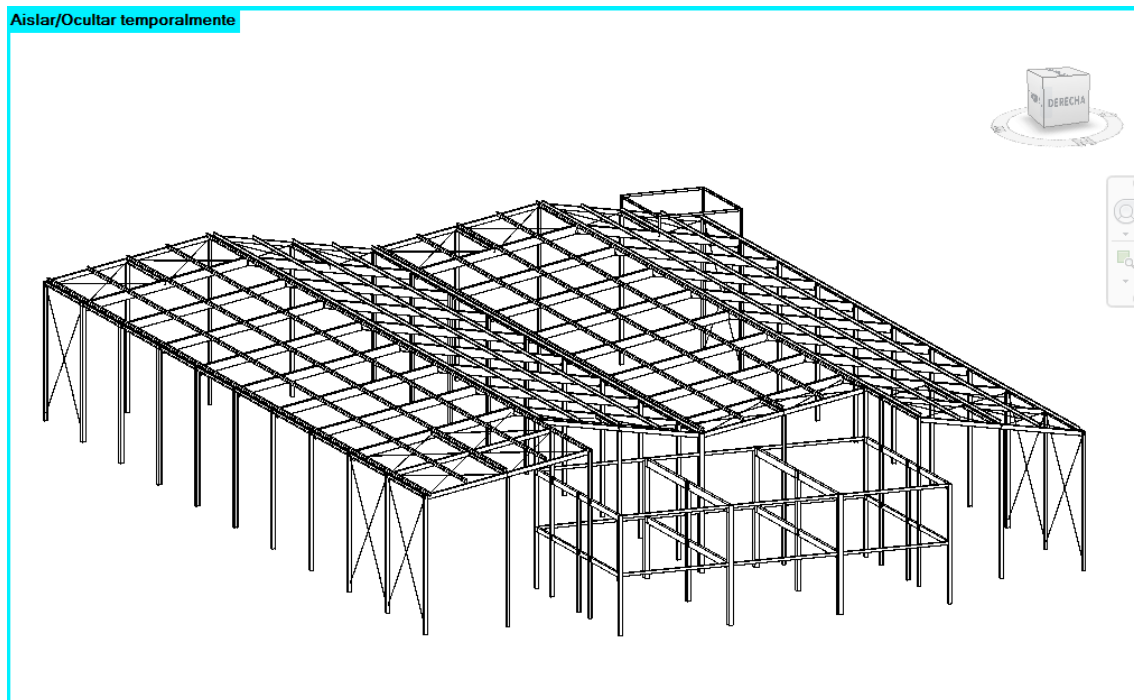


Fig. 193: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas de cubierta. Fuente: Revit

Una vez modeladas las correas de cubierta, y antes de modelar las correas laterales, se modeló un **muelle de carga** en la cara Este de la nave. Aunque, no se tuvo en cuenta en el análisis estructural con Cype, ya que este es algo irrelevante.

El muelle de carga está constituido por: **muro de hormigón armado de 40x4000x130 cm.** sobre la zapata corrida modelada anteriormente.; **muro de hormigón armado de 40x4000x100 cm.** en este caso sin zapata, ya que se aprovecharon las zapatas aisladas de la estructura principal. Para un reparto de las cargas uniforme sobre las zapatas aisladas, este muro descansará sobre el solado de la nave; y **forjado de hormigón armado de 450x4000x20 cm.**

Se modelaron los **muros de carga del muelle** sobre zapata corrida del modelo de la cimentación. Como se ve en la siguiente imagen.

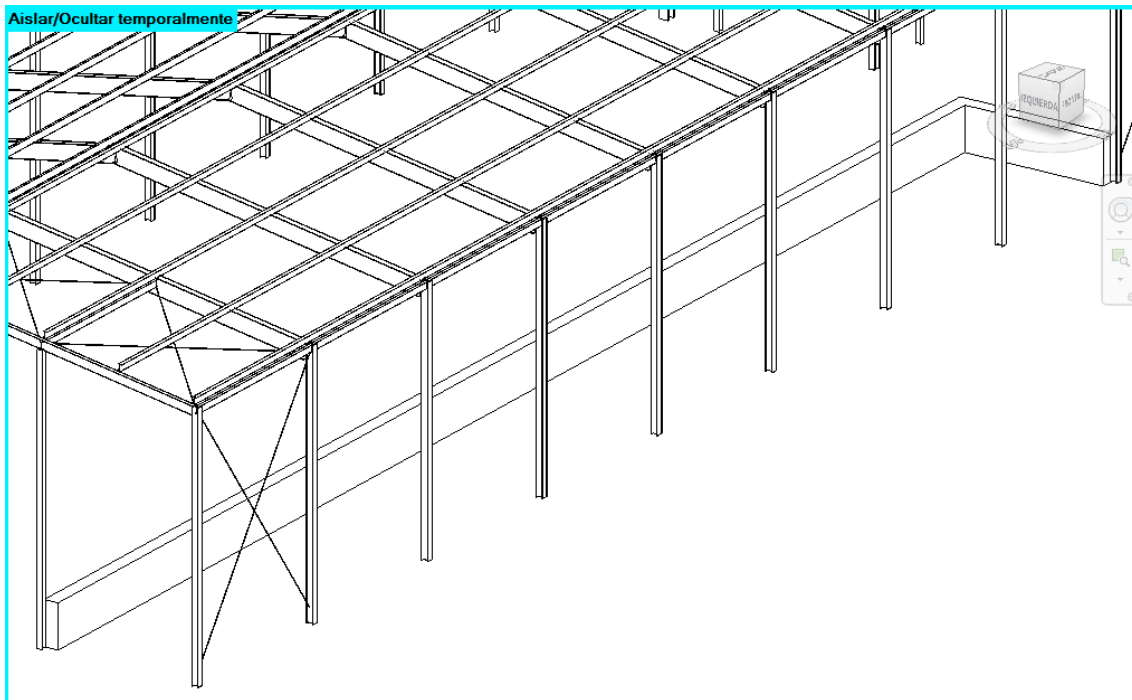


Fig. 194: Vista 3D del modelo de la estructura con los muros de carga del muelle. Fuente: Revit
A continuación, se añadió una imagen más para ver como evolucionaría la obra.

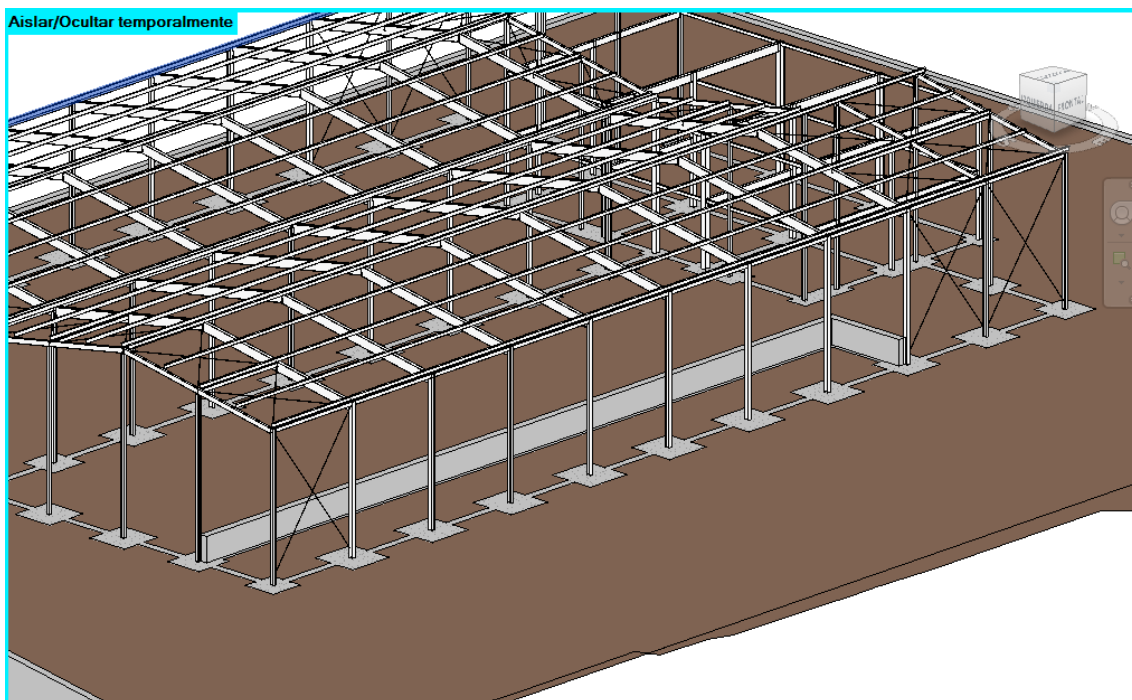


Fig. 195: Vista 3D de la evolución de la obra. Fuente: Revit

Como se ha comentado antes, el segundo muro de carga del muelle apoya en el solado de la edificación, para un reparto de carga más uniforme sobre la cimentación principal. Por lo que se modeló el **solado de la edificación** antes de continuar con el muelle de carga. Como se ve en la imagen siguiente de obra.

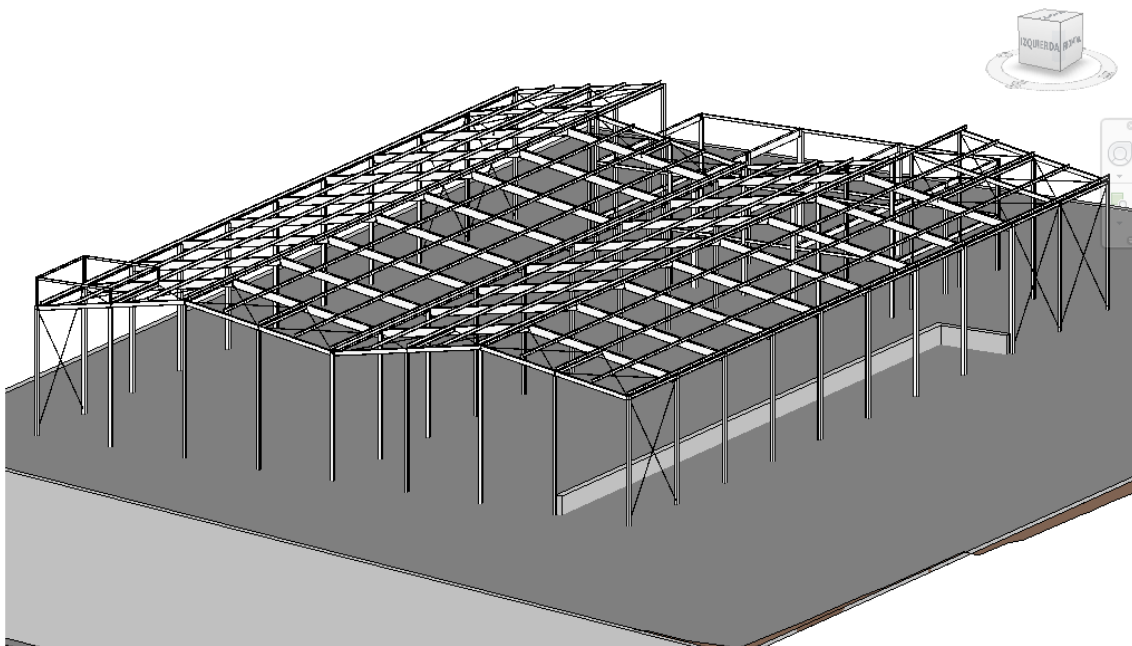


Fig. 196: Vista 3D de la evolución de la obra. Fuente: Revit

Para el solado de la nave se utilizó un suelo estructural de **hormigón armado moldeado in situ de 350mm de espesor**, este es 100 mm de grava para facilitar el drenaje, 50 mm de aislamiento rígido como aislante térmico, una capa membrana como aislamiento contra la humedad, 150 mm de hormigón estructural y una capa de acabado de arena/cemento de 50 mm. Se modelaron los **muros de carga del muelle sobre el solado**. Incluyo una imagen del modelo de la estructura donde se ve lo comentado.

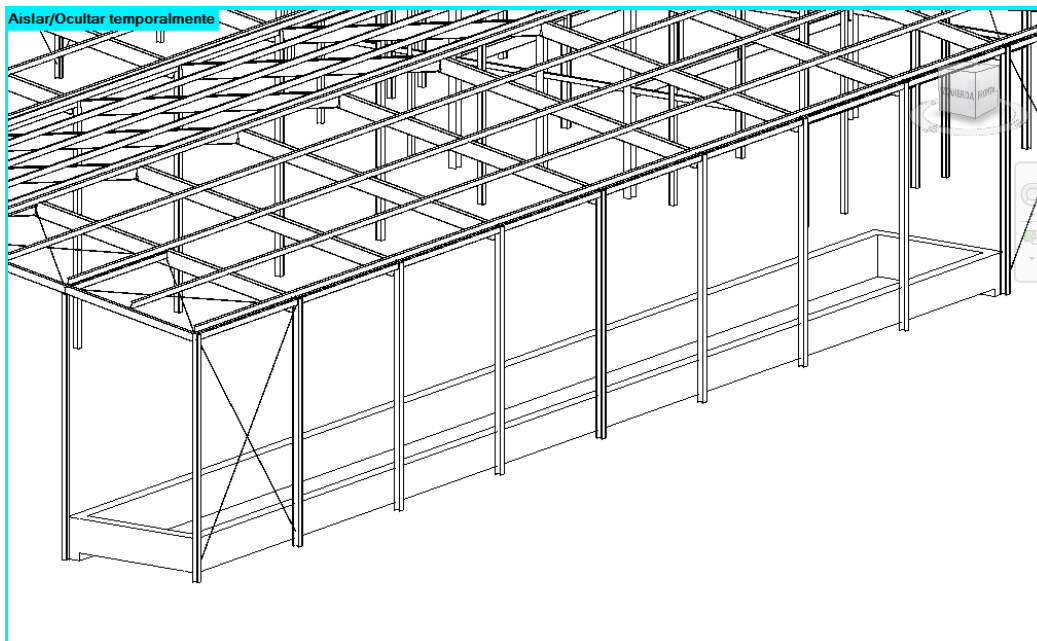


Fig. 197: Apoyo de los muelles de carga. Vista 3D del modelo de la estructura. Fuente: Revit
Seguidamente se añadió al modelo de la estructura el **forjado del muelle de carga**.

Para ello se utilizó **hormigón con armadura bidireccional moldeado in situ de 200mm**, en este caso todo el espesor es hormigón estructural, con sus correspondientes capas envolventes.

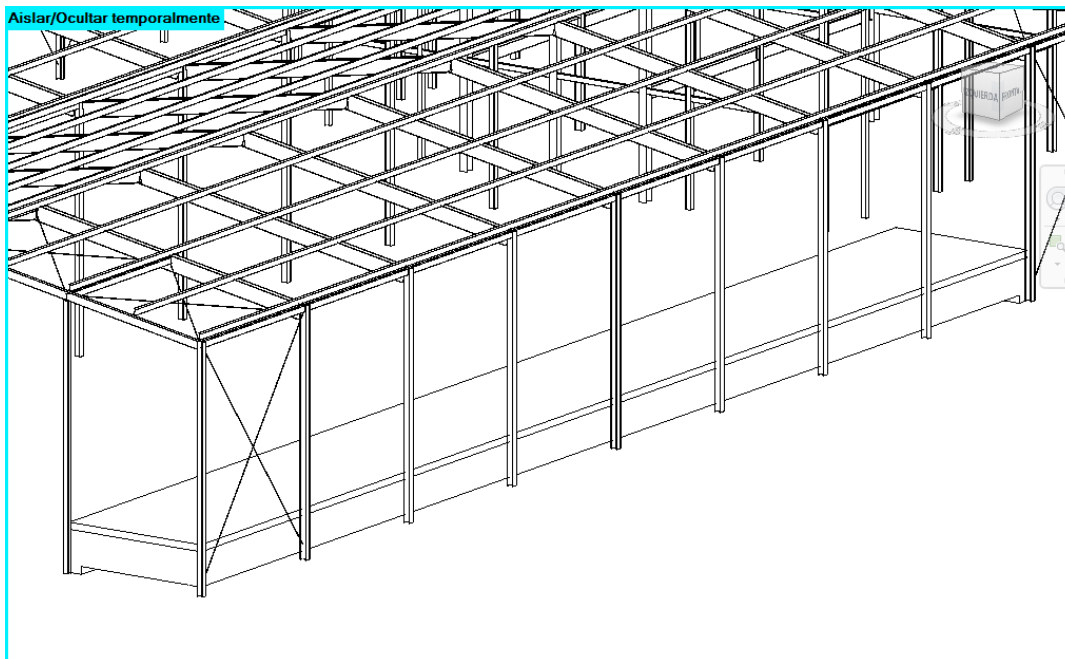


Fig. 198: Muelle de carga. Vista 3D del modelo de la estructura. Fuente: Revit

Se añade una imagen más de la obra, en la se puede ver como quedo modelado el muelle de carga.

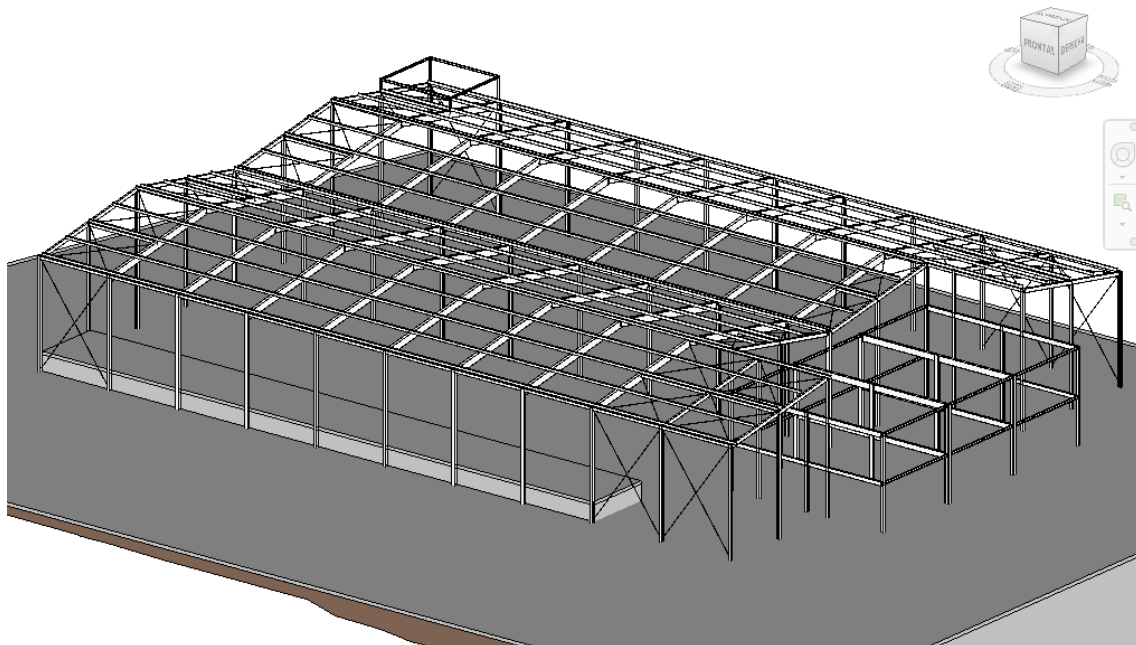


Fig. 199: Vista 3D del modelo de la obra. Fuente: Revit

Se modelaron las **correas laterales**. Para ello se utilizó perfil **IPE 140**, con una **separación de 2 m.**, por lo que quedaron 4 correas por fachada lateral.

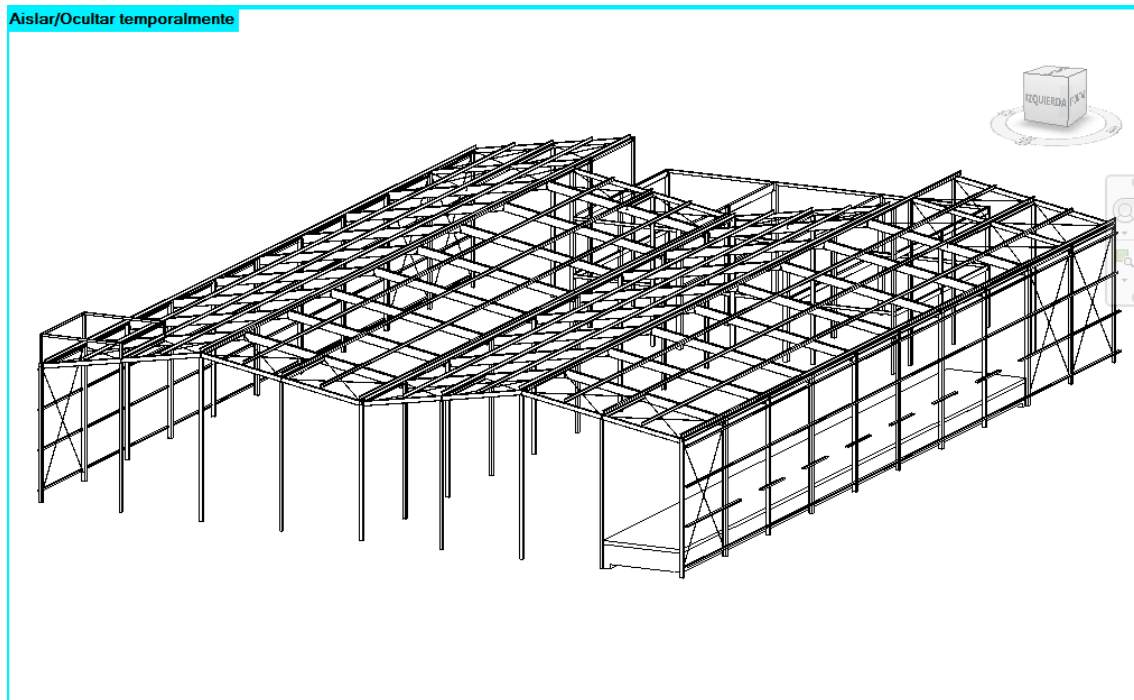


Fig. 200: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas laterales. Fuente: Revit

En la imagen siguiente, se ven las **correas de fachada** que fueron los últimos elementos que se colocaron en el modelo de la estructura.

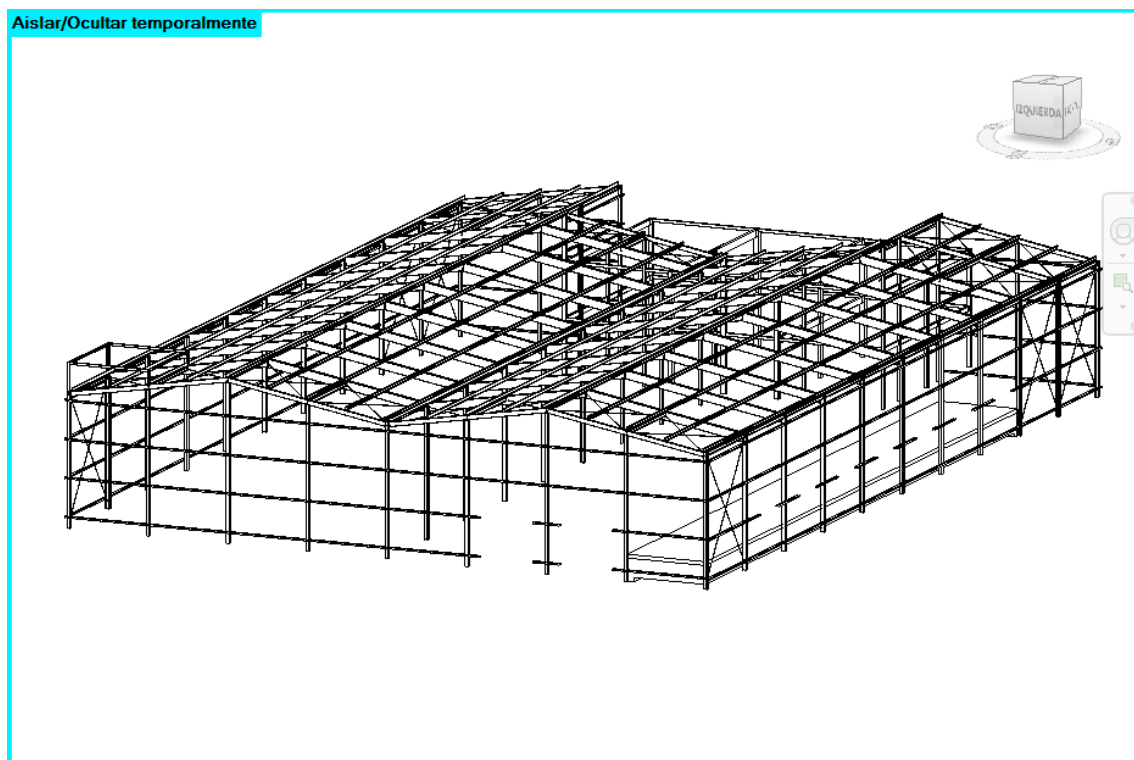


Fig. 201: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas de fachada. Fuente: Revit

En la **Fig. 203**, se ve como se modelaron las **correas correspondientes a los forjados** de las plantas del módulo. En este caso se utilizó perfil **IPE 120 con una separación de 1 m** para la planta baja.

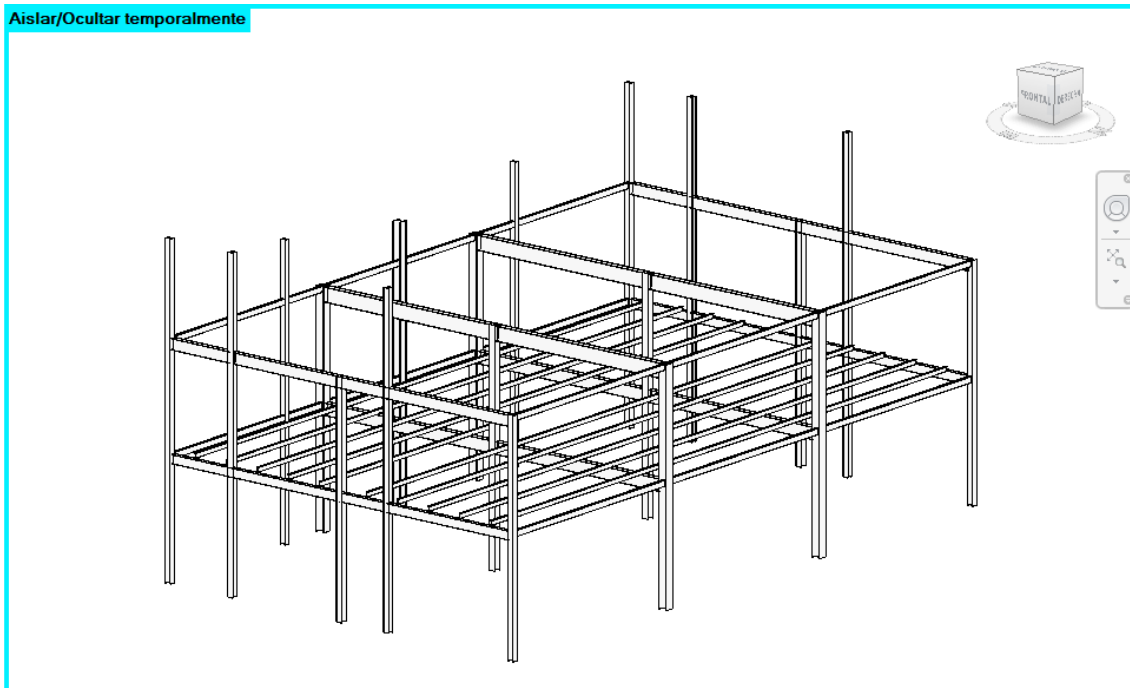


Fig. 202: Vista 3D del módulo con las correas del forjado inferior modeladas. Fuente: Revit
Y perfil **IPE 140 con separación de 1 m** para la planta superior.

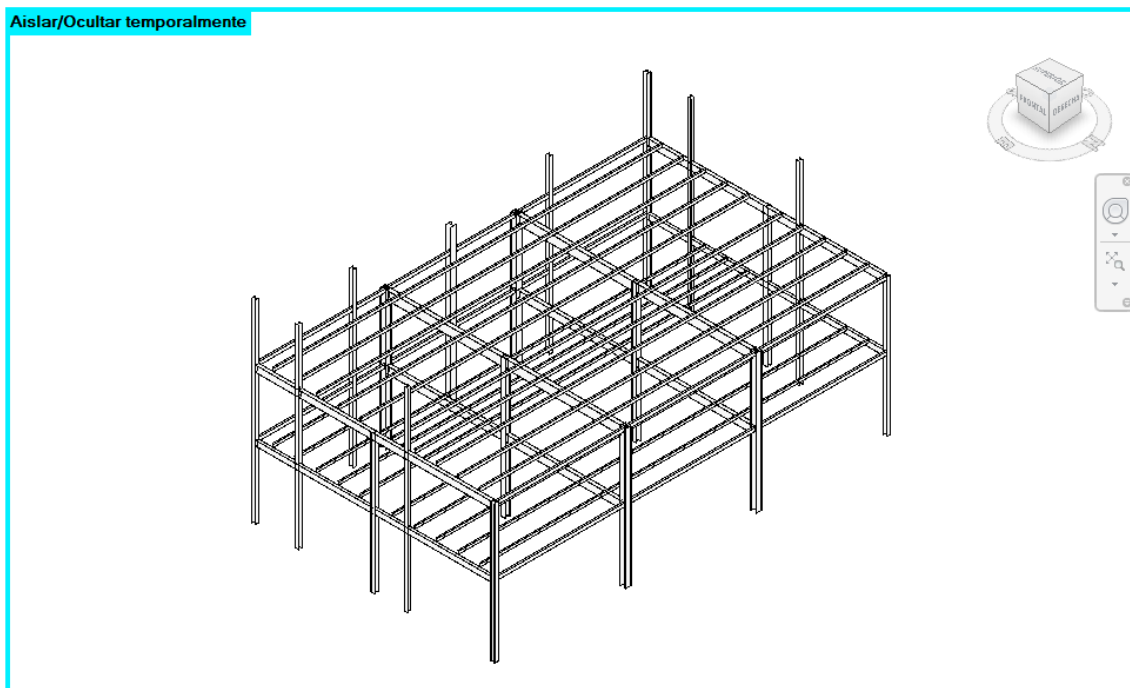


Fig. 203: Vista 3D del módulo con las correas de los forjados modeladas. Fuente: Revit
Estos forjados fueron modificados, posteriormente, en el modelado arquitectónico para adaptarlo a los requerimientos arquitectónicos.

Se incluyen la **Fig. 205** y la **Fig. 206**, donde se puede ver como quedo el modelo estructural y otra de como evolucionaria la obra.

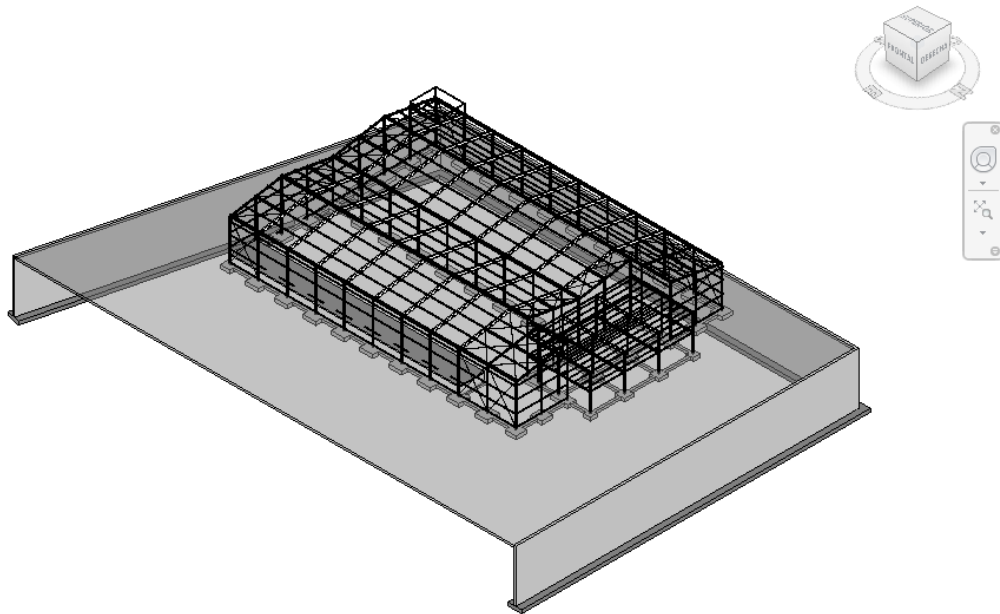


Fig. 204: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit

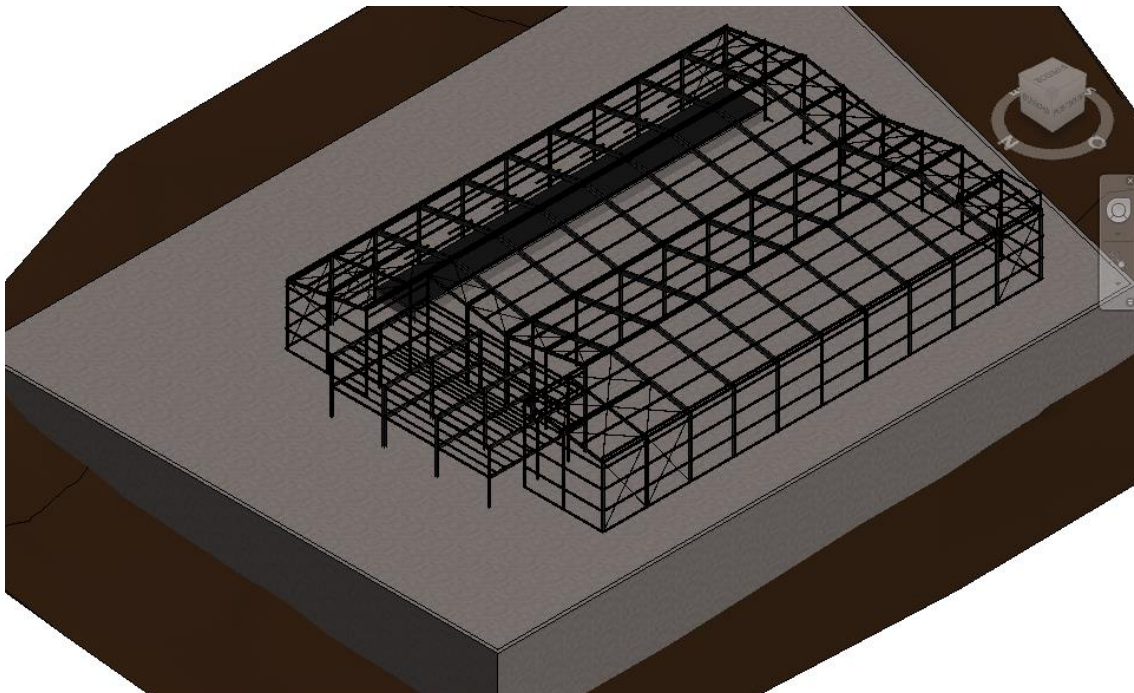


Fig. 205: Vista 3D de obra. Fuente: Revit

Índice de figuras

Fig. 1: Acceso a parcela. Fuente: GoogleMaps.....	8
Fig. 2: Polígono industrial de la localidad de JAMILENA. Fuente: GoogleMaps.....	8
Fig. 3: Distribución de parcelas (Catastro del polígono industrial). Ayuntamiento de Jamilena.....	8
Fig. 4: Ficha de ordenanzas en la zona I-5, Industrial. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.....	14
Fig. 5: Ámbito de aplicación de la zona I-5, Industrial. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.....	14
Fig. 6: Plano nº6 del PGOU de la localidad. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.....	15
Fig. 7: Limitaciones en parcela. Fuente: Web de la Junta de Andalucía.....	16
Fig. 8: Rejilla de referencia para la creación del modelo.....	20
Fig. 9: Nivel de referencia para construcción del modelo.....	21
Fig. 10: Niveles de referencia teniendo en cuenta la cota del estrato resistente.....	22
Fig. 11: Planos de la topografía del terreno (Cara este arriba, norte abajo-derecha. y sur abajo-izqda.).....	23
Fig. 12: Muro de contención modelado.....	23
Fig. 13: Detalle muro de contención sobre el terreno (Alzado Norte). Fuente: Revit.....	24
Fig. 14: Modelo de la plataforma de construcción completo.....	24
Fig. 15: Vista 3D del modelo aproximado de la cimentación.....	25
Fig. 16: Vista en planta del modelo inicial de la cimentación.....	26
Fig. 17: Vista "Alzado Este" de nuestro modelo. Fuente: Revit.....	26
Fig. 18: Disposición de la cimentación. Fuente: Cype.....	27
Fig. 19: Modelo de las zapatas aisladas de la cimentación.....	28
Fig. 20: Modelo de la cimentación con las vigas de atado modeladas.....	29
Fig. 21: Modelo de la cimentación con la zapata corrida del muelle de carga.....	29
Fig. 22: Vista 3D del modelo de la cimentación.....	30
Fig. 23: Vista 3D de la cimentación en obra.....	30
Fig. 24: Vista 3D de la estructura en su estado inicial.....	31
Fig. 25: Vista 3D de la estructura en Cype. Fuente: Cype.....	32
Fig. 26: Estado del modelo estructural en este punto.....	33
Fig. 27: Vista 3D del modelo de la estructura.....	34
Fig. 28: Vista de alzado Este con los pilares modelados.....	34
Fig. 29: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas modeladas.....	35
Fig. 30: Vista 3D del modelo de la estructura con las vigas de atado y las cruces de San Andrés modeladas.....	36
Fig. 31: A la izquierda vista 3D del sistema de apoyo para los condensadores. Y a la derecha ampliación del plano estructural de la cara Sur de la edificación.....	37
Fig. 32: Arriba el plano Este de la edificación. Abajo-izda. el plano Norte de la edificación. Y abajo-dcha. vista3D de la edificación.....	38
Fig. 33: A la izquierda plano Este del módulo. Y a la derecha vista 3D del módulo.....	39
Fig. 34: Vista 3D del modelo de la estructura.....	39
Fig. 35: Perfil detallado del solado.....	40

Fig. 36: Arriba plano Este del modelo estructural. Y abajo vista 3D del modelo estructural.	40
Fig. 37: Arriba ampliación de detalle del muelle del plano Este. Abajo-izda. ampliación de detalle del plano Sur. Abajo-dcha. ampliación de detalle del muelle de la vista 3D.	41
Fig. 38: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit.	42
Fig. 39: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit.	42
Fig. 40: Niveles y rejillas vinculadas desde el modelo estructural.	43
Fig. 41: Arriba ampliación del plano Sur resaltando los cerramientos interiores de la cámara frigorífica. Y abajo la vista 3D detallada de la diferencia de espesores.	44
Fig. 42: Vista 3D del modelo arquitectónico.	44
Fig. 43: Arriba a la izquierda detalle espesor de la capa superficial. Arriba a la derecha vista 3D del modelo arquitectónico. Y abajo vistas en planta del suelo modelado.....	45
Fig. 44: A la izda. plano de la "Planta baja". Y a la dcha. vista 3D del suelo modelado.	46
Fig. 45: Vista en planta de las distintas áreas de la zona industrial.	46
Fig. 46: Arriba nivel de modelado de los tabiques. A la izda. plano en planta del modelo. Y a la dcha. vista 3D del modelo arquitectónico.	47
Fig. 47: A la izda. vista 3D de las puertas. A la dcha. alzado Norte de la cámara frigorífica.	48
Fig. 48: Alzado Sur de las puertas de los baños.....	48
Fig. 49: Alzado Este de las bocas de carga y puerta de acceso para los trabajadores. .	48
Fig. 50: Alzado Sur de las puerta de acceso para vehículos.	49
Fig. 51: Detalle de la zona destinada al proceso industrial.	49
Fig. 52: Detalle del muelle de carga.	49
Fig. 53: Detalle de los vestuarios para los trabajadores.....	50
Fig. 54: Detalle de los baños para los trabajadores.....	51
Fig. 55: Ampliación, de la zona de administración, del plano norte de la edificación. .	53
Fig. 56: Arriba vista 3D de los muros cortina modelados. Abajo-izda. plano en planta del nivel "Cornisa módulo". Y abajo-dcha. ampliación plano este.	53
Fig. 57: Vista en planta del suelo de la administración y alzado este en la esquina superior dcha.....	54
Fig. 58: Alzado norte de la planta baja de la zona de administración.....	55
Fig. 59: Vista en planta del nivel "Planta Baja" de la zona de administración.	55
Fig. 60: Alzado Norte de la puerta de acceso a la zona de administración.....	55
Fig. 61: Vista alzado Norte de la puerta de acceso a la zona industrial y las de los baños.	56
Fig. 62: Alzado Este de las puertas del despacho y de la sala de juntas de paneles acristalados.....	56
Fig. 63: Alzado Este de las escaleras de la planta baja.	57
Fig. 64: Vista 3D de la primera planta de la zona de administración.	57
Fig. 65: Detalle de la planta baja de la zona de administración.	58
Fig. 66: Vista en planta del suelo de la primera planta de la zona de administración y detalle de nivel.	59
Fig. 67: Vista en planta de la primera planta de la zona de administración.	60

Fig. 68: Alzado norte de la primera planta de la zona de administración.....	60
Fig. 69: Alzado Norte de las puertas de los baños de la primera planta de la zona de administración.....	61
Fig. 70: Alzado Este de las puertas de la cafetería y del laboratorio de investigación.	61
Fig. 71: Alzado Este de las escaleras y las barandillas de la primera planta, de la zona de administración.....	62
Fig. 72: Vista 3D de la primera planta de la zona de administración.	62
Fig. 73: Detalle de la primera planta de la zona de administración.	63
Fig. 74: Alzado Norte de la barandilla de la terraza, de la zona de administración.	63
Fig. 75: Vista en planta del suelo de la terraza y detalle del nivel.	64
Fig. 76: Alzado Este de los cerramientos de la terraza y de la cubierta de estos cerramientos.....	64
Fig. 77: Alzado Norte de la puerta y la cubierta de la terraza.	65
Fig. 78: Detalles de la terraza de la zona de administración.	65
Fig. 79: Alzado Norte de los cerramientos exteriores de parcela.	66
Fig. 80: Vista en planta del nivel "Planta baja"	66
Fig. 81: Detalle de nivel del acerado y la capa de alquitrán.	66
Fig. 82: Detalle de la zona exterior.	67
Fig. 83: Modelo de plano A3.....	68
Fig. 84: Vista 1. Zona de salida de producto.....	69
Fig. 85: Vista de la zona de recepción y salida de producto.....	69
Fig. 86: Vista de la cámara frigorífica.....	70
Fig. 87: Vista de los baños para los trabajadores de la zona industrial.....	70
Fig. 88: Baños zona administración	71
Fig. 89: Vista de los vestuarios para los trabajadores de la zona industrial. Fuente: Renderizado.....	71
Fig. 90: Recepción zona administración.	72
Fig. 91: Vestíbulo zona administración.....	72
Fig. 92: Área de descanso zona administración	73
Fig. 93: Sala de juntas zona administración	73
Fig. 94: Despacho zona administración	74
Fig. 95 Oficinas zona administración	74
Fig. 96 Vestíbulo zona administración.....	75
Fig. 97 Cafetería zona administración	75
Fig. 98 Laboratorio zona administración	76
Fig. 99 Terraza zona administración	76
Fig. 100 Exterior fachada norte	76
Fig. 101 Exterior fachada sur	77
Fig. 102 Exterior fachada este	77
Fig. 103 Vista 3D modelo	77
Fig. 104: Fases de construcción.	81
Fig. 105: Plano de situación en provincia de Jaén. Fuente: GoogleMaps	83
Fig. 106: Localidad de JAMILENA. Fuente: GoogleMaps	83

Fig. 107: Plano topográfico de la zona de construcción. Fuente: Web Junta de Andalucía	84
Fig. 108: Plano de Planta general del modelo.	84
Fig. 109: Plano nº 1.1 – Explanación de la edificación.	86
Fig. 110: Plano nº 1.2 – Muro de contención	86
Fig. 111: Plano nº 2.1.Cimentacion	86
Fig. 112: Plano nº 3.1 – Armazón estructural.	87
Fig. 113: Plano nº 3.2 - Armazón estructural.	87
Fig. 114: Plano nº 3.3 - Armazón estructural.	88
Fig. 115: Plano nº 4.1 - Arquitectura.	89
Fig. 116: Plano nº 4.2 – Arquitectura.	89
Fig. 117: Plano nº 4.3 – Replanteo zona industrial.	90
Fig. 118: Plano nº 4.4 – Replanteo zona de administración.	90
Fig. 119: Plano nº 4.5 – Replanteo zona de administración.	91
Fig. 120: Zapata tipo A. Fuente: Cype	91
Fig. 121: Zapata tipo B. Fuente: Cype	92
Fig. 122: Zapata tipo C. Fuente: Cype	92
Fig. 123: Zapata tipo D. Fuente: Cype	93
Fig. 124: Zapata tipo E. Fuente: Cype	93
Fig. 125: Zapata tipo F. Fuente: Cype	93
Fig. 126: Zapata tipo G. Fuente: Cype	94
Fig. 127: Zapata especial tipo A. Fuente: Cype	94
Fig. 128: Zapata especial tipo B. Fuente: Cype	94
Fig. 129: Zapata especial tipo C. Fuente: Cype	95
Fig. 130: Viga de atado. Fuente: Cype	95
Fig. 131: Cimentación correspondiente a la zona SURESTE de la edificación. Fuente: Cype	96
Fig. 132: Cimentación correspondiente a la zona NORESTE de la edificación. Fuente: Cype	96
Fig. 133: Cimentación correspondiente al módulo. Fuente: Cype	97
Fig. 134: Dimensionado pórtico cara Sur de la nave. Fuente: Cype	97
Fig. 135: Dimensionado pórtico interior nave. Fuente: Cype	98
Fig. 136: Dimensionado semipórticos laterales interiores. Fuente: Cype	98
Fig. 137: Dimensionado semipórticos cara Norte de la nave. Fuente: Cype	99
Fig. 138: Dimensionado semipórticos laterales interiores. Fuente: Cype	99
Fig. 139: Dimensionado semipórtico central cara Norte de la nave. Fuente: Cype	99
Fig. 140: Dimensionado de las vigas de atado de la nave. Fuente: Cype	100
Fig. 141: Dimensionado de las cruces de San Andrés. Fuente: Cype	100
Fig. 142: Dimensionado del apoyo de los condensadores. Fuente: Cype	101
Fig. 143: Vista 3D de la estructura del módulo. Fuente: Cype	102
Fig. 144: Dimensionado de los pórticos extremos del módulo. Fuente: Cype	103
Fig. 145: Dimensionados de los pórticos internos del módulo. Fuente: Cype	104
Fig. 146: Dimensionado de las vigas de atado del módulo. Fuente: Cype	104

Fig. 147: Fuente: Revit	105
Fig. 148: Fuente: Revit	105
Fig. 149: Fuente: Revit	105
Fig. 150: Fuente: Revit	106
Fig. 151: Fuente: Revit	106
Fig. 152: Fuente: Revit	106
Fig. 153: Fuente: Revit	107
Fig. 154: Fuente: Revit	107
Fig. 155: Fuente: Revit	107
Fig. 156: Fuente: Revit	108
Fig. 157: Fuente: Revit	108
Fig. 158: Fuente: Revit	108
Fig. 159: Fuente: Revit	109
Fig. 160: Fuente: Revit	109
Fig. 161: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo A.	110
Fig. 162: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo B (Sin pilares de fachada). Fuente: Revit.....	110
Fig. 163: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo B (Con pilares de fachada). Fuente: Revit.....	111
Fig. 164: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo C. Fuente: Revit.....	111
Fig. 165: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo C. Fuente: Revit.....	112
Fig. 166: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo E. Fuente: Revit.....	112
Fig. 167: Vista en planta de la cimentación con las zapatas tipo F. Fuente: Revit.....	113
Fig. 168: Vista en planta de cimentación con la zapata tipo G. Fuente: Revit	113
Fig. 169: Vista en Planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo A. Fuente: Revit.....	114
Fig. 170: Vista en planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo B. Fuente: Revit.....	114
Fig. 171: Vista en planta de la cimentación con las zapatas especiales tipo C. Fuente: Revit	115
Fig. 172: Vista en planta de la cimentación con las vigas de atado. Fuente: Revit.....	115
Fig. 173: Vista en planta de la cimentación con la zapata corrida del muelle de carga. Fuente: Revit.....	116
Fig. 174: Vista 3D de la cimentación. Fuente: Revit	116
Fig. 175: Vista 3D del modelo con los pilares laterales de la nave definitivos. Fuente: Revit.....	117
Fig. 176: Vista 3D del modelo con los pilares de los semipórticos laterales de la nave. Fuente: Revit.....	118
Fig. 177: Vista 3D del modelo con los pilares de los pórticos extremos del módulo definitivos. Fuente: Revit.....	119
Fig. 178: Vista 3D del modelo con los pilares de los pórticos intermedios del módulo definitivos. Fuente: Revit.....	120

Fig. 179: Vista 3D de los pilares del semipórtico central de la nave definitivos. Fuente: Revit	121
Fig. 180: Vista 3D del modelo de la estructura con los pilares de fachada definitivos (Cara Norte). Fuente: Revit	122
Fig. 181: Vista 3D del modelo de la estructura con los pilares de fachada definitivos (Cara Sur). Fuente: Revit	122
Fig. 182: Vista 3D de cómo quedaría en obra. Fuente: Revit	123
Fig. 183: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los pórticos definitivos. Fuente: Revit.....	123
Fig. 184: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los semipórticos. Fuente: Revit.....	124
Fig. 185: Vista 3D de cómo quedaría en obra. Fuente: Revit	124
Fig. 186: Vista 3D del modelo de la estructura con las jácenas de los pórticos del modulo	125
Fig. 187: Vista 3D del estado de la obra. Fuente: Revit.....	125
Fig. 188: Vista 3D del modelo estructural con las vigas de atado de la nave.	126
Fig. 189: Vista 3D del modelo estructural con las vigas de atado del módulo. Fuente: Revit	127
Fig. 190: Vista 3D de obra. Fuente: Revit	127
Fig. 191: Vista 3D del modelo estructural con las barras de arriostamiento o cruces de San Andrés. Fuente: Revit	128
Fig. 192: Vista 3D del apoyo de los condensadores en el modelo estructural. Fuente: Revit.....	128
Fig. 193: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas de cubierta. Fuente: Revit	129
Fig. 194: Vista 3D del modelo de la estructura con los muros de carga del muelle. Fuente: Revit	130
Fig. 195: Vista 3D de la evolución de la obra. Fuente: Revit	130
Fig. 196: Vista 3D de la evolución de la obra. Fuente: Revit	131
Fig. 197: Apoyo del muelles de carga. Vista 3D del modelo de la estructura. Fuente: Revit	131
Fig. 198: Muelle de carga. Vista 3D del modelo de la estructura. Fuente: Revit	132
Fig. 199: Vista 3D del modelo de la obra. Fuente: Revit	132
Fig. 200: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas laterales. Fuente: Revit	133
Fig. 201: Vista 3D del modelo de la estructura con las correas de fachada. Fuente: Revit	133
Fig. 202: Vista 3D del módulo con las correas del forjado inferior modeladas. Fuente: Revit.....	134
Fig. 203: Vista 3D del módulo con las correas de los forjados modeladas. Fuente: Revit	134
Fig. 204: Vista 3D del modelo estructural. Fuente: Revit.....	135
Fig. 205: Vista 3D de obra. Fuente: Revit	135

Índice de tablas

Tabla 1: Límites urbanísticos	16
Tabla 2: Tabla de planificación de habitaciones.....	79
Tabla 3: Tabla de planificación de muros	80
Tabla 4: Tabla de cantidades de puertas.....	80