



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO CON TECNOLOGÍA BIM DEL PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DEDICADA A LA INYECCIÓN DE PLÁSTICOS EN EL POLÍGONO DE MARTOS-JAÉN

Alumno: Jaime Sánchez Díaz

Tutor: Prof. D. Francisco Javier Gallego Álvarez
Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Septiembre, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

DON FCO. JAVIER GALLEGO ÁLVAREZ , TUTOR DEL PROYECTO FIN DE CARRERA TITULADO:
“Desarrollo con tecnología BIM del proyecto para la construcción de una nave
industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén”, QUE
PRESENTA JAIME SÁNCHEZ DÍAZ, AUTORIZA SU PRESENTACIÓN PARA DEFENSA Y EVALUACIÓN
EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2018

El alumno:

Los tutores:

JAIME SÁNCHEZ DÍAZ

FCO. JAVIER GALLEGOS
ÁLVAREZ

Índice general

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	7
3. ANTECEDENTES	9
3.1. Concepto de BIM	9
3.2. Historia del BIM.....	10
3.3. Nivel de desarrollo (LOD).....	11
3.4. Aplicación BIM en la construcción	13
3.5. Software utilizado en BIM.....	14
3.5.1. Revit (Autodesk).....	15
3.5.2. ArchiCAD (Graphisoft).....	16
3.5.3. Allplan (Nemetschek)	17
3.6. Proceso de inyección de plásticos.....	18
4. METODOLOGÍA GENERAL.....	20
5. PROGRAMA DE NECESIDADES DE LA NAVE INDUSTRIAL	21
6. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA PARA LAS NECESIDADES DE LA NAVE INDUSTRIAL	23
7. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA ARQUITECTÓNICO.....	25
8. LUGAR DE EDIFICACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL	26
9. MODELADO.....	27
9.1. Modelado cimentación	27
9.2. Modelado estructural.....	30
9.3. Modelado cerramientos.....	33
9.4. Modelado cubierta.....	35
9.5. Modelado suelo y escalera.....	36
9.6. Modelado de muros divisorios.....	38
9.7. Modelado del falso techo	39
9.8. Modelado de puertas.....	40
9.9. Modelado de ventanas	41
9.10. Modelado de luminarias.....	43

10.	MODELADO A PARTIR DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DESARROLLO BIM	44
10.1.	LOD 100	44
10.2.	LOD 200	48
10.3.	LOD 300	52
11.	DOCUMENTACIÓN GENERADA A PARTIR DEL MODELO	56
11.1.	Gestión de la información mediante Revit	56
11.2.	Planificación por fases	60
11.3.	Medición y presupuesto	64
12.	CONCLUSIÓN	65
	Bibliografía	67
	ANEXOS	69
-	Anexo 1: Plan General de Ordenación Urbana	69
-	Anexo 2: Mediciones	71
-	Anexo 3: Presupuesto desglosado	79
-	Anexo 4: Planos nave industrial	91

Índice Figuras

Figura 1: DIFERENTES NIVELES DE DESARROLLO	12
Figura 2 : EMPLAZAMIENTO NAVE INDUSTRIAL	26
Figura 3: PLANOS DE PLANTA	27
Figura 4: REJILLA	28
Figura 5: CREACIÓN FAMILIA REVIT	28
Figura 6: COLOCACIÓN ZAPATA AISLADA	29
Figura 7: COLOCACIÓN DE PILAR DE ACERO CON RESTRICCIONES	30
Figura 8: COLOCACIÓN DE CELOSIAS CON PERFIL L	31
Figura 9: COLOCACIÓN DE LAS DIFERENTES VIGAS DE LA NAVE	32
Figura 10: COLOCACION DE CERRAMIENTOS MEDIANTE RESTRICCIONES	33
Figura 11: MODELADO DE MURO CORTINA	34
Figura 12: MODELADO DE CUBIERTA	35
Figura 13: MODELADO DE LA ESCALERA	37
Figura 14: MODELADO DE MUROS DIVISORIOS	38
Figura 15: MODELADO DE FALSOS TECHOS	39
Figura 16: MODELADO DE FALSOS TECHOS	42
Figura 17: MODELADO DE PAREDES “LOD 100”	45
Figura 18: MODELADO DE TECHO Y SUELO “LOD 100”	46
Figura 19: MODELADO DE ESCALERAS “LOD 100”	47
Figura 20: MODELADO DE CUBIERTA “LOD 100”	47
Figura 21: MODELADO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA “LOD 200”	49
Figura 22: MODELADO NAVE INDUSTRIAL “LOD 200”	50
Figura 23: MODELADO MURO CORTINA, VENTANAS Y PUERTAS “LOD 200”	50
Figura 24: HERRAMIENTA TEXTURA “REVIT”	51
Figura 25: MURO GENÉRICO “LOD 100”	52
Figura 26: MURO CON INSERCCIÓN DE MATERIALES “LOD 300”	53
Figura 27: SUELO CON INSERCCIÓN DE MATERIALES “LOD 300”	53
Figura 28: CUBIERTA CON INSERCCIÓN DE MATERIALES “LOD 300”	54
Figura 29: RENDERIZADO ZONA DE PRODUCCIÓN “LOD 300”	54
Figura 30: RENDERIZADO ZONA DE RECEPCIÓN “LOD 300”	55
Figura 31: DIFERENCIACIÓN DE HABITACIONES	56
Figura 32: DIFERENCIACIÓN DE HABITACIONES POR COLORES	57
Figura 33: TABLAS PLANIFICACIÓN “Puertas”	58

Figura 34: TABLAS PLANIFICACIÓN “Habitaciones”	59
Figura 35: CIMENTACIÓN “Fase 2”	60
Figura 36: ESTRUCTURA “Fase 3”	61
Figura 37: CERRAMIENTOS “Fase 4”	62
Figura 38: CUBIERTA “Fase 5”	62
Figura 39: MOBILIARIO “Fase 8”	63

1. RESUMEN

Durante los últimos años ha aparecido una nueva metodología para la realización de proyectos denominada BIM (Building Information Modeling). Dicha metodología está siendo una revolución en la industria de la construcción.

Con este trabajo fin de grado se pretende introducir en esta nueva metodología para conocer las ventajas respecto a la metodología tradicional. Este trabajo va a constar de dos partes, una de ellas será teórica, en la cual se introducirá en la metodología BIM y otra parte práctica en la que se procede a modelar una nave industrial dedicada a la inyección de plásticos.

En la parte teórica se pretende explicar en qué consiste esta metodología además de hablar sobre la historia del BIM y los efectos que ha producido esta nueva metodología en la construcción.

Por otro lado, en la parte práctica se procede al modelado de una nave industrial para la inyección de plástico en donde se explicarán los comandos más importantes del programa utilizado. En el modelado de la nave industrial se modelará las partes más importantes de la nave industrial como son la cimentación, la estructura, la cubierta, entre otros.

Una vez finalizado el modelado se procede a la obtención de diferentes documentos con ayuda de diferentes programas. Algunos de estos documentos son planos, mediciones, presupuesto, etc.

2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la antigüedad todo boceto de un proyecto se realizaba a mano y los proyectos tenían diferentes etapas. La primera etapa comenzaba con un pequeño croquis en el que se esbozaba una idea, por ejemplo “Aquí se pondrá una ventana de 80 o 85 cm” (las medidas exactas de la puerta), los materiales y los costes quedaban para más adelante e incluso se decidían en la misma obra ya que era el único lugar donde existía realidad. Estas decisiones en el último momento suponían un coste muy elevado. [1]

Con la aparición del CAD se produjeron algunos avances en la evolución de la edificación. Se comenzó a dibujar más rápidamente y a seleccionar medidas más exactas, esta exactitud ayudaba a evitar algunos problemas, pero aún la única realidad que existía era en la obra. [1]

Gracias al avance tecnológico se pudo empezar a desarrollar modelados 3D, esto resultó ser un gran salto en la evolución de la edificación. La realidad ya no estaba solo en la obra, sino que se podía tener en el estudio donde se daban soluciones a problemas que antes no se podían dar hasta llegar a la etapa de la obra, suponiendo grandes costes. Esto trajo consigo una gran reducción en el coste en la obra.

Con este avance tecnológico se empezó a desarrollar los primeros sistemas gráficos de recogidas de datos y de representación mediante ordenador. Con el paso de los años, estos sistemas siguieron actualizándose hasta llegar a ser los programas que se conocen en la actualidad. A partir de aquí apareció el modelado BIM.

En este trabajo de fin de grado se pretende mostrar el desarrollo de una nave industrial dedicada a la inyección de plásticos, la cual se encuentra situada en el polígono industrial de Martos-Jaén. El desarrollo del proyecto se va a realizar mediante la tecnología BIM (Building Information Modeling), con el fin de gestionar toda la obra.

Los principales objetivos que realizar en el proyecto son:

- Realizar el modelado BIM de una nave industrial dedicada a la inyección de plásticos.
- Realizar el modelado BIM mediante diferentes niveles de desarrollo.
- Generar planos para el proyecto de ejecución.
- Generar mediciones y presupuestos del proyecto.
- Generar las diferentes fases de construcción del proyecto.

En el presente trabajo fin de grado, no es objetivo el cálculo estructural. Por lo tanto, el dimensionamiento de la estructura y cimentación se hace de modo arbitrario.

3. ANTECEDENTES

3.1. Concepto de BIM

BIM es un acrónimo de la palabra Building Information Modeling (modelado de la información del edificio). Se pueden encontrar muchos significados, debido a que en la actualidad no existe una única denominación para este término, algunas de las que podemos encontrar son: modelado 3D virtual de los edificios y proceso de edificación, almacenamiento de todos los datos de un edificio organizados de forma que se puede consultar visual y numéricamente de forma sencilla, etc.

En definitiva, BIM es una metodología innovadora la cual facilita la comunicación entre el sector de la arquitectura, la ingeniería y el de la construcción. Con BIM, arquitectos e ingenieros pueden generar e intercambiar información de manera eficiente, crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción y simulan el rendimiento en la vida real, todo ello perfecciona el flujo de trabajo, aumentando la productividad y mejorando su calidad.

Cada palabra que compone la sigla BIM representa no solo el término literal, sino también un concepto y función que gestiona el modelo. Por tanto, tenemos tres palabras [2]:

- Edificio (BUILDING): informa del objeto en el cual se basa la metodología, no reduce su uso solo a obras de edificación, sino también de rehabilitación, obra civil y otros posibles proyectos. Engloba un proceso que se inicia con la misma concepción y diseño del proyecto, continua con su construcción y explotación y finaliza con la reconversión del mismo, es decir, participa en todo el ciclo de vida del activo. Aunque su empleo mayoritario ha sido en edificaciones, no se descarta su uso en la concepción y seguimiento de construcción de infraestructuras, hecho que poco a poco se empieza a imponer bajo el nombre de Bridge Information Modelling.

- Información (INFORMATION): utiliza la metodología de trabajo BIM, cuyas plataformas están en constante actualización para la correcta creación y desarrollo de base de datos. La información contenida en este sistema se encuentra abierta para todos los integrantes del equipo, quienes pueden usarla, reutilizarla y optimizarla cuando sea necesario. Además, puede incluirse como una entrega para el mandante, si se compromete dentro del proyecto.
- Modelado (MODELING): si bien la edificación oficial indica que la M se refiere a modelado, algunos profesionales optan por decir que la M significa administración, lo que concuerda con la idea de que la estructura es construida sobre datos organizados, dando forma a un sistema que luego puede ser administrativo y actualizado por parte del mandante.

3.2. Historia del BIM

El primer sistema de CAD surgió en el año 1963, este sistema fue diseñado por Iván Sutherland denominado Sketchpad. Se considera el primer programa informático capaz de dibujar líneas en la pantalla de un ordenador. [3]

El BIM fue desarrollado en el 1974 por el arquitecto Charles Eastman, se dedicó a las ciencias de la computación en la universidad Carnegie Melon, donde daría lugar al sistema BDS cuando todavía no había ni ordenadores personales. El BDS (Building Description System) tiene todos los componentes del vigente BIM. En el mencionado software se trata el problema del proyecto a partir de una serie de datos en la que se han separado los componentes del edificio en diferentes piezas. [3]

La industria del software se desarrolla a una gran velocidad en los EE. UU. en 1982, el BIM que actualmente se conoce hoy por hoy se debe a los matemáticos Bábor Bojar y Leonid Raiz, ambos fundadores de Archicad y Revit. Fue en 1984 cuando se crea la primera versión de Archicad denominada CH RADAR para el

sistema operativo Apple Lisa, convirtiéndose así Archicad en el primer software BIM para ordenadores personales capaz de crear dibujos tanto en 2D como en 3D. [3]

Este mismo año, Georg Nemetschk, después de llevar a cabo la creación de software para su propia oficina técnica crea Alipian, considerado el segundo software BIM de los ordenadores personales. El tercer BIM fue desarrollado por Richar Diehi MINIcad para ordenadores personales. [3]

En 1997 Leonid Raiz e Irwin Jungreis crearon la empresa Charles River la cual es un software de Revit. En el 2000 se emitió la primera versión de Revit. La compañía Revit distribuyó el software a través de una suscripción mensual por internet, sin distribuciones físicas. Es en el 2002 cuando Autodesk compra la compañía Revit y en el 2010 en el año en el que Revit cambia su interfaz que es la que hay en la actualidad. [3]

3.3. Nivel de desarrollo (LOD)

El proceso de modelado contiene diferentes niveles de “LOD”, cuyas siglas significan “Level of Development” en español se le denomina niveles de desarrollo. El objetivo de estos niveles de desarrollo es indicar el grado de detalle que contendrá el modelado.

Existen diferentes niveles de desarrollo (100-200-300-400-500) como se puede observar en la figura 1. Cada nivel va incrementando la calidad y el grado de detalle del modelado, por lo tanto, el LOD 500 es el que contiene un mayor grado de detalle. Cuando se habla de grado de detalle hay que tener en cuenta que este no significa la cantidad de Grafismo que contiene un modelo, sino, se refiere a la cantidad de información que da sobre el modelo. Los diferentes niveles de desarrollo son: [19]

- LOD 100: Este es el primer nivel de desarrollo y por lo tanto el más básico. En el LOD 100 se enumeran los elementos básicos los cuales algunos de ellos pueden mantenerse en este nivel de desarrollo, aunque el modelado avance. En este nivel no es necesario la resolución de gráficas.

- LOD 200: En este nivel se procede a indicar la geometría de los elementos y su ubicación en el proyecto. Este nivel de desarrollo se puede considerar como un proyecto básico. En este nivel se pueden empezar a calcular costes.
- LOD 300: alcanzado este nivel de desarrollo empiezan a desarrollarse los elementos gráficamente y se especifica de una forma más exacta su geometría.
- LOD 400: Una vez finalizados los 3 niveles de desarrollo anteriores en este se procede a añadir mas información al modelado sobre la construcción. Como forma de montaje, uso, orientación, etc. Este nivel de desarrollo se puede considerar durante el proceso de ejecución de la obra.
- LOD 500: Alcanzado el último nivel de desarrollo que contendrá toda la información de los niveles anteriores este se puede considerar como el nivel de proceso constructivo finalizado “as built”.



Figura 1: | DIFERENTES NIVELES DE DESARROLLO |

Fuente: [19]

3.4. Aplicación BIM en la construcción

Lentamente la tecnología BIM se va incorporando en el mundo de la ingeniería, construcción y arquitectura, volviéndose cada vez más indispensable, sobre todo en proyectos de construcción. La utilización de esta metodología para la construcción no es tarea fácil, ya que requiere de un gran trabajo entre profesionales.

Gracias a la integración de BIM en los diferentes proyectos de construcción permite gestionar los diferentes problemas surgidos durante la construcción y post-construcción. Además, esta metodología permite gestionar la complejidad del diseño.

BEP, o también conocido en español como PEB (Plan de Ejecución BIM), es el documento más importante de un proyecto BIM. Es un documento que define los procesos BIM y la estrategia para conseguir con éxito el desarrollo del proyecto. Además, no existe un BEP que sirva para todo el mundo, es un documento que tiene que ser adaptado para cada propietario, ya que, aunque todos tengan necesidades muy parecidas, cada uno tendrá diferentes características respecto a las áreas del proyecto. [4]

La metodología BIM es una gran herramienta que sirve para informar al cliente y ayuda a visualizar mejor su proyecto, con el objetivo de que se sienta satisfecho. Esta herramienta ofrece una gran coordinación y colaboración entre los diferentes profesionales que trabajan en el diseño, y la mejora de la planificación y gestión del proyecto.

Uno de los objetivos principales de la metodología BIM es que todas las personas que están trabajando en el proyecto estén relacionadas entre sí además de que entienda de mejor forma como va a ser el diseño de la construcción que se va a realizar y que requisitos afectan a dicho proyecto.

Desde las primeras fases del proyecto se empieza a trabajar en grupo gracias a la metodología BIM. Además, desde la fase de pre-construcción los agentes ya pueden trabajar como contratistas o subcontratistas en el desarrollo del proyecto.

La implantación del BIM se está dando en todos los países del mundo, tanto el sector público como el privado de España están solicitando esta metodología para sus proyectos. De hecho, ya existen pliegos de condiciones, que son documentos donde se aceptan condiciones que incluyen BIM. El objetivo es que arquitectos, ingenieros, constructoras, fabricantes de España colaboren para devolver la eficiencia perdida en el sector de la construcción mediante la implantación de modelos BIM.

3.5. Software utilizado en BIM

En la actualidad existen software que son plataformas BIM, se pueden encontrar diferentes programas como: Revit, ArchiCAD, Allplan, AECOsim, Edificius entre otros. En los siguientes apartados se hablará sobre las cualidades que tienen los tres programas más conocidos Revit, ArchiCAD y Allplan.

Con la creación de este tipo de software surgió el concepto “Open BIM”. El cual se creó con la finalidad de disminuir la complejidad a la hora de usar los datos de un proyecto con diferentes programas. Es decir, antes de la creación del concepto “Open BIM” el trabajador de un proyecto se veía obligado a trabajar con una determinada herramienta o aplicación, ya que existía la limitación de compartir los datos del proyecto entre distintos programas. Esta limitación produce una desconexión entre las diferentes personas que tratan de compartir datos en un entorno común.

“Open BIM” implica la introducción de un nuevo método de comunicación digital, gracias al nuevo método de comunicación diferentes aplicaciones compatibles mantienen una interconexión con el modelo y los datos utilizados para el mismo. Teniendo en cuenta la gran cantidad de información en diferentes formatos, un entorno de trabajo abierto es un aspecto fundamental para que esta información se pueda compartir. El principal impulsor de la difusión del “Open BIM” es la organización “buildingSMART International”. [5]

3.5.1. Revit (Autodesk)

Revit es el software más utilizado en España como plataforma BIM, su origen se remonta a 1997, una empresa llamada Charles River decidió crear un programa que le ayudaría en el desarrollo de la arquitectura y de ahí surgió Revit. El software en aquella época era muy sencillo y no estaba muy desarrollado, no fue hasta el año 1999 cuando se empezó a desarrollar. En 2002, la empresa Autodesk adquirió Revit a la cual le cambió la interfaz que se ha mantenido hasta la actualidad.

Se trata de un programa con infinitud de herramientas para la creación de un proyecto. Este programa permite crear diseños basados en otros objetos tridimensionales, los cuales están asociados para coordinarse automáticamente ante cualquier cambio introducido. Este software tiene funciones que cubren la mayoría de las necesidades de modelado de la arquitectura, ingeniería y construcción.

El programa cuenta con diferentes herramientas las cuales permiten diseñar el edificio desde la primera idea hasta el final de la construcción. Estas herramientas abarcan detalles como cubiertas, muros, ventanas etc. Además, Revit permite realizar diferentes cálculos como pueden ser las áreas o el perímetro de las habitaciones, también permite aplicar diferentes texturas a los materiales, etc.

El programa permite analizar los frentes de luz que dan sobre la estructura además de analizar todos los ángulos que tenga el edificio en diferentes perspectivas y distintas secciones.

Revit posee una gran herramienta que es el renderizado, con la cual se pueden sacar vistas realistas de diferentes partes de la construcción. Con este renderizado además se puede simular la luz natural que entra por las ventanas con diferente climatología y la luz artificial de la luminaria que contenga la construcción.

En definitiva, Revit permite coordinar en detalle todos los elementos y áreas cubiertas en nuestro trabajo, mejorando nuestra eficiencia y minimizando el riesgo de errores en la ejecución. En términos generales, hay tres procesos principales que se facilitan con este software:

- Manejo de archivos: se concentran todos los archivos en un solo lugar.
- Registro de datos y cumplimiento de tareas: el programa no permite que se dejen tareas a un lado.
- Actualización de cambios: al cambiar un elemento, se ejecutan automáticamente todas las modificaciones en todas las áreas y secciones.

3.5.2. ArchiCAD (Graphisoft)

El software fue desarrollado por la compañía GRAPHISHT de origen húngaro. Su fundador fue Gábor Bojár, el mismo que decidió transformar un software de diseño de sistemas de tuberías en una herramienta que permitiese a arquitectos visualizar y documentar sus diseños.

Del concepto de Virtual Building se obtiene la idea de que lo que se construye en ARCHICAD no son representaciones 2D, sino que, se construye el edificio como un modelo real. Un modelo 3D inteligente desde el cual se origina tanto la documentación clásica (plantas, cortes y elevaciones) como listados completos de materiales que permiten en tempranas fases de diseño obtener el costo del edificio.

En una primera instancia un modelo BIM permite obtener toda la documentación de una forma más rápida, lo que implica una reducción considerable en los tiempos de desarrollo y más aún en las modificaciones que el diseño sufre durante el proceso de resolución. [7]

Una de las características más importantes que tiene es el desempeño en aplicaciones BIM debido fundamentalmente a que cada objeto que se modela tiene una representación 2D simbólica y una existencia en el mundo 3D. Eso permite al sistema no cargar toda la información del modelo en todo momento, y tener que ocultar lo que está más abajo como sucede en los sistemas CAD tradicionales. [7]

Otra característica que influye en el desempeño tiene que ver con las bibliotecas de objetos, tales como puertas, ventanas y mobiliario. Estos objetos se pueden modificar múltiples parámetros para conseguir una apariencia completamente diferente a la original o más bien al estado inicial del objeto. [7]

Esto junto con la habilidad de poder manipular el nivel de detalle de cada objeto de manera independiente, contribuye a que grandes modelos pueden ser visualizados sin grandes retrasos en los procesos de navegación.

3.5.3. Allplan (Nemetschek)

Allplan es un programa informático de diseño para la arquitectura BIM de origen alemán desarrollado por la compañía Nemetschek. Allplan permite crear evaluaciones de una forma sencilla para cálculos presupuestarios, licitaciones y reconocimiento desde el modelo inteligente del edificio, así como obtener secciones y vistas. [8]

Este programa contiene herramientas avanzadas para la visualización de Maxon y el Render en tiempo real integrada en Allplan, las cuales sorprenden con efectos realistas de luces y sombras. Las funciones de Render como conclusión proporcionan una visualización fotorrealista con aspecto en 3D, incluso si el usuario no tiene ningún conocimiento previo. [8]

Allplan garantiza una integración perfecta ya que permite el intercambio de datos en más de 50 formatos de archivos, facilitando el intercambio de datos. La habilidad para usar y procesar fácilmente un modelo es valorada positivamente por arquitectos e ingenieros. [8]

Gracias al motor de modelado Parasolid, su programa CAD utiliza de forma óptima la gran potencia de ordenadores y con volúmenes de datos bajos y sistema de alta capacidad. [8]

Allplan ofrece un concepto para el usuario gráficamente atractivo, a la vez que una interfaz de usuario intuitivo, que hacen de este software de arquitectura un producto fascinante. Su atractivo se debe a un código de colores estandarizado y a unos iconos coherentes. Las funciones y propiedades pueden entenderse inmediatamente y seleccionarse específicamente. [8]

3.6. Proceso de inyección de plásticos

La industria de los materiales plásticos ha tenido un gran desarrollo desde su inicio, superando también a la industria del acero. Los polímeros se han introducido en nuestras vidas y palabras como poliestireno, polietileno, cloruro de polivinilo, poliamidas se han hecho más y más familiares. El plástico se ha ido incorporando en la sociedad y en la actualidad se encuentra en casi todos los objetos cotidianos. Ha sido un fenómeno de tal envergadura que nunca en la historia de la humanidad se ha registrado un descubrimiento de desarrollo tan rápido. [11]

En la historia del hombre se pueden encontrar diferentes etapas entre las que se encuentran la Edad de Piedra, la Edad de Hierro o la Edad de Bronce. En la actualidad se puede prever que, si dentro de cientos de años estudian a la humanidad, la podrán denominar la época de la edad del plástico.

“La nuestra será recordada como la era de los polímeros”, dijo el premio Nobel Paul Jhon Flory, quien también añadió: “El futuro pertenece a los tecnopolímeros y polímeros especiales que serán producidos a lo mejor en cantidades un poco reducidas pero que serán esenciales para el progreso de la humanidad.” [11]

La aparición de la industria del plástico no ha sido una casualidad, sino que ha sido fruto de muchísimas investigaciones y de desarrollos de diferentes materiales. La creación de piezas de plástico se realiza a través de máquinas de inyección. La primera máquina de inyección de plásticos fue creada por James Watson Hendry en 1946. Las máquinas de inyección de plástico cada vez son más sofisticadas, hay diferentes tipos como hidráulicas, eléctricas e híbridas.

El proceso básico de fabricación de moldeo por inyección se basa en que el plástico es fundido en la máquina de moldeo por inyección del plástico y luego inyectado en un molde a alta presión. Allí, el material es enfriado, solidificado y luego liberado al abrirse las dos mitades del molde. Esta técnica da como resultado un producto de plástico con una forma fija y determinada.

Para la creación de una nave industrial dedicada a la inyección de plásticos se debe de tener en cuenta ciertos aspectos. Por ejemplo, la nave industrial debe contener la altura suficiente para albergar un puente grúa, ya que, este es necesario para la colocación de los diferentes moldes en las máquinas de inyección. También debe contener diferentes puertas de entrada a la nave industrial para camiones, debido a que la puerta de entrada de camiones que se dedican a la carga de piezas tiene que ser diferente a la puerta de entrada para la introducción de nuevos moldes en la nave.

Además, la nave industrial debe albergar diferentes oficinas en la zona de producción. Las oficinas necesarias son logística, mantenimiento y calidad. Que estén situadas en la zona de producción se debe a que tienen que estar en contacto con las diferentes máquinas y piezas creadas.

4. METODOLOGÍA GENERAL

El principal objetivo de este trabajo de fin de grado es utilizar la metodología BIM. Para ello se ha optado por la utilización del programa Revit, con el cual se modelará la nave industrial dedicada a la inyección de plásticos.

Se optó por el programa Revit ya que es una de las plataformas BIM más utilizadas en el mundo y tiene una gran base de datos. Además, es el programa más sencillo para introducirse por primera vez en el mundo BIM.

En primer lugar, se definieron las necesidades industriales y el diseño de la nave industrial según el plan general de ordenanzas municipales. Definidas estas necesidades se pasó al modelado de la nave industrial mediante Revit. Este modelado está dividido en diferentes fases:

- Modelado cimentación
- Modelado estructural
- Modelado cerramientos
- Modelado cubiertas
- Modelado suelo y escaleras
- Modelado muros divisorios y falsos techos
- Modelado puertas, ventanas y luminaria

Además del modelado de la nave industrial, Revit ofrece la oportunidad de modelar mediante los diferentes niveles de desarrollo. En este trabajo se ha llegado hasta el nivel de desarrollo (LOD 300). También se ha planificado por fases la construcción de la nave industrial.

Una vez finalizado el modelado de la nave industrial se pasó a desarrollar las mediciones y el presupuesto del proyecto mediante el programa Presto. Para la utilización del programa Presto se utilizó Cost-it, programa que vincula Revit y Presto, lo que ayuda a la hora de hacer el presupuesto y las mediciones.

5. PROGRAMA DE NECESIDADES DE LA NAVE INDUSTRIAL

La nave se va a dedicar a la inyección de plásticos, por lo tanto, debe estar compuesta por distintas zonas como recepción, oficinas, almacén y por último la zona de producción.

La zona de producción debe de albergar un total de 18 máquinas de inyección de plástico, esta zona debe tener luz natural y altura suficiente para la instalación de un puente grúa. Además, debe de tener como mínimo dos puertas industriales que darán a la calle en las zonas norte y sur por las que se producirá la carga y descarga de los moldes. También deberá tener una puerta en la zona norte para la entrada de los trabajadores a la nave.

La zona de producción deberá estar comunicada con la zona de almacenamiento. En la zona de producción debe existir dos cuartos de baños, un comedor, una oficina de mantenimiento, una oficina de logística y otra de calidad.

Las oficinas de calidad, logística y mantenimiento que se encuentran en la zona de producción deberán de albergar tres puestos de trabajo cada una. Estas oficinas tienen que tener ventanas que den a la zona de producción.

En la zona de producción tendrá que haber dos cuartos de baño, uno masculino y otro femenino. Estos deberán de contener una zona de vestíbulos aparte de todas las necesidades sanitarias.

La zona de almacenamiento debe constar como mínimo de cuatro puertas de embarque para camiones. También deberá tener luz natural y acceso a la zona de producción. Esta zona abarcara la mayor área de construcción debido a la necesidad de un amplio espacio para almacenar la producción y diferentes objetos como brazos de robot, herramientas, etc.

La última zona deberá estar formada por una construcción de dos plantas que se encontrará situada en la cara sur de la nave industrial, en la primera planta estará la recepción y en la segunda planta estarán las oficinas. Esta edificación deberá tener vistas y acceso a la zona de producción; además de una gran cristalera que dé a la calle para mejorar la estética de la nave industrial.

La zona de recepción debe estar formada por dos cuartos de baños y dos salas de espera. Esta debe contener una puerta que de acceso directo a la zona de producción, así como unas escaleras que conecten la zona de oficinas con esta.

En la segunda planta se encontrarán dos oficinas de comerciales, una sala de reuniones y un despacho. Estas habitaciones estarán conectadas mediante un pasillo en el cual habrá una ventana que dará a la zona de producción.

Las oficinas de comerciales deberán albergar un total de seis puestos de trabajo. En la sala de reuniones debe de tener espacio suficiente para albergar como mínimo 10 personas. Por último, el despacho debe de tener una ventana que dé a la zona de producción.

6. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA PARA LAS NECESIDADES DE LA NAVE INDUSTRIAL

Para el desarrollo de la nave industrial se ha optado por dos naves comunicadas entre sí en el interior. Estas naves industriales serán de 120m de largo por 40m de ancho, haciendo un total de 4800m² para cada nave. El total construido será de 9600m².

Una de las naves será utilizada para la zona de almacenaje, mientras que en la otra nave se encontrará la zona de producción, recepción y oficinas. Como ya se ha dicho anteriormente la zona de almacenaje necesita una mayor área por eso se ha decidido colocarla en una de estas dos naves.

Para la zona de producción se ha decidido que tenga un total de 4051m² de superficie para albergar las máquinas de inyección. La altura de la zona de producción será de 8 metros. Esta zona tendrá dos puertas industriales para la entrada y salida del transporte de moldes. Para la luz natural de la zona de producción se ha optado por poner lucernarios en las cubiertas.

Las oficinas de mantenimiento, logística y calidad tendrán una superficie cada una de 55m² para albergar los tres puestos de trabajo. Estas oficinas se encontrarán en la zona de producción. El techo de las oficinas se encontrará a 4 metros de altura. Las oficinas van a tener una ventana que dará a la zona de producción.

El comedor se encontrará en la zona de producción y tendrá un área total de 55m² y una altura de 4 metros para albergar seis merenderos y diferentes máquinas de servicio. Habrá dos servicios en la zona de producción, uno de mujeres y otro de hombres. La superficie total de cada baño será de 55 m² para albergar diferentes taquillas, un lavabo y tres WC. La altura del techo de los servicios será de 4 metros.

La zona en donde se encuentra la recepción constará de dos plantas, en la planta baja se encontrará la recepción, dos aseos y dos salas de espera. En la planta alta se encontrarán dos oficinas de comerciales, una sala de reuniones y un despacho.

La recepción tendrá un área total de 270 m² que dispondrá de una mesa de recepción. Las dos salas de espera tendrán una superficie de 48 m² cada una que albergarán en su interior cuatro sofás y dos mesas. En la recepción también se encontrarán dos cuartos de baños. Cada uno con un área total de 11 m² en donde se podrá encontrar un WC, una ducha y un lavabo. El techo de la recepción, los cuartos de baños y las dos salas de espera tendrá una altura de 3.5 metros.

Para comunicar la segunda planta con la primera se ha optado por la utilización de escaleras en línea recta. En la segunda planta se encontrará un pasillo que comunicará las diferentes habitaciones, este pasillo tendrá una superficie total de 109 m².

La sala de juntas tendrá una superficie total de 62 m² que podrá albergar un total de 16 personas en su interior para la realización de reuniones. Las oficinas de los comerciantes tienen una superficie de 76 m² y 61m². La oficina de 76 m² albergará un total de seis puestos de trabajo, mientras que la oficina de 61 m² tan solo dispondrá de espacio para cuatro puestos de trabajo. Por último, el despacho tendrá una superficie total de 75 m² en el que se encontrará un escritorio y una zona de descanso. El techo de la segunda planta tendrá una altura de 4 metros.

La fachada de la zona donde se encuentra la recepción y las oficinas de comerciales entre otras, será un muro de cristal el cual dará a la calle, satisfaciendo las necesidades del cliente. Además, habrá una ventana en el despacho, pasillo y una de las oficinas de los comerciales que darán a la zona de producción.

7. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA ARQUITECTÓNICO

El emplazamiento de la nave industrial se encuentra situado en la localidad de Martos, en la zona (PA-SUB-O-I1). Al estar en esta zona se tiene un determinado plan general de ordenación urbana que se puede consultar en el Anexo 1.

Según el plan de ordenación urbana la ocupación de la parcela puede ser como máximo de un 100%, por lo tanto, para este proyecto no hay problema ya que se tiene un 85% de ocupación máxima. Además, también cumple con la superficie mínima de parcela que debe de ser mayor a 300 m² teniendo un total de 11200 m².

La altura de la nave industrial puede ser como máximo de 11 metros según el plan de ordenación urbana. Por lo tanto, se optó por dar 4 metros de altura a cada planta y 3 metros a la estructura de la cubierta haciendo un total de 11 metros de altura.

En cuanto a la longitud del lindero frontal de la nave industrial se optó por un total de 40 metros, cumpliendo la normativa del plan general de ordenación urbana que dice que la longitud mínima del lindero frontal debe de ser de 12 m.

Con las normas de cuerpos y elementos salientes no hay problema debido a que en la nave industrial no habrá ningún cuerpo saliente. Las condiciones de seguridad frente al fuego no se han tenido en cuenta en este trabajo ya que no era objetivo de este.

8. LUGAR DE EDIFICACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

La nave industrial que se va a modelar se encontrará ubicada en una parcela del polígono industrial “Cañada de la Fuente II” de 80 metros de anchura por 140 metros de longitud, es decir, con una superficie total de 11200m². La nave limita por el este con parcela edificada, por el oeste con la calle Vílchez y por el norte con el camino Rompeserones como se puede observar en la figura 2.

El lugar de la edificación es idóneo debido a la existencia de infraestructuras básicas como:

- Red de alumbrado público
- Red de agua potable
- Vías y accesos
- Red de alcantarillado
- Red de servicios de telecomunicaciones

La superficie total de ocupación de la parcela, teniendo en cuenta la normativa vigente del ayuntamiento de Martos, puede ser el 100% de su totalidad de la superficie existente.



Figura 2 : | EMPLAZAMIENTO NAVE INDUSTRIAL | Fuente Ayuntamiento de Martos

9. MODELADO

9.1. Modelado cimentación

Antes de modelar, se comenzó colocando los diferentes niveles que van a formar el modelo. Para esto, se seleccionó una vista de los alzados y se insertó los diferentes niveles utilizando el comando “Referencia>Nivel”. Cada nivel se coloca a una cota necesaria para el modelo. Una vez finalizada la creación de los niveles, estos automáticamente crean diferentes planos de planta como se puede observar en la Figura 3.

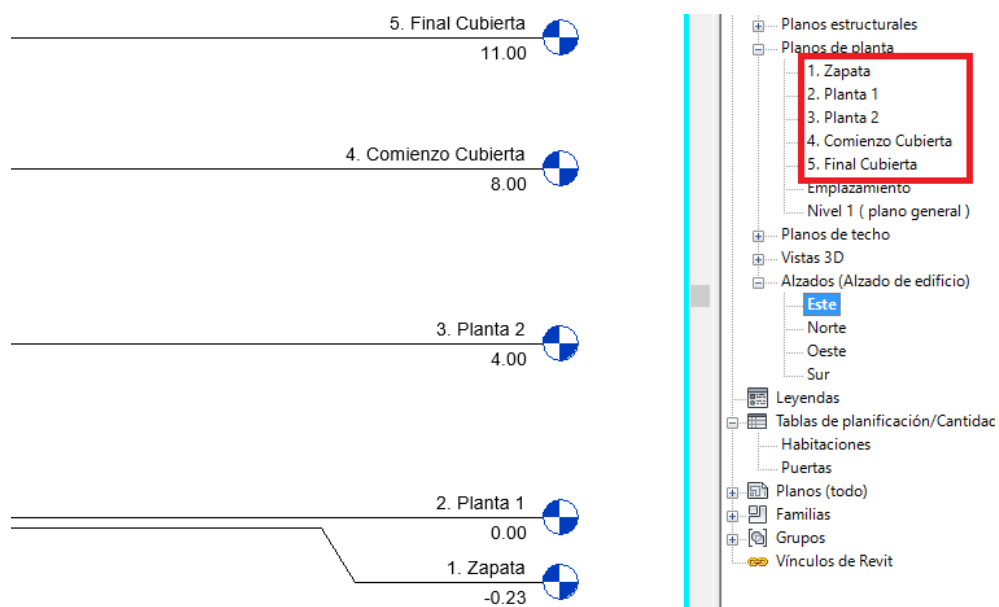


Figura 3: | PLANOS DE PLANTA | Fuente propia

Una vez creado los diferentes niveles se seleccionó el plano de zapata que es el plano donde se encuentra toda la cimentación. Para facilitar el modelado de la zapata se creó una rejilla que serviría de guía. Para la creación de esta rejilla se seleccionó el comando “Referencia>Rejilla”. Una vez creada la rejilla que facilitaría el modelado quedó como en la Figura 4.

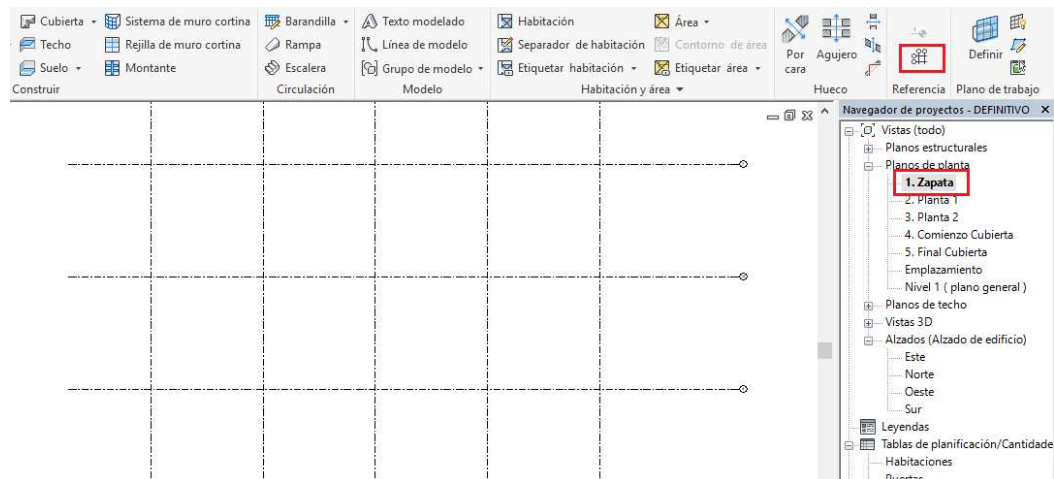


Figura 4: | REJILLA | Fuente propia

Una vez colocada la rejilla se procedió a la inserción de la zapata. Para este modelado se optó por una zapata de 2.000x2.000x650 mm para la cual se tuvo que crear una nueva familia.

Para la creación de la familia se tuvo que partir de una plantilla de elemento básico, en la cual se procedió a crear el elemento que se necesitaba. Para crear la zapata primero se seleccionó el comando “Extrusión”. Una vez dentro de la extrusión se dibujó un cuadrado de 2.000 x 2.000 mm, y se le dio una profundidad de 650 mm obteniéndose así la zapata deseada. Gracias a Revit se puede crear infinidad de familias como la mostrada en la Figura 5.

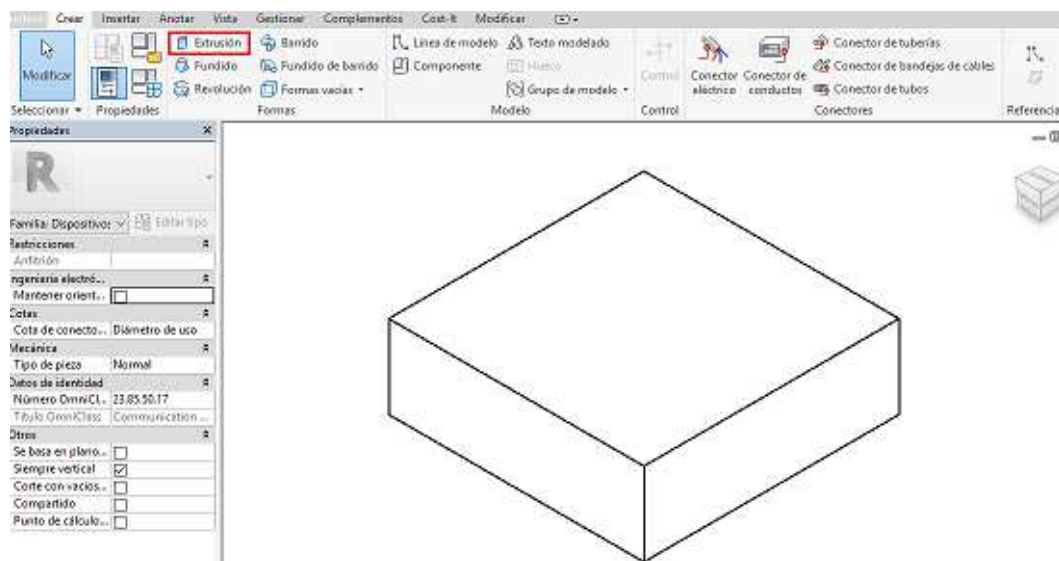


Figura 5: | CREACIÓN FAMILIA REVIT | Fuente propia

Una vez creada la familia se procedió a insertar la zapata en el modelo, para ello se seleccionó el comando “*Estructura>Cimentación>zapata aislada*” como muestra la Figura 6. Una vez insertada una zapata no hizo falta cargar otra vez la familia, ya que se puede copiar el elemento con el comando “*copiar*” o el comando “*matriz*” si su distribución tiene una forma de matriz. En este modelo se colocaron un total de 26 zapatas.

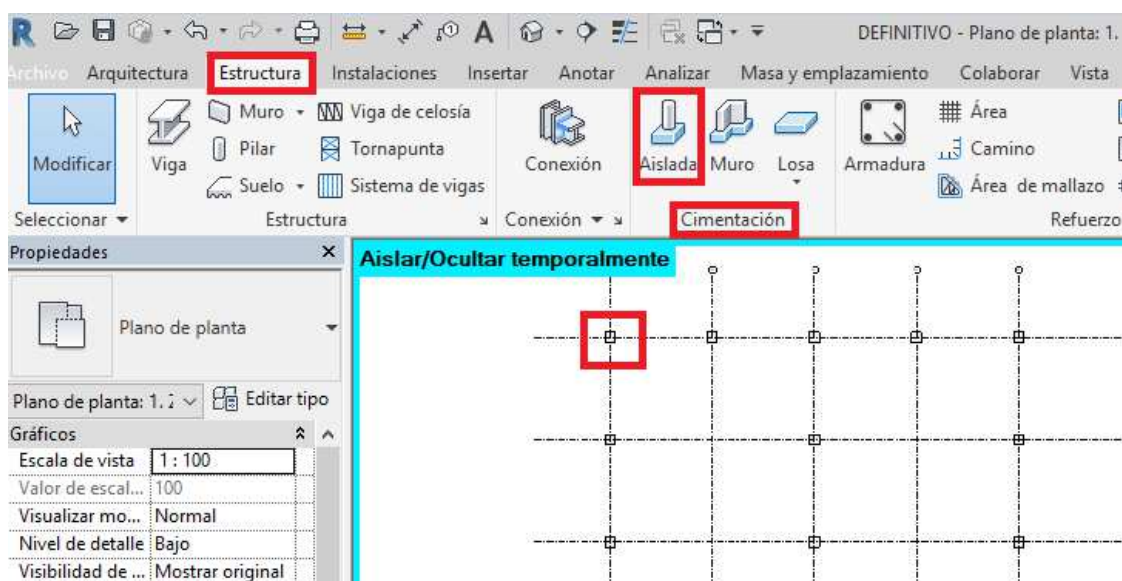


Figura 6: | COLOCACIÓN ZAPATA AISLADA | Fuente propia

Terminada la colocación de las zapatas se pasó a colocar las vigas de arriostramiento. Para las vigas de arriostramiento se ha utilizado una viga de 600 x 650 mm. Para este elemento no ha hecho falta crear ninguna familia, se ha podido utilizar una familia de Revit.

Para insertar la viga de arriostramiento se ha seleccionado el comando “*Estructura>Viga*”, se ha buscado la viga de arriostramiento necesaria y se han ido insertando a lo largo de las líneas de la rejilla. Una vez insertadas todas las vigas de arriostramiento se finalizó con el modelado de la cimentación. Para las zapatas y las vigas de arriostramiento se optó por utilizar hormigón armado y armadura como material.

9.2. Modelado estructural

El modelado de la estructura se puede realizar de dos formas, una forma sería mediante los planos de vista como se realizó el modelado de la cimentación y la otra forma es mediante la vista 3D que ofrece el programa Revit. En el presente trabajo, se optó por realizarlo mediante las vistas 3D, ya que me pareció la técnica más fácil para desarrollar el modelado.

En primer lugar, se comenzó por la colocación de los pilares que formarán la nave industrial. Estos pilares son de acero y se colocaron en cada zapata de la cimentación, por lo tanto, se tiene un total de 26 pilares.

Para la elección de los pilares se utilizó una familia de Revit, se ha optado por la utilización de un pilar de ala ancha (*Pilar HD 260x172*) de acero. Para la colocación del pilar se seleccionó el comando “*Pilar*”, este comando se puede seleccionar de dos formas diferentes, en la ventana “*arquitectura o estructura*”. La diferencia es que en arquitectura el pilar se fusiona con muros y pasará a ser del mismo material, mientras que en estructura cada uno mantendrán sus propiedades.

Una vez cargada la familia del pilar se pasó a seleccionar el punto donde iban a estar colocados y se especificó las restricciones del elemento. Como se puede observar en la Figura 7 el pilar se encuentra restringido desde el nivel de zapata hasta el nivel de comienzo de la cubierta.

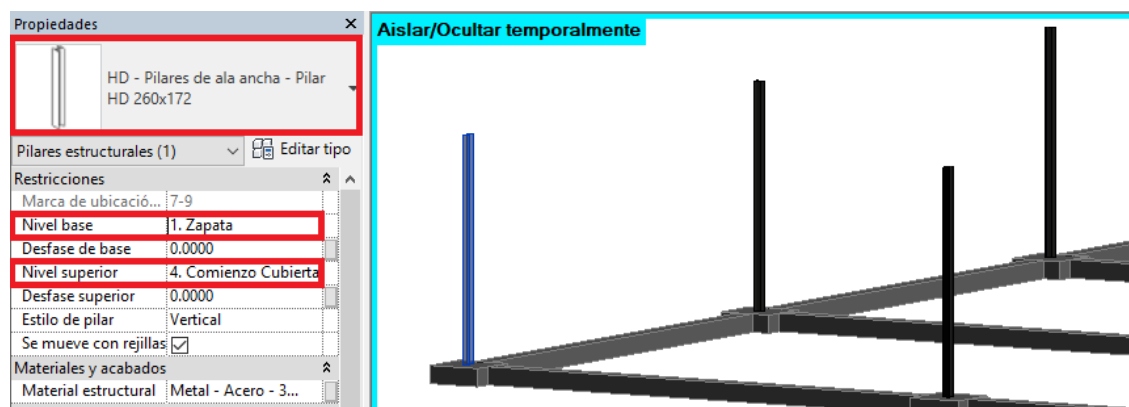


Figura 7: | COLOCACIÓN DE PILAR DE ACERO CON RESTRICCIONES | Fuente propia

Una vez colocado los pilares se pasó a colocar las celosías que sostendrán la cubierta. Para las celosías se optó por la utilización de (*Cercha Howe – 10 paneles con perfiles en L*) acero. Para la inserción de este elemento se buscó entre las familias de Revit. Una vez encontrado el más adecuado con el perfil deseado se cargó con el comando “*Estructura>Viga de celosía*” y se seleccionó el punto de inicio y el punto en el cual finaliza la celosía. Además, se insertaron las restricciones de altura máxima y automáticamente Revit creó la celosía con sus diferentes elementos como se muestra en la Figura 8. Para este modelo se han utilizado un total de 14 celosías.

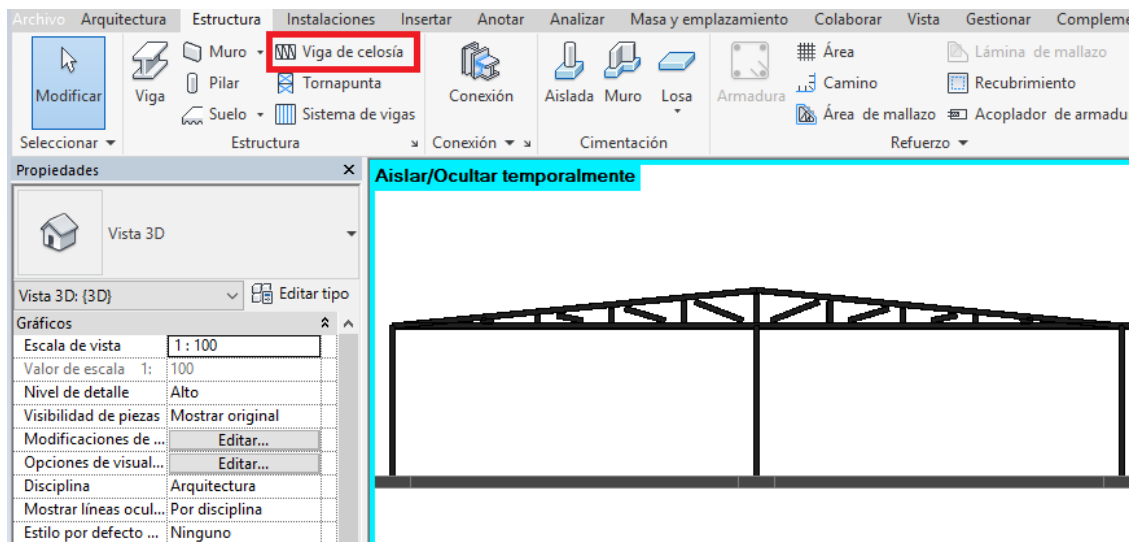


Figura 8: | COLOCACIÓN DE CELOSIAS CON PERFIL L | Fuente propia

Por último, se procedió a la colocación de las diferentes vigas del modelo. Las primeras en modelar fueron las correas de la cubierta. Para las correas de la cubierta se optó por una vigueta de acero laminado (152x127x37RSJ) de acero. Para el modelo se utilizó un total de 57 viguetas con una longitud de 20 metros cada una.

Después se procedió a la inserción de las vigas que sostendrán la segunda planta donde se encontrarán las oficinas de los comerciales. Para el modelado de estas vigas se optó por dos vigas de ala ancha ($W1100x499$) de acero de longitud 20 metros y cuatro vigas almenadas ($CB460x28.3$) de acero con una longitud de 20 metros.

La inserción de las vigas en el modelado se realizó mediante el plano 3D como ya se ha comentado anteriormente, a través del comando “*Estructura>Vigas*” como muestra la Figura 9. Con el modelado de las vigas se finalizó el modelado de la estructura de la nave industrial.

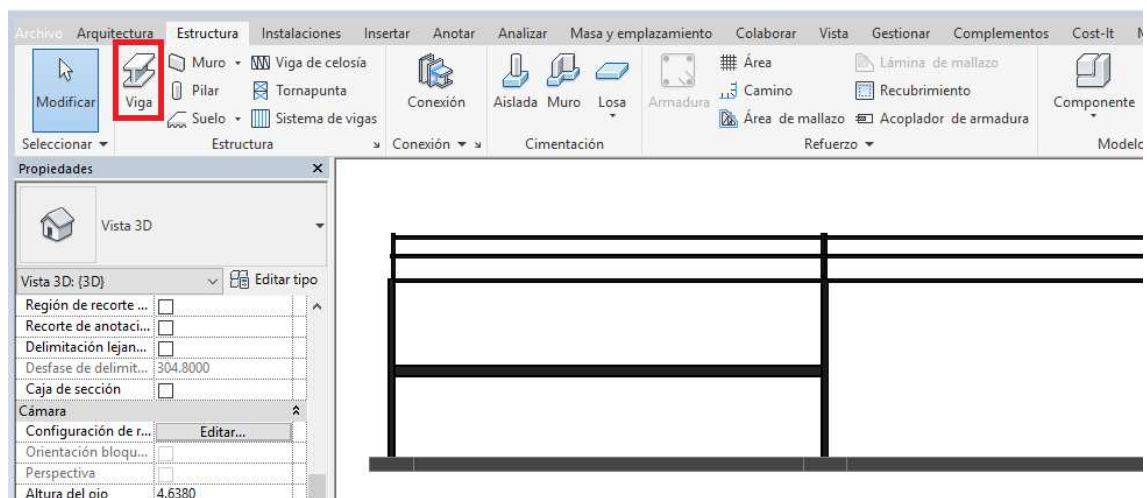


Figura 9: | COLOCACIÓN DE LAS DIFERENTES VIGAS DE LA NAVE | Fuente propia

Como se indicó en la introducción de este trabajo, el cálculo estructural no está entre los objetivos. Por lo tanto, el dimensionado de la estructura, que no se abarca en el proyecto, se hace de modo arbitrario.

9.3. Modelado cerramientos

El modelado de los cerramientos se puede realizar a través del plano 3D o los planos de planta. Esta vez se optó por realizarlo mediante los planos de planta. Una vez situado en el plano de zapata se procedió al modelado del muro, para esto se utiliza el comando “muro” y sucede lo mismo que con los pilares, lo podemos encontrar en “arquitectura o estructura”. Una vez seleccionado el comando “muro”, se optó por elegir un muro genérico de 300 mm de espesor.

Una vez seleccionado el tipo de muro se pasó a seleccionar las restricciones del muro, como se puede observar en la Figura 10, las restricciones se pusieron desde el nivel “zapata” hasta el nivel “comienzo de la cubierta”. Revit da diferentes herramientas para crear el perímetro del muro. Para los muros de cerramiento se optó por placas de hormigón.

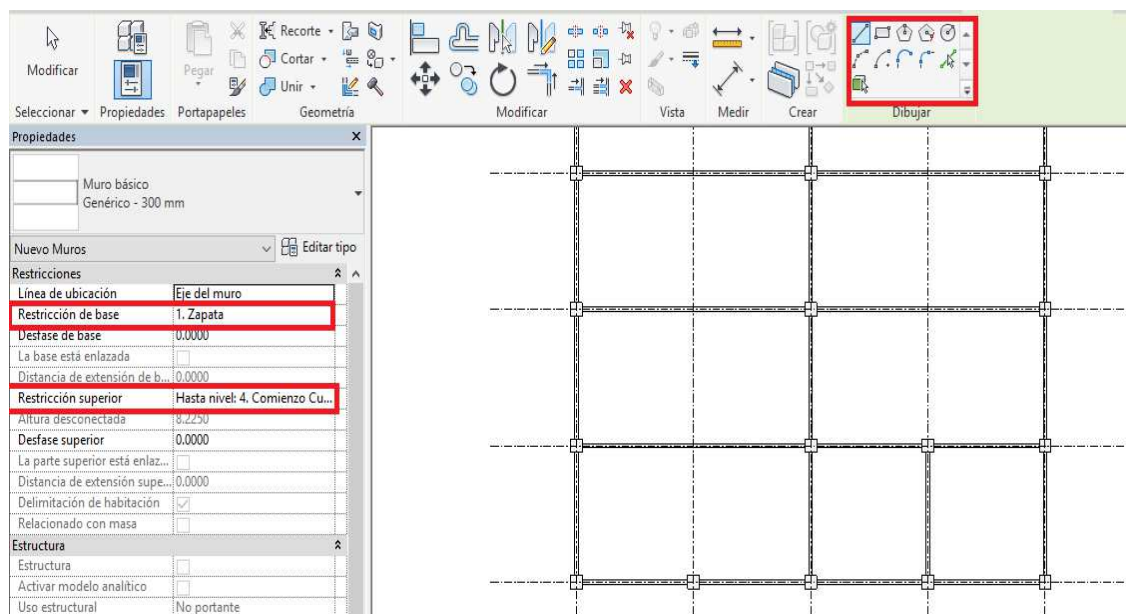


Figura 10: | COLOCACION DE CERRAMIENTOS MEDIANTE RESTRICCIONES | Fuente propia

Una vez modelado los muros de los cerramientos se pasó a la creación del muro cortina. Para la creación del muro cortina, en primer lugar, se seleccionó el comando “*muro*”, una vez seleccionado el comando se pasó a buscar la familia de “*muros cortina*”. Después se procedió a la creación del muro el cual tendrá la misma apariencia que un muro normal.

Una vez modelado el muro se pasó a seleccionar el comando “*Rejilla de muro cortina*”, en este comando se procedió a dividir el muro según la forma deseada, finalizada la división del muro se procedió al montaje para esto se seleccionó el comando “*Montante*” como muestra la Figura 11. Con este comando se finalizó el modelado del muro cortina. Para el material de este muro cortina se optó por cristal y aluminio.

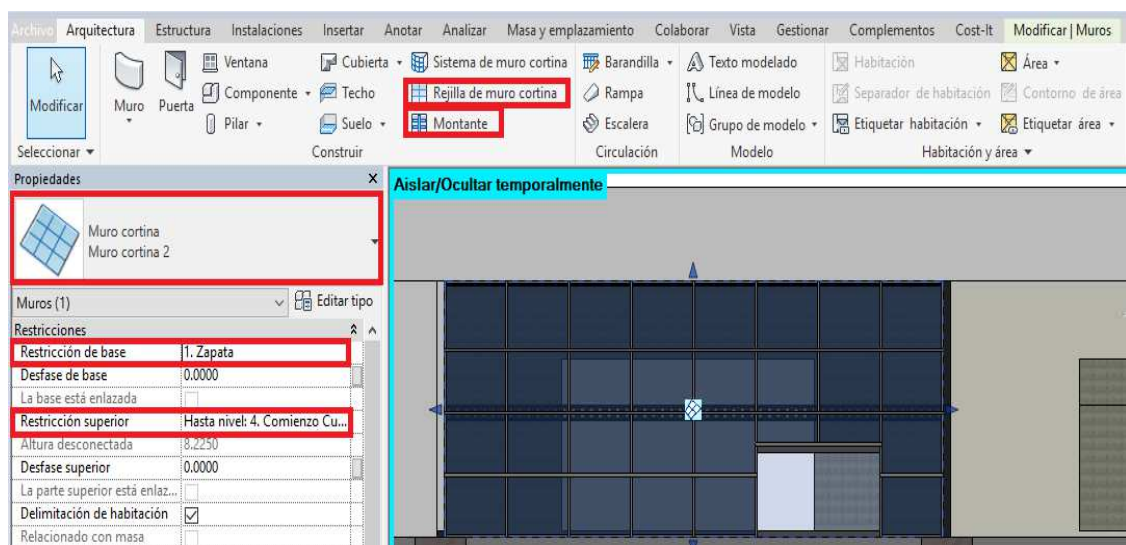


Figura 11: | MODELADO DE MURO CORTINA | Fuente propia

9.4. Modelado cubierta

Para la realización del modelado de la cubierta hay que situarse en un plano estructural. En este caso se situó en el plano estructural “*comienzo de la cubierta*”. Para modelar la cubierta hay que ejecutar el comando “Arquitectura>Cubierta”.

Una vez dentro del comando se despliegan todas las herramientas que ofrece Revit para la realización de este modelado. Hay dos formas de realizar el modelado de la cubierta, por área que ocupa la cubierta o perfil que tendrá la cubierta. En este modelado se optó por modelar la cubierta a partir del área que va a ocupar. Se optó por una cubierta de grosor de 30 mm y con un material de chapa grecada de acero.

Definido el perímetro que va a ocupar la cubierta se pasó a colocar las restricciones de esta, en este caso la restricción de nivel límite será hasta el nivel “Final cubierta”. Por último, se definió que tipo de cubierta se va a elegir. Para este proyecto se optó por una cubierta a dos aguas, por lo tanto, en las caras norte y sur de la cubierta se modificó la inclinación poniendo “0°” para crear así la cubierta a dos aguas como se puede observar en la Figura 12. La cubierta tendrá un ángulo de 6°.

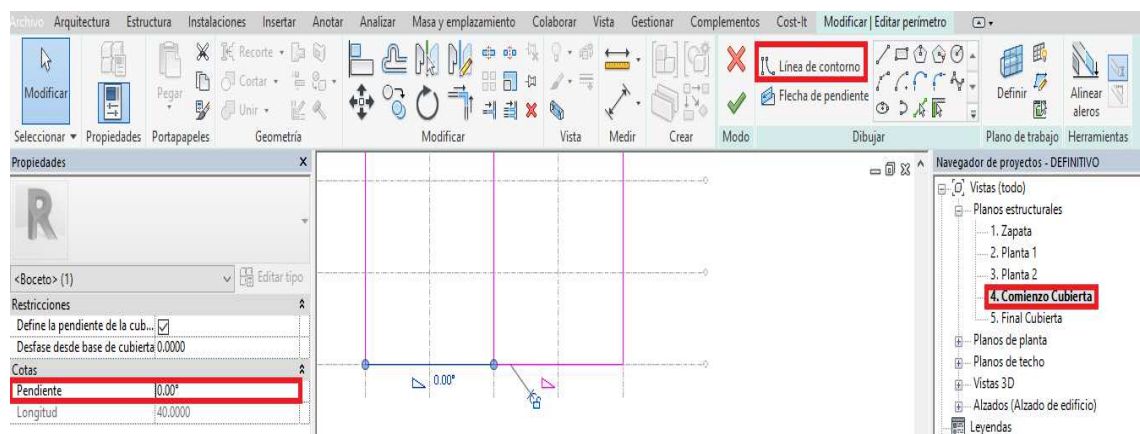


Figura 12: | MODELADO DE CUBIERTA | Fuente propia

9.5. Modelado suelo y escalera

En primer lugar, se empezó modelando el suelo, para la modelación de este se pudo realizar mediante la utilización del comando “*suelo*”, el cual se puede encontrar en “*Arquitectura o Estructura*”.

Una vez seleccionado el plano donde se va a modelar el suelo se seleccionó el comando “*suelo*”. Se optó por la utilización de un suelo de hormigón de espesor 225 mm para la zona de recepción, la zona de producción y la zona de almacenaje. Para la segunda planta donde se encuentran las oficinas de comerciales se optó por la utilización de un suelo básico con espesor de 160 mm.

Después de seleccionar el tipo de suelo a utilizar, se pasó a realizar el perímetro que va a ocupar, y para esto se utilizó las diferentes herramientas que ofrece Revit.

Para la segunda planta y la zona de recepción, en donde se encuentran dos cuartos de baño y dos salas de espera se optó por utilizar una capa de hormigón y una capa superficial de madera como material para el suelo. En las otras zonas se eligió el hormigón como material del suelo.

Para el modelado de la escalera se utilizó el comando “*Arquitectura>Escalera*”. Este comando me resultó difícil de utilizar por la cantidad de restricciones que necesita para modelar la escalera.

Una vez seleccionado el comando escalera se desplegaron las diferentes herramientas de Revit. Para el modelado de la escalera Revit ofrece muchas formas de modelarlo como recto, espiral, recto en forma de U, etc. Se optó por la forma más sencilla y adecuada para el modelo que es la forma “recta”. Seleccionado el modo de la escalera se pasó a insertar las limitaciones como es inicio y final de la escalera. También se indicó la altura que se quiere en los peldaños y su ancho.

Para este modelo se ha optado por una profundidad de huella de 250 mm con un número total de contrahuellas de 26 como se puede observar en la Figura 13. Se optó por un material de hormigón para la escalera.

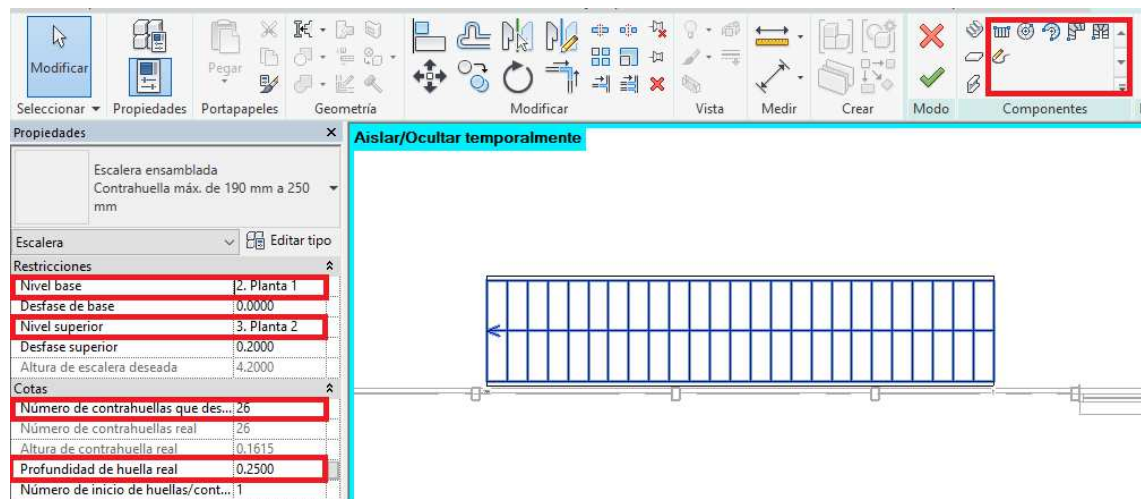


Figura 13: | MODELADO DE LA ESCALERA | Fuente propia

Una vez modelado las escaleras se procedió a la colocación de la barandilla. Para la barandilla se optó por una barandilla de panel de vidrio. La barandilla está compuesta por pasamanos cilíndrico de acero y unos paneles de cristal para no romper con la estética del interior de la recepción.

Para la colocación de la barandilla se tuvo que ejecutar el comando “*Arquitectura > Circulación > Barandilla*”. Una vez seleccionado el tipo de barandilla, se indicó el perímetro que va a ocupar y la planta donde se va a situar. Las barandillas de las escaleras se crearon automáticamente lo único que hubo que hacer es cambiar el tipo de barandilla y seleccionar la altura. Para este modelo se optó por una barandilla con una altura de 0.9 metros.

9.6. Modelado de muros divisorios

Para el modelado de los muros divisorios se realizó de la misma forma que para el modelado de los cerramientos. Se seleccionó la planta donde se iba a modelar los muros divisorios, una vez seleccionado la planta se selecciona el comando “*Estructura > Muro*”.

Para el muro que divide la zona de producción con la zona de recepción y la zona de los comerciales, se optó por un muro de espesor 300 mm como se observa en la Figura 14. Mientras que para las oficinas, baños y comedor, que se encuentran en la zona de producción, se optó por un muro divisor de 140 mm de espesor. Por último, para el interior de la zona de recepción y la segunda planta se optó por unos muros divisorios con un grosor de 100 mm.

Una vez seleccionado el muro divisorio se pasa a colocar las restricciones que limitan la parte superior e inferior, una vez colocadas las restricciones se pasó a dibujar el perímetro que va a tener cada muro. Para todos los muros divisorios se ha optado por la escayola como material para su modelado.

Revit ofrece la posibilidad de modificar el perfil de los muros con el comando “*editar perfil*”, esta herramienta permite hacer paredes con diferentes huecos o formas.

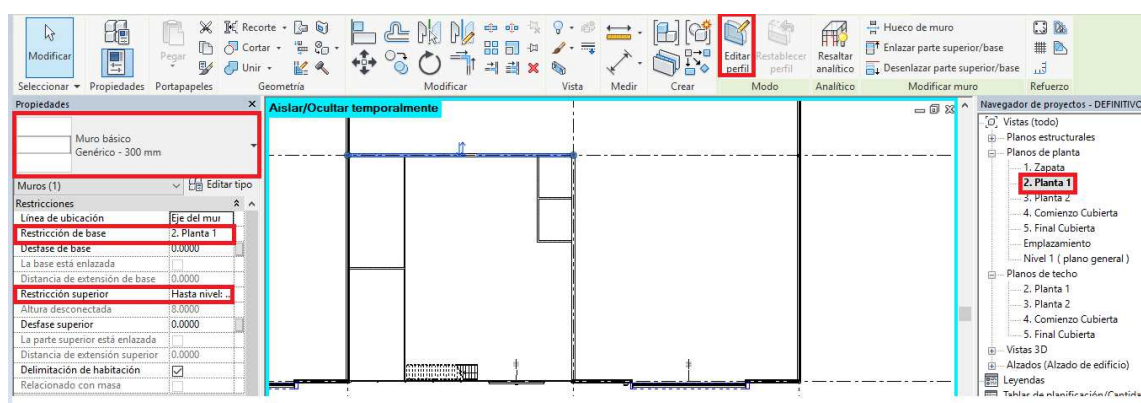


Figura 14: | MODELADO DE MUROS DIVISORIOS | Fuente propia

9.7. Modelado del falso techo

Para el modelado del falso techo en primer lugar se tuvo que seleccionar un plano de techo. Una vez seleccionado el plano de techo, Revit ofrece dos formas de modelar el techo. La forma “*Techo Automático*” se crea automáticamente, lo único que se necesita es una habitación cerrada por paredes e introducir a qué altura respecto al nivel se quiere el techo. Otra forma “*Boceto de techo*” se tiene que crear el área que se quiera obtener sin necesidad de la existencia de paredes, una vez dibujado el área del techo se introduce la altura con respecto a la cota.

Para este proyecto se optó por realizar el techo mediante el comando “*techo automático*” como muestra la Figura 15. Ha resultado el método más fácil, ya que a la hora de modelar el techo ya se tienen modeladas todas las paredes.

Por lo tanto, se procedió a marcar los diferentes planos de techos donde se van a modelar. Una vez dentro del plano del techo se procede a seleccionar el comando “Arquitectura > Techo”. Una vez dentro del comando techo, Revit abre las diferentes herramientas y se seleccionó “*techo automático*”. Por último, se procedió a seleccionar las zonas donde se quería modelar techo.

Para la zona de recepción y oficinas de comerciales se optó por un techo de escayola con una altura de 2.6 metros. Mientras que para las oficinas, baños y sala de descanso se optó por un techo de escayola con una altura de 3,9 metros, ambos con espesor de 60 mm.

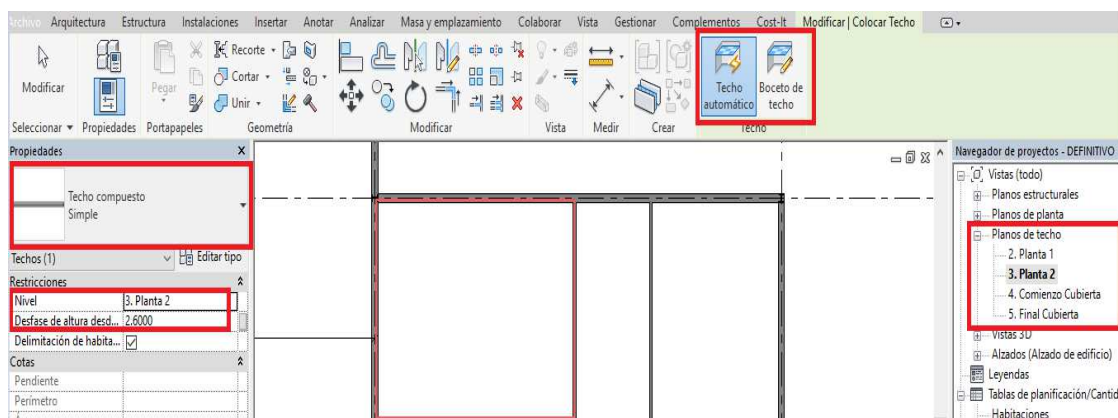


Figura 15: | MODELADO DE FALSOS TECHOS | Fuente propia

9.8. Modelado de puertas

Para el modelado de las puertas se utilizó diferentes familias de Revit y se descargaron otras familias para mantener la estética del cliente. Para modelar las puertas se utilizó el comando “Arquitectura > Puerta”. Una vez seleccionado el comando se procedió a colocar las puertas en una determinada posición. Para el modelado de las puertas se optó por realizarlo a través de la vista 3D.

Para la entrada de la recepción se optó por una puerta automática de cristal con una altura de 2,8 metros y 5 metros de ancho. Para las salas de espera, oficinas de comerciales, salón de reuniones y despacho se optó por puertas de cristal de 2 metros de altura y 0.9 de ancho. La puerta que comunica la zona de la recepción con la zona de producción también es una puerta de cristal.

La zona de producción tendrá dos puertas industriales que dan al exterior, para ello se optó por la utilización de puertas industriales automáticas con una altura de 6 metros y una longitud de 10 metros. La zona de producción también tiene una puerta para la entrada del personal a la fábrica, para esta puerta se optó por una puerta de metal doble con una altura de 2.2 metros y de ancho 2 metros.

Para la conexión entre la zona de producción y la zona de almacenaje se ha elegido dos puertas industriales de corredera rápida. Las puertas tienen una altura de 6 metros y 8 metros de ancho.

En la zona de producción encontramos dos baños, comedor y las oficinas de control de calidad, logística y mantenimiento. Para estos se optó por una puerta abatible de madera. La puerta tendrá una altura de 2.1 metros y 0.8 metros de ancho.

Por último, para la zona de almacenaje se optó por dos puertas industriales iguales que las de la zona de producción. También se decidió modelar cuatro puertas de atraque para camiones. Estas puertas de atraque tienen una altura de 4 metros y un ancho de 3.5 metros. Se encuentran a una altura del suelo de un metro.

9.9. Modelado de ventanas

Después del modelado de las puertas se procedió a modelar las diferentes ventanas de la nave industrial. Para el modelado de estas se tuvo que realizar mediante el comando “*Arquitectura > Ventana*”. Este modelado se puede realizar mediante los planos de planta, los diferentes alzados y mediante la vista 3D.

Para este proyecto se recurrió a la utilización de las vistas 3D ya que su utilización resulta más cómoda y se va observando a la misma vez cómo va quedando el resultado del modelado. Para las ventanas se han buscado diferentes familias de distintas páginas web.

Una vez decidida la opción del modelado y la familia que se va a utilizar se procedió a su modelado. Para ello se procedió a accionar el comando “*ventana*”, el cual despliega las diferentes herramientas que ofrece Revit. Por último, se seleccionó el elemento de la familia y se colocó mediante las diferentes restricciones que se impongan a cada elemento.

En la zona de recepción y la segunda planta, donde se encuentra las oficinas de comerciales, se optó por un tipo de ventana simple fija con cubrejuntas. La ventana tiene unas dimensiones de 1.6 metros de altura y 1.2 metros de ancho. Se han colocado a una altura de 0.9 metros desde el nivel de referencia, para la zona recepción desde la planta 1 y para la zona de los comerciales desde la planta 2. En total se han utilizado 14 ventanas de este tipo.

Para el comedor y las oficinas de mantenimiento, control de calidad y logística se optó por una ventana de grandes dimensiones que da a la zona de producción. Esta ventana tiene unas dimensiones de 4 metros de ancho y 2 metros de alto. Se han colocado a una altura de 1 metro respecto de la planta 1. Por lo tanto, se han modelado un total de 4 ventanas de este tipo.

Por último, en la zona de producción y la zona de almacenaje es necesaria la iluminación natural, por lo que se procedió a la instalación de claraboyas en las cubiertas. Estas claraboyas serán de 6 metros de alto y 4 metros de ancho. Para cada zona se utilizó un total de 12 claraboyas.

Revit tiene una gran herramienta para poder visualizar la cantidad de luz natural que entra en una zona indicada, dicha herramienta es “Renderizar” y sirve de gran ayuda tanto para la luz solar como artificial. Una vez seleccionado renderizar, Revit da la posibilidad de elegir como está el tiempo, es decir, si el cielo está despejado, con nubes, entre otros. Las posibilidades que ofrece Revit a la hora de renderizar se pueden observar en la Figura 16.

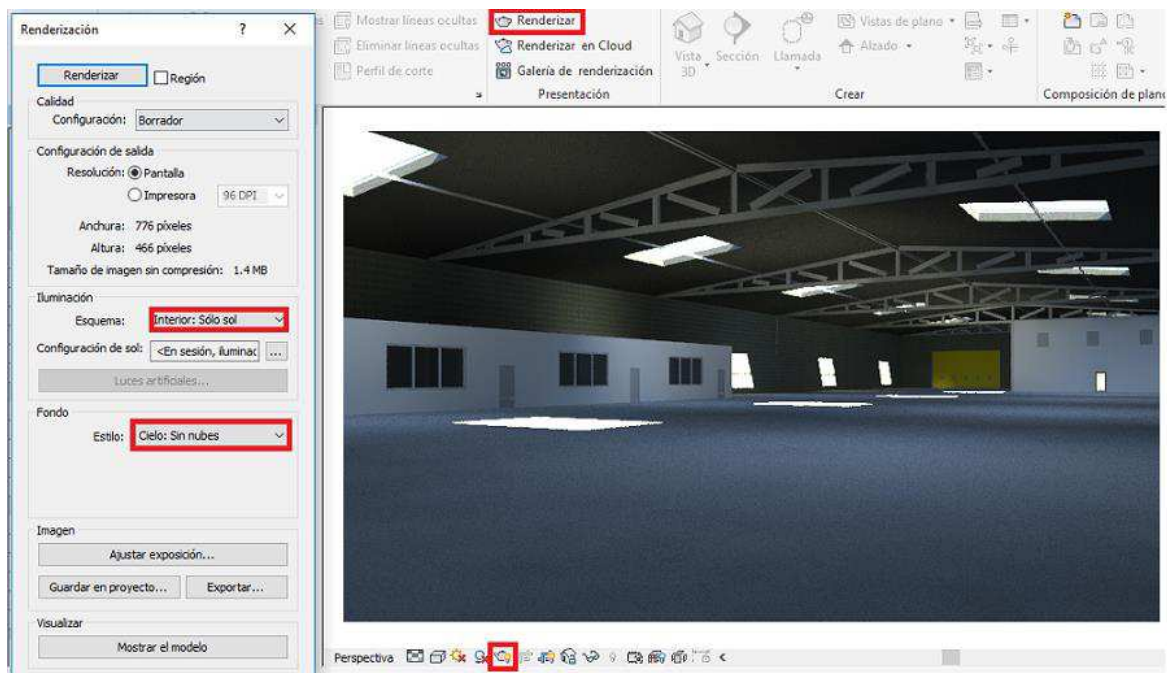


Figura 16: | MODELADO DE FALSOS TECHOS | Fuente propia

9.10. Modelado de luminarias

Finalizado el modelado de las puertas y de las ventanas se pasó a modelar el sistema de iluminación de la nave industrial. Para el modelado de la iluminación se optó por realizarlo mediante los planos de techo.

El modelado de la iluminación se puede realizar a través de dos comandos, un comando denominado “*Arquitectura > Componente*”, con el que se puede insertar todo tipo de familias de Revit. El otro comando es “*Instalaciones > Electricidad > Luminaria*”. Sin embargo, para este proyecto se optó por utilizar el comando “Componente” ya que la familia se descargó de internet y resultó más fácil a la hora de buscarlo.

Para la nave industrial se han utilizado una gran variedad de tipos de luminarias. Empezando por la zona de producción y almacenaje, en estas zonas se optó por la luminaria “*lampara lineal colgante de led*”, en todo el proyecto se han modelado un total de 48 luminarias de este tipo.

En la zona de recepción se optó por dos tipos de luminarias circulares colgantes de led con un diámetro de 1500 mm y 1200 mm. Para el pasillo de la segunda planta se optó por utilizar la luminaria colgante circular con un diámetro de 1200 mm. En total se han utilizado seis luminarias con diámetro 1500 mm y 13 luminarias de diámetro 1200 mm.

Para las oficinas de producción, comedor y las dos salas de espera se ha optado por utilizar una luminaria rectangular colgante de led. Se han utilizado un total de 60 luminarias de este tipo. En las oficinas de los comerciales, sala de juntas y despacho se ha decidido por una luminaria cuadrada colgante de led. Se han utilizado un total de 40 luminarias de este tipo.

Por último, para los aseos de la zona de producción se optó por una luminaria rectangular, y en cada WC se modeló un foco led. Se ha utilizado un total de 12 luminarias rectangulares de led y seis focos de led. Para los dos aseos de la zona de recepción se optó por una luminaria de plafones cuadrados parabólicos, utilizando un total de cuatro plafones.

10. MODELADO A PARTIR DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DESARROLLO BIM

En este apartado se va a mostrar el desarrollo de la nave industrial con los diferentes niveles de desarrollo o LOD que existen en la metodología BIM. Para este modelado se ha llegado hasta un nivel de desarrollo 300.

En cada nivel de desarrollo se podrá observar la cantidad de detalle aportada a cada elemento del modelo, así, como algunos comandos utilizados que no se han descrito en los apartados anteriores de modelado.

10.1. LOD 100

El nivel de desarrollo 100, es el nivel más básico en el modelado BIM. En este nivel se procedió a crear un concepto del modelado que se realizó para darnos una perspectiva genérica de cómo va a ser la nave industrial.

En este nivel de desarrollo se procedió a crear diferentes elementos del modelo como muros, suelos, cubiertas y escaleras. Estos elementos no contendrán ningún tipo de material ya que eso corresponde a otro nivel de desarrollo, solo tendremos las diferentes medidas, volúmenes o geometrías. Todos los elementos básicos deberán de cumplir el Plan General De Ordenanzas Municipales que se encuentra en el Anexo 1.

Para comenzar el modelado de la infraestructura se procedió a colocar los diferentes niveles que marcarán las distintas cotas de la nave industrial, tal y como se ha visto en apartados anteriores. La utilización de los comandos para insertar los diferentes niveles se puede ver en el capítulo “modelado de la cimentación”.

Después de la colocación de los niveles se pasó a colocar los muros básicos, se empezó a construir todos los diferentes muros en todas las plantas de la nave industrial, como ya se ha visto anteriormente.

A simple vista no se nota la diferencia entre un muro arquitectónico o un muro estructural, pero a la hora de unir un muro con un pilar de diferentes materiales, si ambos son arquitectónicos obtendrán el pilar el mismo material que el muro. Mientras que si son estructurales ambos tendrán su material que será diferente uno del otro, en mi caso he utilizado muros estructurales. Una vez finalizado el modelado de todos los muros con elementos genéricos el modelado se queda como la Figura 17.

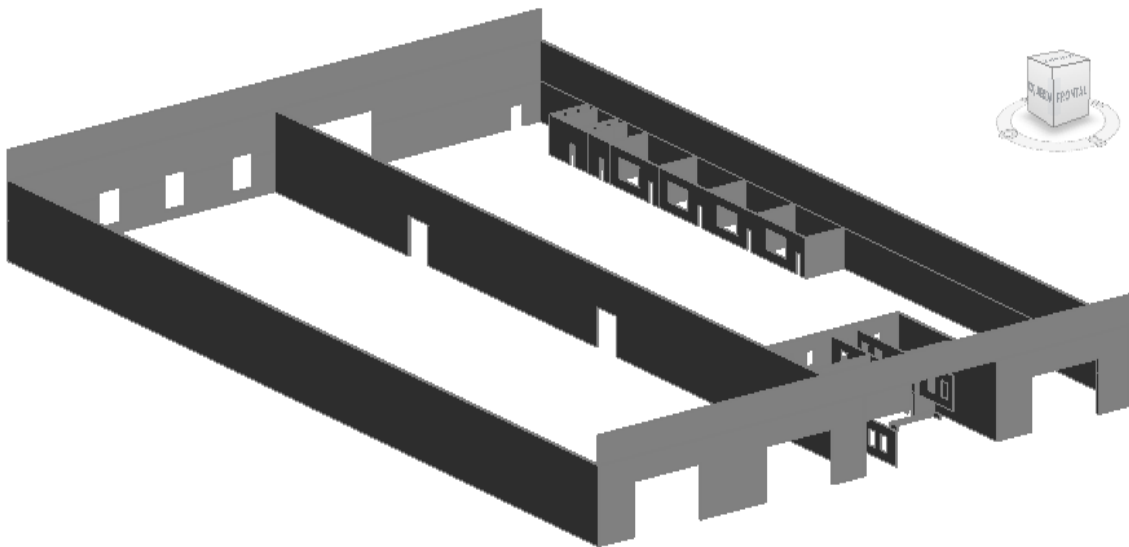


Figura 17: | MODELADO DE PAREDES “LOD 100” | Fuente propia

Como se puede observar en la Figura 17, BIM nos da en todo momento un modelado virtual en 3D permitiéndonos ver cómo se va ejecutando la infraestructura pudiendo modificar a nuestro gusto la forma de la nave industrial.

Una vez modelado los muros se procedió a la colocación de los diferentes suelos y techos, para ello se emplearon materiales por defecto los cuales no contienen ningún tipo de material.

Para la creación del suelo y del techo, se procedió a seguir los pasos descritos en los capítulos “modelado suelo y escalera” y “modelado de falso techos”. Una vez finalizado el modelado del techo y del suelo, el 3D quedará como muestra la Figura 18.

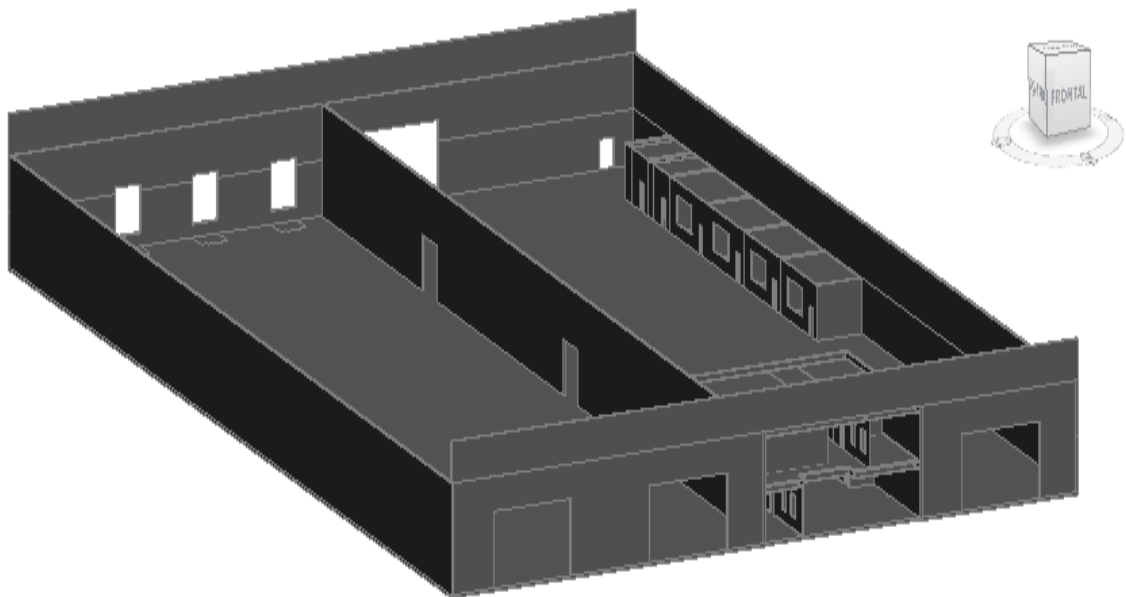


Figura 18: | MODELADO DE TECHO Y SUELO “LOD 100” | Fuente propia

Finalizado el modelado de las paredes, techos y suelo, se procedió a modelar las escaleras que comunicarían la recepción con la zona de oficinas de la planta 2. El desarrollo del modelado de las escaleras se puede observar en el capítulo “modelado de escaleras”, sin embargo, para este nivel de desarrollo en estas escaleras no se modela la barandilla y no tiene ningún tipo de material ya que eso corresponde a otro nivel de desarrollo como muestra la Figura 19.

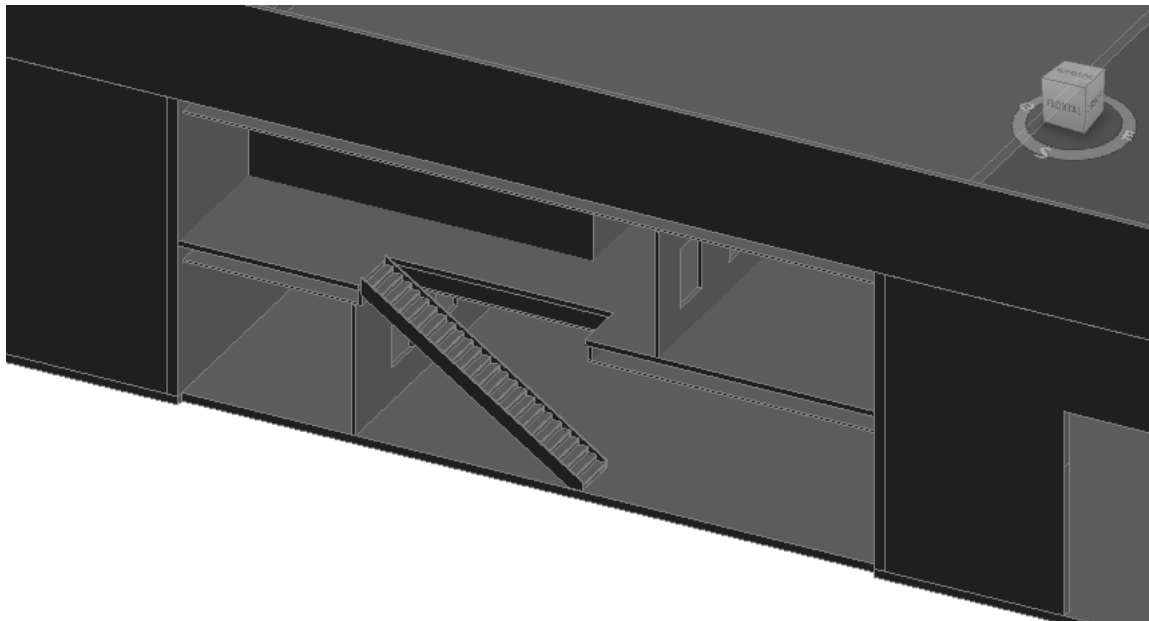


Figura 19: | MODELADO DE ESCALERAS “LOD 100” | Fuente propia

Para finalizar este nivel de desarrollo se modeló la cubierta de la nave industrial. El modelado de la cubierta está desarrollado en capítulo “modelado de cubierta”. Para este nivel de desarrollo se modela una cubierta genérica de 30 mm de espesor la cual no contiene ningún tipo de material como muestra la Figura 20.

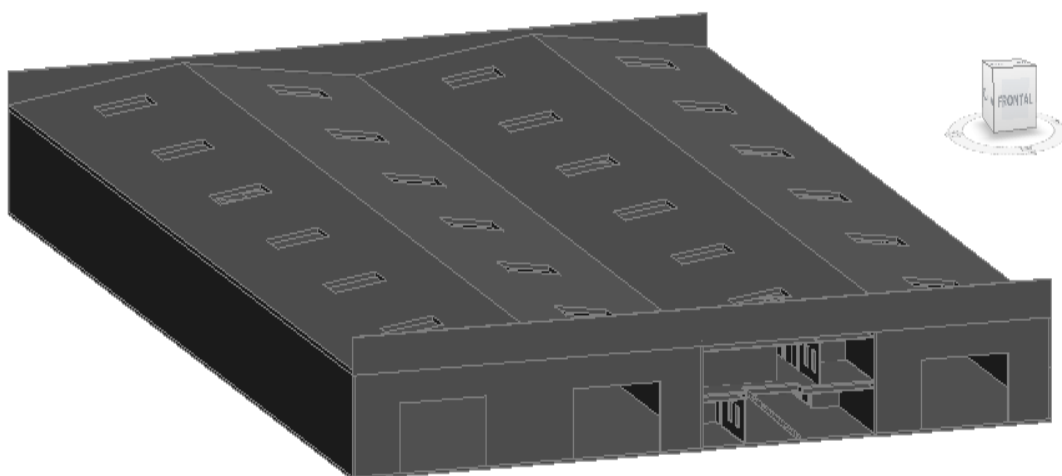


Figura 20: | MODELADO DE CUBIERTA “LOD 100” | Fuente propia

En la Figura 20 se puede ver el modelado definitivo del primer nivel de desarrollo (LOD 100) con materiales básicos sin propiedades, en el cual gracias a la visualización 3D que ofrece Revit se puede hacer una idea de cómo iba a ser la geometría de la nave industrial, además de poder comprobar aspectos como:

- Cumplimiento del Plan General De Ordenanzas Municipales (Altura máxima de la edificación, condiciones de parcela, ocupación de parcela, posición de la parcela, etc.)
- Verificación del cumplimiento de las necesidades del promotor (número de habitaciones, superficie de habitaciones, luminosidad, etc.)
- Con este nivel de desarrollo podemos realizar estudios de soleamiento, con estos estudios podemos verificar si el hueco de las ventanas es lo suficientemente grande para iluminar el interior de la nave con la luz solar y así cumplir las necesidades de la promotora.

10.2. LOD 200

Finalizado el nivel de desarrollo 100 se pasó a desarrollar el LOD 200, en el cual se empezó a dar texturas a los elementos del LOD 100, los cuales eran genéricos y no tenían ningún tipo de material. Este material proporciona a los elementos un acabado, que ayudará al cliente a darle una visión general del proyecto.

Una vez conocidos los acabados materiales que quiere el cliente, se procedió a el desarrollo del LOD 200. En este nivel de desarrollo aparte de añadir texturas a los elementos básicos del LOD 100, se procederá al desarrollo de la estructura de acero y la cimentación que sostiene la nave industrial, así como las diferentes puertas y ventanas.

En primer lugar, se modeló la cimentación y la estructura de acero que sostiene la nave industrial. El modelado de ambas se ha podido ver en los apartados de “modelado de cimentación” y “modelado de la estructura”. La cimentación está formada por zapatas y vigas de hormigón y la estructura de acero está formada por pilares, vigas y celosías. El conjunto de la estructura de acero y cimentación se puede observar en la Figura 21.

Para los pilares de la estructura de acero se ha utilizado pilares de ala ancha, estos aguantan todo el peso de parte de las celosías y el peso de la cubierta, así como acciones del viento sobre la infraestructura.

Para la celosía que sostiene la cubierta se ha utilizado “*Cercha Howe – 10 paneles*” con perfil L y viguetas de acero laminado, la celosía transmite el peso de la cubierta a los pilares de la nave industrial.

Por último, para sostener el suelo de la planta 2 de la zona de oficinas se han utilizado dos tipos de vigas, la primera, viga de ala ancha que es la que transmite el peso a los pilares y después la viga almenada que es la que transmite el peso a las vigas dichas anteriormente.

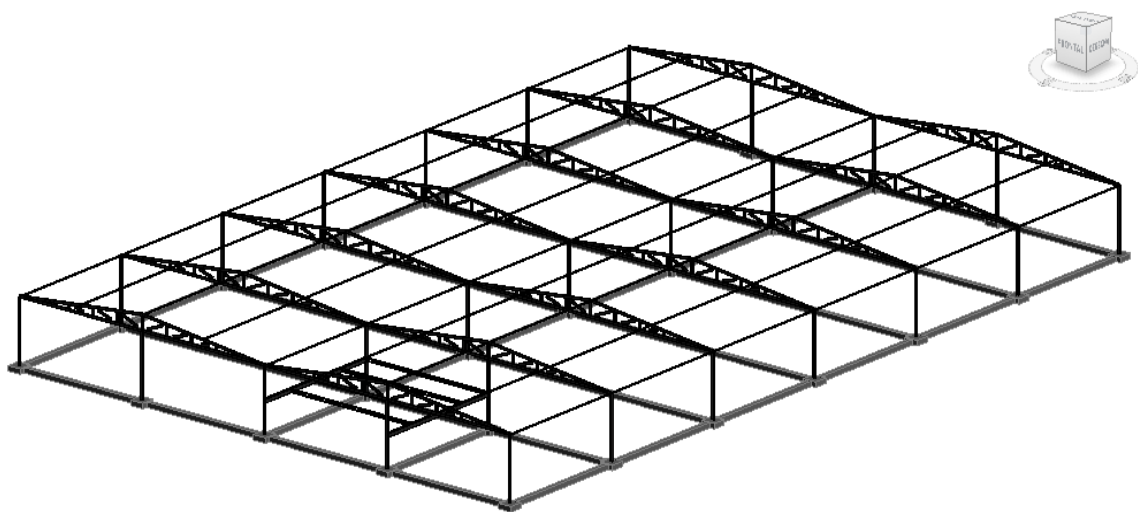


Figura 21: | MODELADO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA “LOD 200” | Fuente propia

Se insertó la cimentación y la estructura de acero en el modelado del LOD 100 obteniendo como resultado la Figura 22.

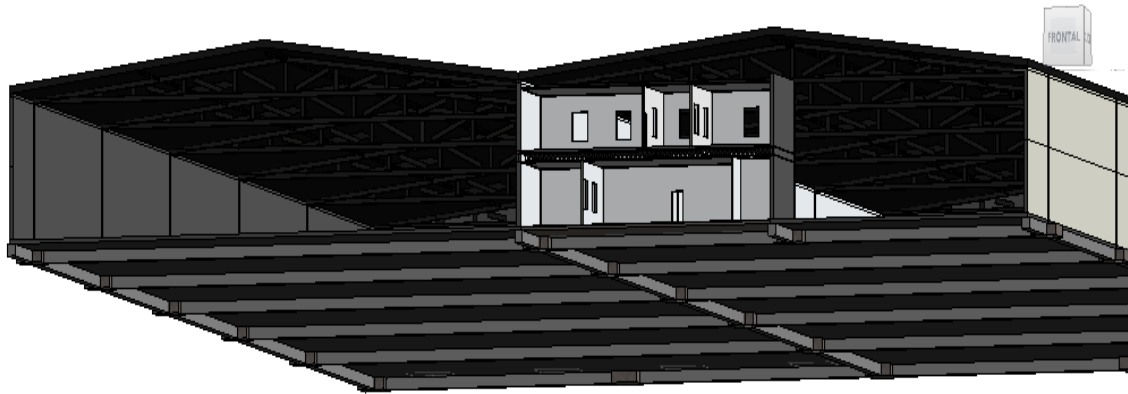


Figura 22: | MODELADO NAVE INDUSTRIAL “LOD 200” | Fuente propia

El paso siguiente de este nivel de desarrollo fue el modelado de las ventanas y las puertas en los diferentes huecos de los muros del LOD 100 los cuales deben coincidir exactamente. El modelado de las ventanas y puertas se puede ver en los capítulos “modelado de ventanas” y “modelado de puertas”. Además, en este nivel de desarrollo se insertó el muro cortina y se colocó la barandilla en la zona de las escaleras. El resultado se muestra en la Figura 23.

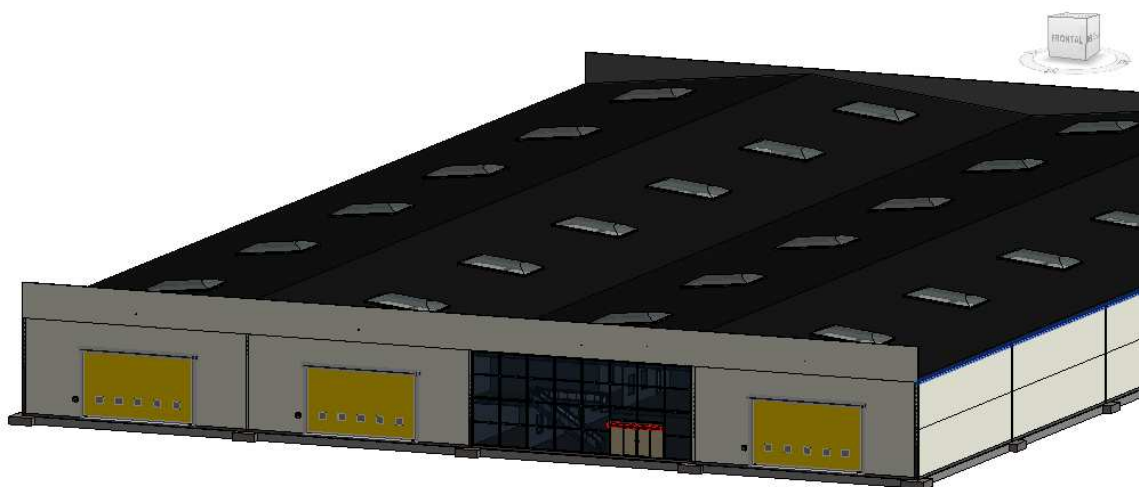


Figura 23: | MODELADO MURO CORTINA, VENTANAS Y PUERTAS “LOD 200” | Fuente propia

Por último, en el LOD 200, se procedió a la colocación de texturas a los diferentes elementos básicos del LOD 100. Estas texturas dependerán del promotor y se llevan a cabo mediante el comando “*Pintura*” en Revit. Estas texturas ayudan al promotor a hacerse una idea de cómo va a ser el acabado

Revit ofrece diferentes materiales e incluso la posibilidad de crearlos, para ello hay que entrar en la biblioteca de materiales de Revit como se puede ver en la Figura 24.

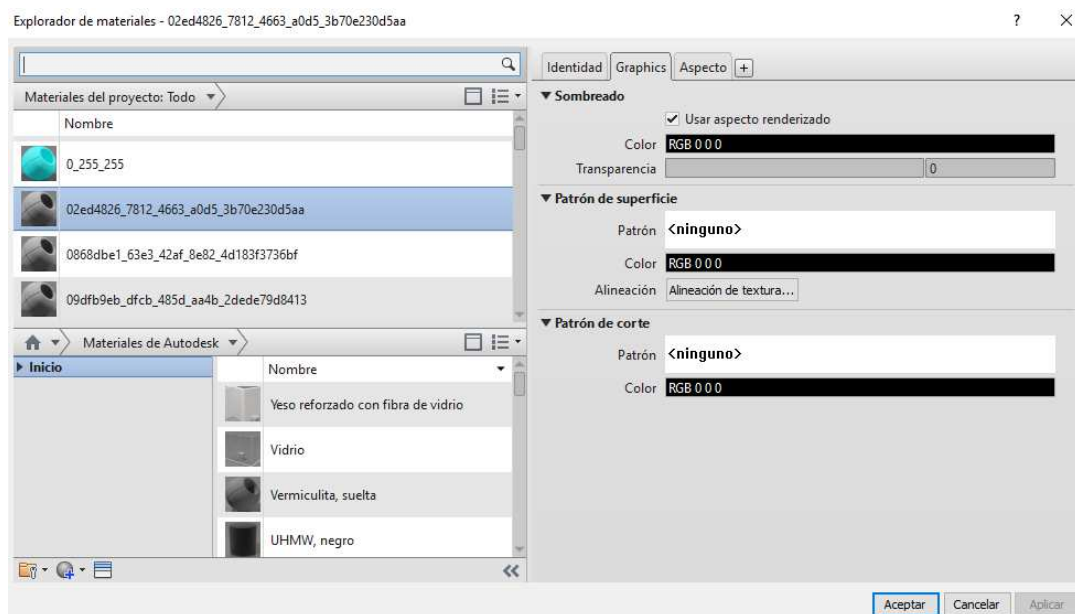


Figura 24: | HERRAMIENTA TEXTURA “REVIT” | Fuente propia

Una vez modeladas las diferentes texturas a los distintos elementos del LOD 100 se obtuvo el modelado definitivo del LOD 200. Revit tiene un modo que renderiza una vista y saca una imagen realista la cual sirve para que el cliente valide la propuesta y el proyecto pueda seguir desarrollándose. Si al cliente no le gustara se podrían realizar los cambios oportunos fácilmente gracias a Revit.

En definitiva, con el LOD 200 se consigue el proyecto básico necesario para poder solicitar las licencias municipales de construcción. Esto no quiere decir que se pueda proceder con la construcción de la nave industrial ya que con el LOD 200 todavía falta mucha información para proceder a la construcción.

10.3. LOD 300

Como ya se ha dicho anteriormente, el último nivel de desarrollo que se ha generado para este modelado es el LOD 300. En el LOD 300 se procedió a aumentar la información del modelado incorporando diferentes materiales a los elementos básicos del modelado como son la cubierta, suelo, paredes.

En el LOD 300 también se ha incorporado el mobiliario necesario para la nave industrial como sanitarios, luces, maquinaria, etc.

Para comenzar a introducir los materiales en los diferentes elementos se mantuvo el orden que se llevó para el LOD 100, por lo tanto, se empezó a añadir material a los muros que componen el modelado.

Para añadir materiales al elemento básico de los muros exteriores se procedió a duplicar el elemento y a modificar sus capas, insertando los diferentes materiales que compondrán el muro como se puede observar en la Figura 26.

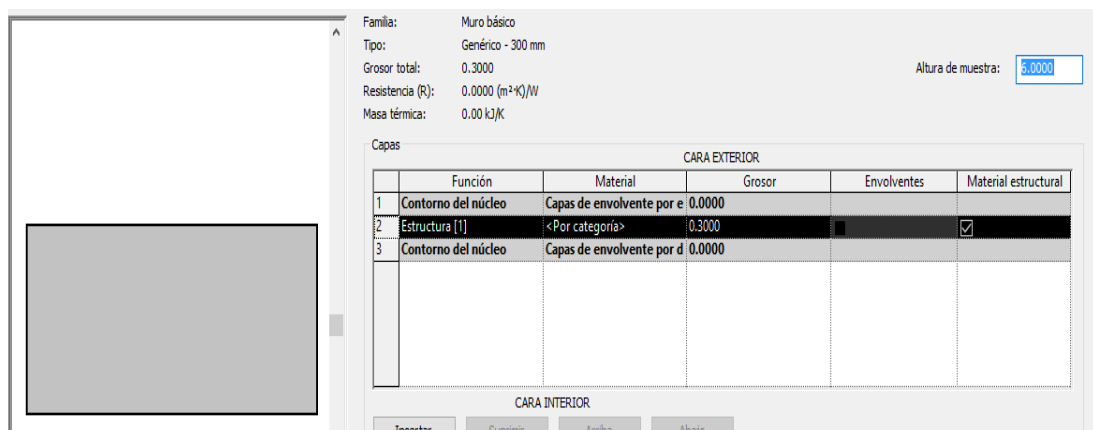


Figura 25: | MURO GENÉRICO | “LOD 100” | Fuente propia

Familia: Muro básico
 Tipo: muro exterior - 300 mm 2
 Grosor total: 0.3000
 Resistencia (R): 3.1324 (m²·K)/W
 Masa térmica: 29.40 kJ/K
 Altura de muestra: 6.0000

Capas

	Función	Material	Grosor	Envolventes	Material estructural
1	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por e	0.0000		
2	Estructura [1]	Hormigón, prefabricado	0.1000	☐	☐
3	Capa térmica/de aire [3]	Lana de roca	0.1000	☐	☐
4	Estructura [1]	Hormigón, prefabricado	0.1000	☐	☒
5	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por d	0.0000		

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Figura 26: | MURO CON INSERCCIÓN DE MATERIALES | “LOD 300” | Fuente propia

Como se puede observar hay una gran diferencia de información en las características de las capas del muro entre el LOD 100 (Figura 25) y el LOD 300 (Figura 26).

Este proceso se realizó de igual forma para todos los muros del modelado y posteriormente se pasó a añadir materiales al suelo. Para el suelo se ejecutó de la misma forma, para el suelo de la zona de almacenaje y producción se optó por hormigón como muestra la Figura 27 mientras que para la recepción y la zona de oficinas de la planta 2 se utilizó hormigón y madera.

Familia: Suelo
 Tipo: Hormigón in situ 225 mm
 Grosor total: 0.2250 (Por defecto)
 Resistencia (R): 0.2151 (m²·K)/W
 Masa térmica: 31.59 kJ/K

Capas

	Función	Material	Grosor	Envolventes	Material estructural	Variable
1	Acabado 1 [4]	Hormigón, regla de arena/ce	0.0500	☐	☐	☐
2	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por encim	0.0000			
3	Estructura [1]	Hormigón, moldeado in situ	0.1750	☐	☒	☐
4	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por debaj	0.0000			

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Figura 27: | SUELO CON INSERCCIÓN DE MATERIALES | “LOD 300” | Fuente propia

La cubierta es el último elemento al que se le asignó materiales, como se ha ejecutado anteriormente, se procedió a insertar materiales a la cubierta obteniendo las siguientes características que se muestran en la Figura 28.

	Función	Material	Grosor	Envolturas	Variable
1	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por enci 0.0000			
2	Estructura [1]	Cubiertas de metal	0.0150		☐
3	Estructura [1]	Cubiertas de metal	0.0150		☐
4	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por deb 0.0000			

Familia: Cubierta básica
 Tipo: cubierta TFG - 30 mm 2
 Grosor total: 0.0300 (Por defecto)
 Resistencia (R): 0.0001 (m²·K)/W
 Masa térmica: 6.75 kJ/K

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Figura 28: | CUBIERTA CON INSERTACIÓN DE MATERIALES | “LOD 300” | Fuente propia

Para finalizar este nivel de desarrollo (LOD 300) se insertó diferentes mobiliarios como sanitario, luces, maquinaria, etc. Con la introducción del mobiliario en el modelado permite mostrar al dueño como puede ser la distribución de este como se puede observar en la Figura 29 y Figura 30.



Figura 29: | RENDERIZADO ZONA DE PRODUCCIÓN | “LOD 300” | Fuente propia



Figura 30: | RENDERIZADO ZONA DE RECEPCIÓN | “LOD 300” | Fuente propia

Terminado el modelo con un LOD 300, se muestra la eficiencia de Revit y por lo tanto la eficiencia de la metodología BIM. Durante todo el desarrollo del modelado de la nave industrial se ha podido observar cómo se iba creando en 3D, y por lo tanto se podía visualizar con más claridad lo que se iba modelando.

Además, gracias a las características de Revit cada vez que se modificaba algún parámetro en un plano se actualizaba en todos los planos del modelado, esto es un gran avance en la actualidad a diferencia del modelado tradicional.

11. DOCUMENTACIÓN GENERADA A PARTIR DEL MODELO

11.1. Gestión de la información mediante Revit

A partir del nivel de desarrollo LOD 300 se empezó a gestionar la información del modelado mediante tablas de planificación, habitaciones y áreas. Como ya se ha dicho en capítulos anteriores, la mayor herramienta del BIM es la manera que tiene de gestionar la información. Esta gestión de la información provoca un gran ahorro de tiempo, y por lo tanto un ahorro en costes.

Para la gestión de la información se comenzó utilizando la herramienta “habitaciones” en Revit. Este comando proporciona automáticamente la superficie de la habitación seleccionada y también la opción de añadir una etiqueta, la cual definirá el uso que van a tener en un futuro como se puede observar en la Figura 31.

Esto supone una gran mejora con respecto a la metodología tradicional, ya que tenían que calcular el área manualmente además cuando se realiza algún cambio en el modelo el área de la habitación se actualiza de forma automática.

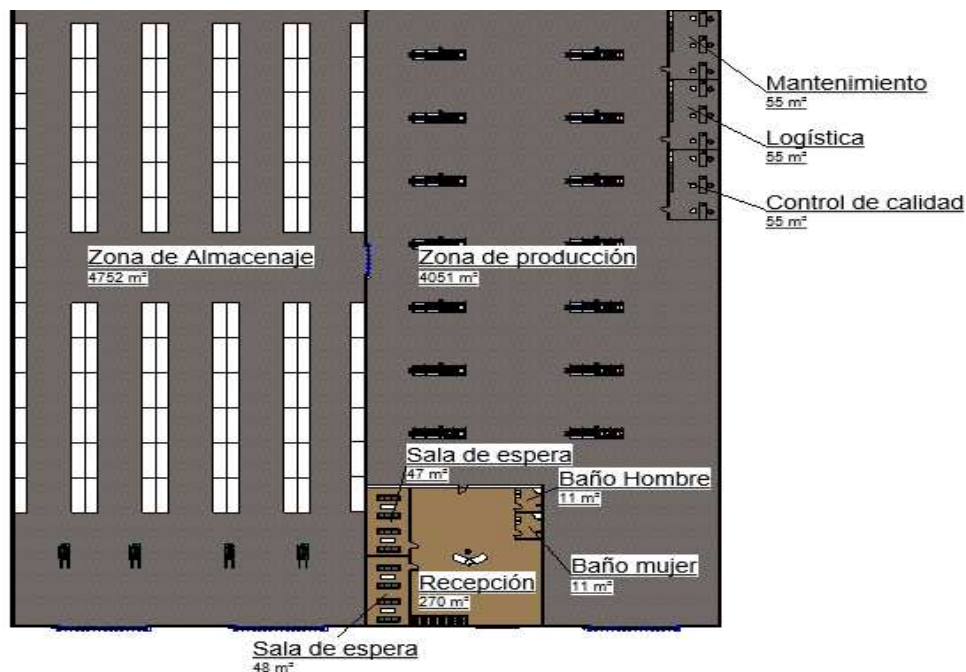


Figura 31: | DIFERENCIACIÓN DE HABITACIONES | Fuente propia

Revit ofrece además la capacidad de poder elaborar planos en los cuales las habitaciones se encuentran diferenciadas por colores según la utilidad que se les vaya a dar como se puede observar en la Figura 32.

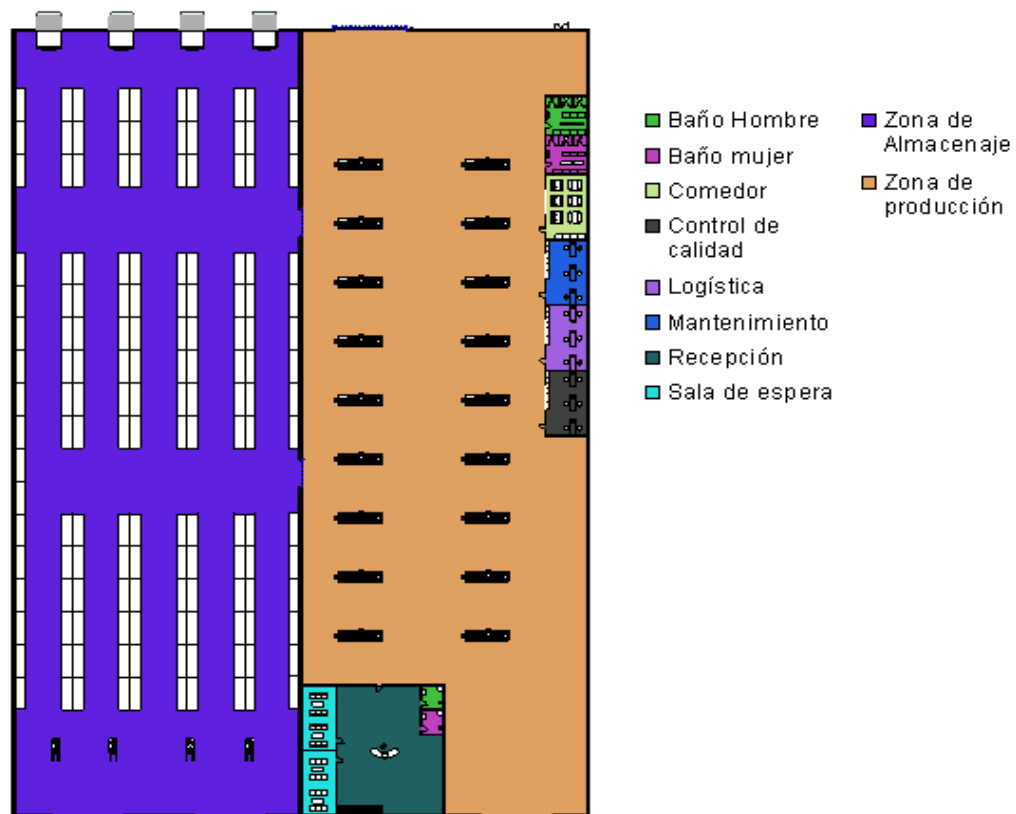


Figura 32: | DIFERENCIACIÓN DE HABITACIONES POR COLORES | Fuente propia

Otra herramienta de gestión de información en Revit son las tablas de planificación, estas pueden resultar una herramienta difícil de utilizar, pero una vez aprendido su uso son de mucha utilidad. Estas tablas ofrecen un gran abanico de posibilidades de gestión de la información, por ejemplo, el control del número de ventanas que contiene el modelado.

En las tablas podemos elegir los diferentes parámetros que queremos que aparezcan en ellas como diferentes elementos de modelado en los que se puede encontrar ventanas, sanitarios, puertas, etc.

Las tablas de planificación se actualizan automáticamente, es decir, si se realiza algún cambio en el modelado como eliminar una puerta, en las tablas de planificación de las puertas (Figura 33) se borrará automáticamente el elemento que se haya suprimido. De igual manera pasa si se modifica algún parámetro en las tablas de planificación, el modelado se actualizará automáticamente.

<Puertas>			
A	B	C	D
Altura	Anchura	Nivel	Tipo
5.50	10.00	2. Planta 1	Puerta industrial
5.50	10.00	2. Planta 1	Puerta industrial
5.50	10.00	2. Planta 1	Puerta industrial
5.50	10.00	2. Planta 1	Puerta industrial
0.00	0.00	2. Planta 1	puerta automatica
2.21	2.02	2. Planta 1	puerta doble metal
2.13	0.92	2. Planta 1	puerta de cristal
2.13	0.92	2. Planta 1	Puerta cristal
2.10	0.80	2. Planta 1	Puerta madera 2
2.10	0.80	2. Planta 1	Puerta madera 2
2.13	0.92	3. Planta 2	Puerta cristal
2.13	0.92	3. Planta 2	Puerta cristal
2.13	0.92	3. Planta 2	Puerta cristal
2.13	0.92	3. Planta 2	Puerta cristal

Figura 33: | TABLAS PLANIFICACIÓN "Puertas" | Fuente propia

Una vez colocadas las etiquetas en las diferentes habitaciones del modelado da la posibilidad de crear una tabla de planificación de las diferentes habitaciones, en las cuales se pueden calcular diferentes datos como área, perímetro, alturas, etc. En comparación con la metodología tradicional, se puede observar el gran avance que se tendría con estas tablas. Tradicionalmente el cálculo de estos datos llevaría un alto aporte de tiempo y por lo tanto un incremento en el coste.

En la Figura 34 se puede observar una tabla de planificación de las diferentes habitaciones de la nave industrial, esta tabla mide dos tipos de parámetros, el perímetro y el área de cada habitación.

<Tabla de planificación de habitaciones>

A	B	C
Nombre	Perímetro	Área
Zona de Almacenaje	318.80	4752 m ²
Control de calidad	30.91	55 m ²
Logística	30.91	55 m ²
Mantenimiento	30.91	55 m ²
Comedor	30.91	55 m ²
Baño mujer	29.16	32 m ²
Baño Hombre	29.16	32 m ²
Recepción	69.23	270 m ²
Sala de espera	29.16	47 m ²
Sala de espera	29.46	48 m ²
Baño mujer	13.23	11 m ²
Baño Hombre	13.05	11 m ²
Zona de producción	330.36	4051 m ²
Pasillo	66.43	109 m ²
Oficina comerciales	35.09	76 m ²
Despacho Director	34.92	75 m ²
Oficinas comerciales	31.96	61 m ²
Sala de juntas	32.26	62 m ²
Total general: 18	1185.91	9858 m²

Figura 34: | TABLAS PLANIFICACIÓN “Habitaciones” | Fuente propia

11.2. Planificación por fases

Finalizado el modelado de la nave industrial, Revit ofrece la posibilidad de visualizarlo mediante planificación de fases. En esta herramienta se puede visualizar las etapas de construcción de una obra o de destrucción si hicieran falta.

Para este modelado solo se han utilizado etapas de construcción. Las etapas de construcción para este modelado son Cimentación > Estructura > Cerramientos > Cubierta > Suelo y escalera > Muros divisorios > Techos > Puertas > Ventanas > Mobiliario.

En primer lugar, se procedió a dar una fase a cada elemento del modelado. La primera fase de construcción de la nave industrial es el desbroce del solar, este no se ha tenido en cuenta en el modelado mediante Revit, ya que se encuentra el emplazamiento al mismo nivel de cota y lo único que se puede representar en Revit es un terreno plano; sin embargo, a la hora de realizar el presupuesto que se verá en siguientes apartados se ha tenido en cuenta. La segunda fase de creación de la nave industrial es la cimentación (Figura 35), esta transmitirá todos los esfuerzos de la nave industrial al terreno.

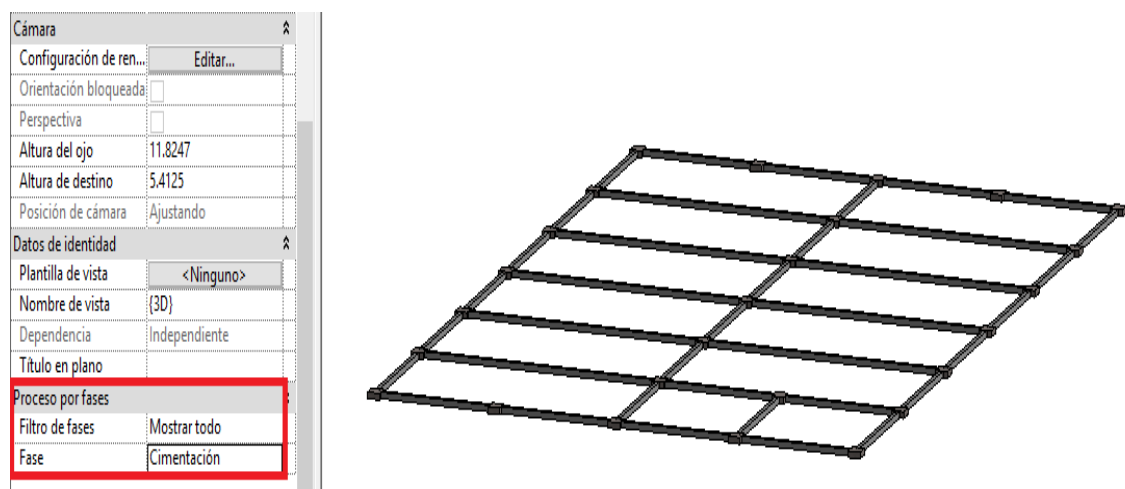


Figura 35: | CIMENTACIÓN “Fase 2” | Fuente propia

Después de la construcción de la cimentación se procede a la colocación de la estructura (Figura 36), por lo tanto, la tercera fase es la creación de la estructura de la nave industrial que se considera como su “esqueleto” [15]. La estructura se encontrará situada sobre la cimentación. Esta estructura soportará los diferentes esfuerzos de los cerramientos y de las cubiertas.

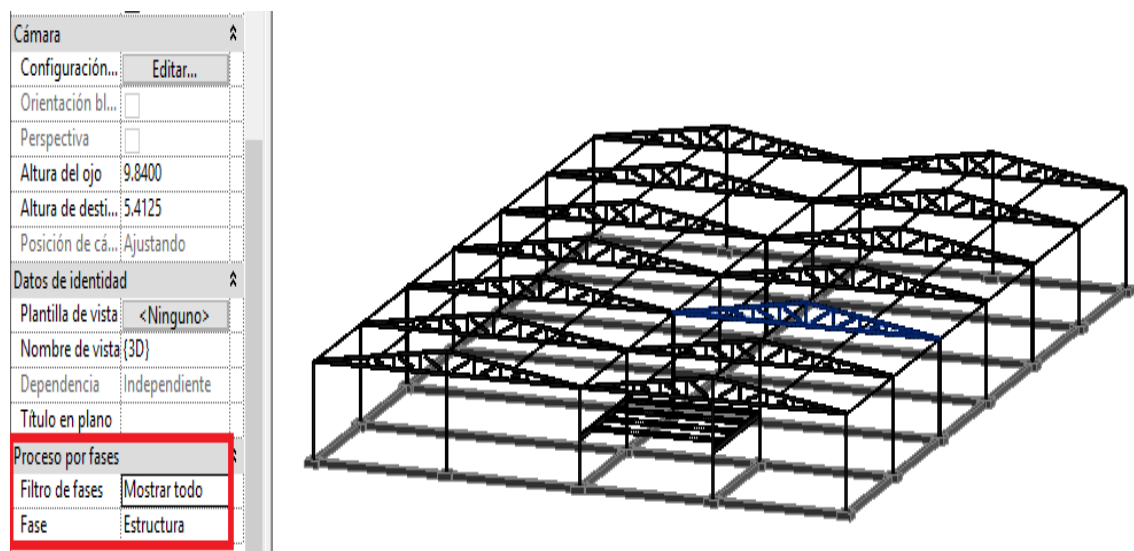


Figura 36: | ESTRUCTURA “Fase 3” | Fuente propia

Una vez creada la estructura se procede a la creación de los cerramientos que será la fase 4. Los cerramientos se encargan de aislar el interior de la nave industrial del medio exterior. Los cerramientos son contruidos mediante paneles de hormigón armado, estos paneles representan una gran ventaja debido a su facilidad de colocación.

Con los cerramientos de hormigón, también se procede a la construcción del muro de cortina de cristal. Todos los muros tendrán diferentes huecos correspondientes a las diferentes puertas, tal y como se puede observar en la Figura 37.

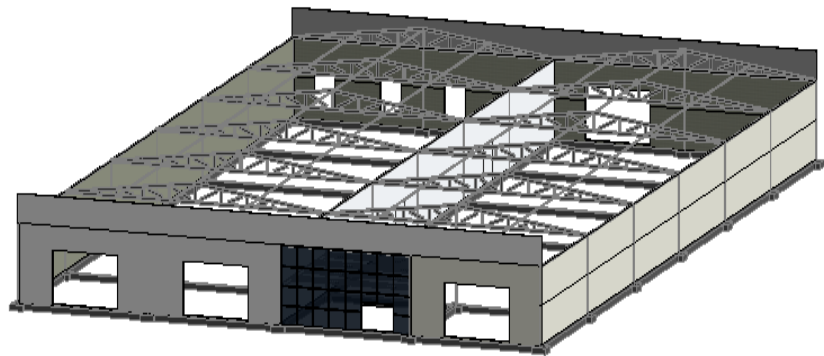
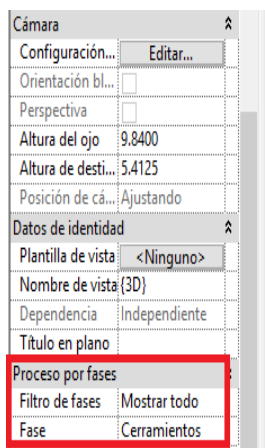


Figura 37: | CERRAMIENTOS “Fase 4” | Fuente propia

Finalizada la fase 4 de creación de los cerramientos se pasa a la fase 5, donde se procede a la construcción de la cubierta (Figura 38). La cubierta es a dos aguas y tendrán los diferentes huecos para las claraboyas. Las cubiertas igual que los cerramientos aíslan el interior de la nave industrial del medio exterior.

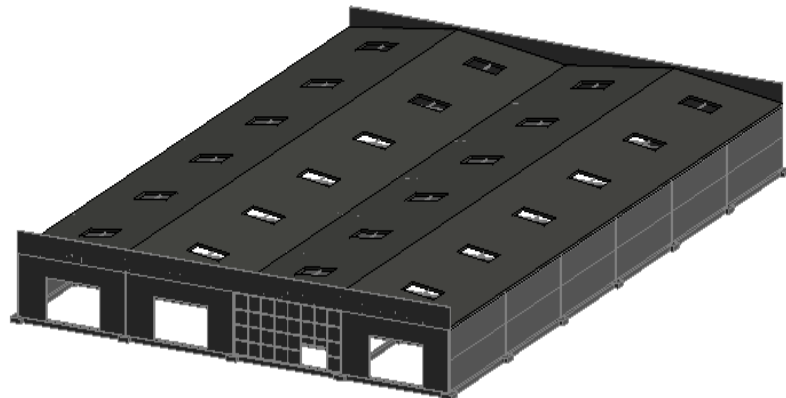
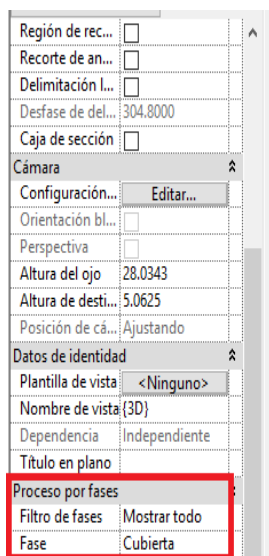


Figura 38: | CUBIERTA “Fase 5” | Fuente propia

Después de la construcción de la cubierta de la nave industrial se pasa a la creación del suelo y las escaleras que serán la fase 6, después vendrá la fase 7 en la que se formarán los muros divisorios y falsos techos. Por último, la fase 8, en la que se colocarán puertas, ventanas y diferente mobiliario.

Como se puede observar en la Figura 39, la nave se encuentra en la última fase de mobiliario, y por lo tanto muestra cómo se quedaría la nave en esta última fase.

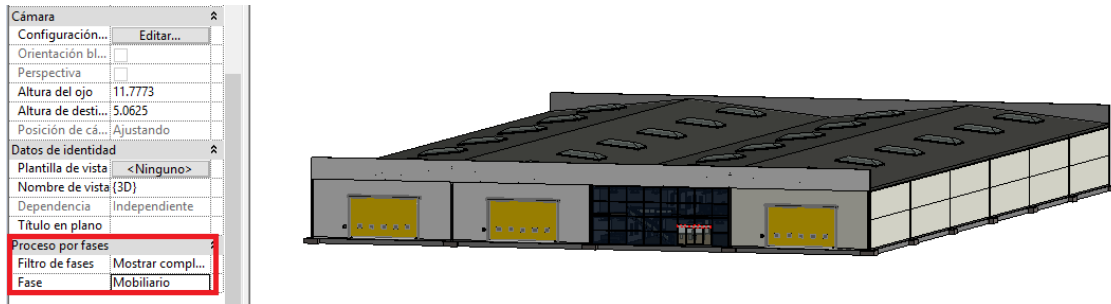


Figura 39: | MOBILIARIO “Fase 8” | Fuente propia

Como se ha podido ver en las figuras anteriores, Revit ofrece la posibilidad de observar cómo se va quedando la construcción en las diferentes fases. Además, se puede colocar un espacio temporal a cada fase para la construcción. Con estos espacios temporales seleccionando la semana que indicaría en qué fase se encuentra la construcción.

Sin embargo, pienso que en la creación de fases mediante Revit falta alguna herramienta para crear animaciones con dichas fases. No obstante, se pueden utilizar otros programas compatibles con Revit para suplir esta carencia.

11.3. Medición y presupuesto

Para el cálculo de la medición y presupuesto se ha utilizado dos programas diferentes a parte de Revit que son “Presto” y “Cost-It”. El programa “Cost-It” es el que enlaza los otros dos programas.

Una vez finalizado el modelado mediante Revit, se procede a dar diferentes códigos de montaje a los elementos modelados mediante la exportación con el programa “Cost-It”. Para la exportación de estos códigos de montaje se necesitaba una base de datos de costes de construcción, para este trabajo se optó por utilizar la base de costes de construcción de Andalucía. [17]

El problema de la base de costes de construcción de Andalucía es que no tenía el precio de construcción de todos los elementos que se han modelado para la creación de la nave industrial. Debido a este problema el precio de construcción de algunos elementos es inexacto, por tanto, el presupuesto de la nave industrial es intuitivo. Para las diferentes bases de datos de cada comunidad autónoma sale un presupuesto diferente y puede variar bastante.

Una vez colocados los diferentes códigos de montaje se procedió a exportar el modelado al programa “Presto”. Durante la exportación se indica que unidad de medida se quiere para cada elemento, es decir, si la medición de cada elemento se quiere en unidad, metros, kilogramos, etc. Una vez exportado, se obtienen la medición del modelado la cual se encuentra en el Anexo 2.

Por último, se obtuvo el presupuesto modificando los parámetros como la fijación de los costes indirectos, I.V.A y ganancias. Además, se insertó el presupuesto de todos los materiales que no aparecen en la base de datos de Andalucía. Una vez finalizado el presupuesto fue contrastado con un profesional. El presupuesto del modelado se encuentra en el Anexo 3.

12. CONCLUSIÓN

Finalizado el trabajo se puede observar que se han alcanzado todos los objetivos propuestos tanto de la parte teórica como práctica. Además, se ha demostrado la gran utilidad de la metodología BIM.

Durante el trabajo se puede apreciar el gran avance respecto a la metodología tradicional a la hora de realizar un proyecto mediante diferentes tipos de programas que en el caso de este trabajo ha sido Revit. En mi opinión, esto no significa que se deba abandonar la metodología tradicional, sino que se deberían complementar ambas metodologías.

Gracias a la metodología BIM, la elaboración del modelado de la nave industrial dedicada a la inyección de plásticos ha sido relativamente sencillo, esto es debido a las principales características que proporciona esta metodología:

- A la hora de trabajar en una única plataforma, esto proporciona que todos los trabajadores puedan intervenir de una manera ordenada.
- La información de todo el proyecto siempre se encuentra actualizada y disponible para todos los trabajadores, esto da lugar a una disminución de los errores y por tanto de los costes.
- Facilitar el intercambio de información entre diferentes tipos de software gracias al Open BIM. Esto ayuda al desarrollo de la plataforma BIM.
- La calidad del proyecto es mayor debido a que el control sobre el mismo no se centra en una sola etapa, sino que se centra en todo el ciclo de vida del proyecto; antes de la construcción, durante la construcción y una vez finalizada la construcción para obras de mantenimiento.

Algunas dificultades que han surgido a la hora de realizar el modelado mediante el programa Revit, es la compatibilidad que tiene este software con la creación de planos en formato PDF. Este aspecto debería de ser mejorado, además, de algunos comandos del programa Revit para el modelado de escaleras y el muro cortina los cuales pueden llegar a ser muy difíciles de utilizar.

Para el modelado de la nave industrial de inyección de plásticos se llegó hasta un nivel de desarrollo LOD 300, este trabajo de fin de grado se podría continuar con el desarrollo del LOD 400 que supone un incremento de la información en el modelo. El incremento del nivel de desarrollo brinda al modelo grandes ventajas, como, la disminución de problemas a la hora de construcción y disminución de los gastos.

Además de incrementar el nivel de desarrollo, también, se puede continuar el trabajo modelando la seguridad contra incendios, la instalación eléctrica, instalación de fontanería, etc.

Bibliografía

- [1] Montaña, F. (2015). *Del dibujo a mano hasta el BIM*.
Recuperado de <http://autocadbim.com/del-dibujo-a-mano-hasta-el-bim/>
- [2] Hildebrandt, G. (2015). *Significado de las siglas BIM*.
Recuperado de <http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-el-modelo-bim/>
- [3] Martinez, D. (2015). *Una pequeña historia del BIM*.
Recuperado de <https://prezi.com/negia11dlk0q/una-pequena-historia-del-bim/>
- [4] Estudios365. (2018). *¿Qué es un BEP?*
Recuperado de <https://www.estudios365.com/2018/01/31/que-es-un-bep-bim-execution-plan/>
- [5] Fundación laboral de la construcción. (2017). *Significado de Open BIM*
Recuperado de <http://blog.entornobim.org/significa-realmente-open-bim/>
- [6] Esdisma. (2018). *Origen del programa Revit de Autodesk*
Recuperado de <https://xn--master-diseo-khb.com/origen-del-programa-revit-de-autodesk/>
- [7] Zapata, P. (2018). *Conceptos fundamentales de ArchiCAD*.
Recuperado de <http://blog.graphisoft.lat/conceptos-fundamentales-de-archicad/>
- [8] Plataforma arquitectura. (2018). *Software Allplan Arquitectura*
Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/7559/software-allplan-arquitectura-allbim>
- [9] Aviles, O. (2015). *Transcripción de BIM Building Information Modeling*.
Recuperado de <https://prezi.com/8w3fwlwdbwr/bim-building-information-modeling/>
- [10] Coloma, E. (2008). *Introducción a la metodología BIM*.
- [11] Pack abc. (2018). *Historia de los plásticos*.
Recuperado de <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/historia-de-los-plasticos/>
- [12] Ayuntamiento de Martos. *Plan general de ordenación*.
Recuperado de <https://www.martos.es/urbanismoraiz/documentos/todos-los-documentos/category/pgou?f=1>
- [13] Bimobject. (2013). *Familias Revit*.
Recuperado de <http://bimobject.com/es>
- [14] Polantis. (2008). *Familias Revit*.
Recuperado de <https://www.polantis.com/es/>

- [15] Galván, G. (2017). *Fases de creación de nave industrial*
Recuperado de <http://www.panelesach.com/blog/proceso-de-construccion-de-una-nave-industrial/>
- [16] Ayuntamiento de Martos. *Planos de ordenación municipal*
Recuperado de <https://www.martos.es/urbanismoraiz/documentos/todos-los-documentos/category/b2-planos-de-ordenacion>
- [17] Junta de Andalucía. (2017). *Base de costes de la construcción de Andalucía*
Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoyvivienda/areas/vivienda-rehabilitacion/planes-instrumentos/paginas/bcca-sept-2017.html>
- [18] CYPE Ingenieros, S.A. *Generador de precios*
Recuperado de http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/
- [19] Furt, A. (2017). *LOD Nivel de desarrollo*.
Recuperado de <https://online.revitalacarta.com/2017/07/12/lod-nivel-de-desarrollo/>

ANEXOS

- Anexo 1: Plan General de Ordenación Urbana

La nave se encuentra localizada en zona (PA-SUB-O-I1), esta zona corresponde a suelo urbanizable ordenado de tipo industrial y grado 1. Esta situación está regida por las siguientes normativas:

- Condiciones de la parcela
 - Longitud mínima del lindero frontal: 12 m.
 - Superficie mínima de la parcela: 300 m².
 - La forma de la parcela deberá permitir inscribir un círculo de diámetro igual o superior a la establecida para el lindero frontal.
- Posición de la edificación
 - Alineación a vial: la edificación podrá alinearse a vial. En caso de retranqueo éste será como mínimo de 5m, debiendo garantizarse el correcto tratamiento de las paredes adosadas a los linderos laterales de las edificaciones colindantes.
 - Separación a linderos: en general no se establece retranqueo, aunque si se produce éste será como mínimo de 3m. Cuando el lindero trasero coincida con el límite del suelo urbano se fija un retranqueo de 5m.
- Ocupación de la parcela
 - Se ocupará el cien por cien (100%) de la superficie de parcela, salvo que el lindero testero o trasero coincida con el límite del suelo urbano en cuyo caso será la resultante de aplicar los retranqueos.

- Altura de la edificación
 - Altura máxima será de dos plantas (baja + 1) que será un total de 12 m.
 - Altura mínima en cualquier planta sobre rasante será de 2.50 m.

- Cuerpos y elementos salientes
 - Cuerpos salientes. Se admite todo tipo de cuerpo saliente para calles de ancho mayor a 10 m, con vuelo máximo del 7% del ancho de la calle, sin superar los 110 cm y sin sobresalir en ningún caso el acerado de la calle.

- Condiciones de seguridad frente al fuego
 - En edificación entre medianeras, el inmueble resolverá en sí mismo sus condiciones de seguridad frente al fuego y el riesgo que genere sobre las fincas colindantes, a cuyos efectos adecuará su diseño y materiales constructivos.

En función del tamaño, forma y diseño de la construcción, y de la actividad a que se destine, cabrá prohibir que se recurra a soluciones adosadas a uno o varios linderos, cuando ello suponga riesgo razonable para la seguridad de la propia construcción o de sus colindantes, en razón a la tecnología de prevención y extinción disponible.

- Anexo 2: Mediciones**MOVIMIENTO DE TIERRAS****LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO CON MEDIOS MECÁNICOS (m^2)**

Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, plantas, maleza, escombros, basuras o cualquier otro material existente. En el precio se incluye carga al camión y el transporte de los materiales retirados.

Unidades	Longitud	Anchura	Parciales	Medición
1,00	120,00	80,00	9.600,00	9.600,00

COMPACTACIÓN SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO (m^2)

Compactación superficial realizada con medios mecánico, hasta una profundidad de 20 cm, incluso regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud.

Unidades	Longitud	Anchura	Parciales	Medición
1,00	120,00	80,00	9.600,00	9.600,00

EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS EN TERRENO (m^3)

Excavación de zanjas, por medios mecánicos, en terrenos compactados y extracción de tierras en parcela. El precio incluye carga al camión y traslado de los materiales excavados.

	Unidades	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición
-Zapatas						
	26,00	2,00	2,00	0,65	67,60	
- Arriostramientos						
	29,00	20,00	0,65	0,60	226,20	
	9,00	40,00	0,65	0,60	140,40	
						434,20

CIMENTACIÓN**ARRIOSTRAMIENTOS DE HORMIGÓN (m^3)**

Viga de atado de hormigón armado. Realizado con hormigón para armar HA-25/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y vertidos desde el camión. Además. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
29,00	20,00	0,65	0,60	226,20	
9,00	40,00	0,65	0,60	140,40	

366,60**ZAPATAS DE HORMIGÓN (m^3)**

Zapata de cimentación de hormigón armado, realizado con hormigón para armar HA-25/P/40/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y vertidos desde el camión. Además. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Anchura</u>	<u>Altura</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
26,00	2,00	2,00	0,65	67,60	

67,60

ESTRUCTURA**PILARES DE ACERO (kg)**

Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Peso</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
26,00	9,00	1349,88	35.097,00	
				35.097,00

CORREAS CUBIERTAS DE ACERO (kg)

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para correa formada por pieza simple, de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, acabado con imprimación antioxidante, trabajado en taller, para colocar en obra mediante soldadura.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Peso</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
54,00	20,00	900,33	48.618,00	
				48.618,00

ESTRUCTURA METÁLICA REALIZADA CON CERCHAS (m²)

Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado.

<u>Unidades</u>	<u>Area</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
14,00	20,00	280,00	
			280,00

VIGAS DE ACERO (kg)

Acero en perfiles en caliente sobre pórticos, incluso, corte, elaboración y montaje, lijado, imprimación con 40 micras de minio de plomo y soldadura de cabeza y base casquillos y piezas especiales; construido según norma mv-102. medido el peso nominal.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Peso</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
2,00	20,00	7.274,00	14.548,00	
				14.548,00

VIGAS ALMENADAS DE ACERO (kg)

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Peso</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
4,00	20,00	555,75	2.223,00	
				2.223,00

CERRAMIENTOS**PANELES VERTICALES DE FACHADA (m^2)**

Panel vertical prefabricado de hormigón (HA-35), aligerado con porex, armado con acero (B-500 S), 30cm de grueso, acabado liso gris, transportado, montado y sujeto a la estructura. Incluye precios medios de protección, accesorios de montaje y sellado juntas exteriores.

Unidades	Longitud	Altura	Parciales	Medición
125,00	10,00	3,00	3.750,00	3.750,00

MURO CORTINA (m^2)

Muro cortina de aluminio con cerramiento compuesto de un 60% de superficie opaca (antepechos con acristalamiento exterior, cantos de forjado y falsos techos) y un 40% de superficie transparente (32% fija con luna sin temprar por el exterior y 8% de ventanas con doble acristalamiento).

Unidades	Longitud	Altura	Parciales	Medición
1,00	20,00	8,00	160,00	160,00

PETO (m^2)

Peto de fachada de doble hoja, formado por panel exterior de chapa perfilada nervada de acero S320 GD galvanizado de 0,6 mm espesor, aislamiento de manta de lana de vidrio no higroscópica revestida por una de sus caras con un velo de vidrio reforzado, según UNE-EN 13162, de 60 mm de espesor y soporte interior de bandeja de chapa nervada de acero galvanizado de 0,6 mm espesor.

Unidades	Longitud	Altura	Parciales	Medición
2,00	80,00	3,00	240,00	480,00

CUBIERTA**CUBIERTA DE PANEL SÁNDWICH (m^2)**

Cubierta completa formada por panel de 30mm de espesor total conformado con doble chapa de acero, lacado al exterior y galvanizado el interior. Panel anclado a la estructura mediante tornillos autorroscantes; tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares y lucernarios incluidos.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
2,00	4.557,10	9.114,21	9.114,21

SOLERA Y ESCALERA**SOLERA HORMIGÓN HM-20 16 cm (m^2)**

Solera de hormigón HM-20 de 16 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	390,00	390,00	390,00

SOLERA HORMIGÓN HM-35 22,5 cm (m^2)

Solera de hormigón HM-20 de 22.5 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	9.655,18	9.655,18	9.655,18

ESCALERA PREFABRICADA (m^2)

Escalera de hormigón armado, con peldañeado de hormigón, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S. Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales al encofrado. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	20,00	20,00	20,00

BARANDILLA ESCALERA (m)

Barandilla de aluminio de 90 cm de altura, con bastidor doble y entrepaño de vidrio de seguridad, para hueco poligonal de forjado, fijada mediante atornillado en hormigón.

<u>Unidades</u>	<u>Longitud</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
2,00	7,44	14,88	
1,00	7,89	7,89	22,77

TABIQUERÍA Y FALSOS TECHOS**FALSOS TECHOS (m^2)**

Techo continuo de placas de escayola decorada con fijación metálica, incluso remate con paramentos y accesorios de fijación. Medida la superficie ejecutada.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	387,84	387,84	
1,00	377,06	377,06	
5,00	5,26	276,30	
			1041,20

TABIQUE DOBLE ESTRUCT. PL. YESO LAM. 140 mm (m^2)

Tabique de doble estructura formado por con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 140 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a doble entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	786,34	786,34	
			786,34

TABIQUE DOBLE ESTRUCT. PL. YESO LAM. 300 mm (m^2)

Tabique de doble estructura formado por con dos placas de yeso laminado de 15 mm de espesor por cada cara y espesor final de 300 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a doble entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.

<u>Unidades</u>	<u>Área</u>	<u>Parciales</u>	<u>Medición</u>
1,00	319,92	319,92	
			319,92

- Anexo 3: Presupuesto desglosado**Movimiento de tierras****Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos (m²)**

Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, plantas, maleza, escombros, basuras o cualquier otro material existente. En el precio se incluye carga al camión y el transporte de los materiales retirados.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TP00100	h PEÓN ESPECIAL	0,009	17,50	0,16
ME00300	h PALA CARGADORA	0,005	17,00	0,09
Total, cantidades alzadas		9.600,00		
		9.600,00	0,26	2.496,00

Compactación superficial realizada con pisón mecánico (m²)

Compactación superficial realizada con medios mecánico, hasta una profundidad de 20 cm, incluso regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TP00100	h PEÓN ESPECIAL	0,093	17,50	1,63
GW00100	m3 AGUA POTABLE	0,310	1,00	0,31
MR00200	h PISÓN MECÁNICO MANUAL	0,450	15,00	6,75
Total, cantidades alzadas		9.600,00		
		9.600,00	8,95	85.920,00

Excavación de las zanjas en terreno (m²)

Excavación de zanjas, por medios mecánicos, en terrenos compactados y extracción de tierras en parcela. El precio incluye carga al camión y traslado de los materiales excavados.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07.04	h Peón ordinario	0,240	17,00	4,08
07.05	h Retroexcavadora media	0,112	30,45	3,41
Total, cantidades alzadas		434,20		
		434,20	7,71	3.347,68

TOTAL, MOVIMINETO DE TIERRAS91.763,68

Cimentación

Arriostramientos de hormigón (m³)

Viga de atado de hormigón armado. Realizado con hormigón para armar HA-25/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y vertidos desde el camión. Además. De limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2.2	<i>h</i> PEÓN ESPECIAL	1,350	19,10	25,79
1.1.2	<i>m3</i> HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	1,030	81,55	84,00
1.2.4	<i>h</i> VIBRADOR	1,360	30,00	40,80
Total, cantidades alzadas		366,6		
		366,60	150.59	56.863,33

Zapatas de hormigón (m³)

Zapata de cimentación de hormigón armado, realizado con hormigón para armar HA-25/P/40/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y vertidos desde el camión. Además. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.2.1	<i>h</i> OFICIAL 2ª	0,600	19,35	11,61
1.2.2	<i>h</i> PEÓN ESPECIAL	0,800	19,10	15,28
1.2.3	<i>m3</i> HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	1,030	55,80	57,47
1.2.4	<i>h</i> VIBRADOR	0,600	30,00	18,00
Total, cantidades alzadas		67,60		
		67,60	102.36	7.127,07

TOTAL, CIMENTACIÓN..... 63.990,4

Estructura

Pilares de acero (kg)

Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en calientes de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1.1	kg Pilar de ala ancha (HD 260x172)	0,900	1,21	1,09
2.1.2	h Oficial 1º cerrajero-chapista	0,020	11,56	0,23
2.1.3	u Pequeño material	0,080	1,58	0,13
Total, cantidades alzadas		35.097,00		
		35.097,00	1,49	52.294,53

Correas de acero de la cubierta (kg)

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para correa formada por pieza simple, de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, acabado con imprimación antioxidante, trabajado en taller, para colocar en obra mediante soldadura.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.2.1	kg Vigüeta de acero laminado (152x127x37RSJ)	0,950	1,22	1,16
2.2.2	h Oficial 1º cerrajero-chapista	0,025	11,56	0,29
2.2.3	u Pequeño material	0,085	1,15	0,10
Total, cantidades alzadas		48.618,00		
		48.618,00	1,60	77.788,80

Estructura metálica realizada con cerchas (m²)

Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.3.1	kg Celosía prefabricada de acero	5,000	3,00	15,00
2.3.2	h Oficial 1º cerrajero-chapista	1,000	11,56	11,56
2.3.3	u Pequeño material	2,000	1,55	3,10
Total, cantidades alzadas		280,00		
		280,00	30,55	8.554,00

Viga de acero (kg)

Acero en perfiles en caliente a42b en pórticos, incluso, corte, elaboración y montaje, lijado, imprimación con 40 micras de minio de plomo y p.p. de soldadura de cabeza y base casquillos y piezas especiales; construido según normas mv-102,103,104. Medido el peso nominal.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.4.1	kg Viga de acero (W1100X499)	1,020	1,00	1,02
2.4.2	h oficial 1º cerrajero-chapista	0,035	14,10	0,49
2.4.3	u Pequeños materiales	0,132	0,29	0,04
Total, cantidades alzadas		14.548,00		
		14.548,00	1,60	23.276,80

Viga almenada de acero (kg)

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.5.1	kg Viga almenada (CB460X28.3)	1,100	0,99	1,09
2.5.2	h Oficial 1º cerrajero-chapista	0,030	14,10	0,42
2.5.3	u Pequeños materiales	0,130	0,29	0,04
Total, cantidades alzadas		2.223,00		
		2.223,00	1,60	3.556,80

TOTAL, ESTRUCTURA.....165.470,93

Cerramientos

Paneles verticales de fachada (m²)

Panel vertical prefabricado de hormigón (HA-35), aligerado con porex, armado con acero (B-500 S), 30cm de grueso, acabado liso gris, transportado, montado y sujeto a la estructura. Incluye precios medios de protección, accesorios de montaje y sellado juntas exteriores.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1.1	m ² Panel vertical liso e=30 cm	1,000	43,25	43,25
3.1.2	h Equipo montaje (Encargado + 2 ayudante)	0,054	40,25	2,17
3.1.3	h Grúa montaje 80 T	0,065	100,55	6,54
3.1.4	h Plataforma elevadora de 10 m	0,065	29,00	1,89
3.1.5	u Transporte con trailer 25.5 T	0,063	120,00	7,56
Total, cantidades alzadas		3.750,00		
		3.750,00	63,25	237.187,50

Muro cortina (m²)

Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema de tapetas; cerramiento compuesto de un 60% de superficie opaca (antepechos con acristalamiento exterior, cantos de forjado y falsos techos) y un 40% de superficie transparente (32% fija con luna sin templar por el exterior y 8% de ventanas con doble acristalamiento).

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08	m2 Estructura muro cortina, sistema de tapetas atornilladas y remate exterior embellecedor de tapajuntas clipado	1,000	128,40	128,40
01	m2 Panel de chapa de aluminio, formado por dos láminas de aluminio de 1,5 mm de espesor, lacadas a una cara y alma de material aisl	0,600	110,98	66,59
10	m2 Doble acristalamiento sobre muro cortina, luna sin templar por el exterior.	0,320	92,21	29,51
11	h Oficial 1º cerrajero.	0,485	17,82	8,64
12	h Oficial 1º montador de muro cortina.	1,414	18,10	25,59
Total, cantidades alzadas		160,00		
		160,00	266,49	42.638,40

Peto (m²)

Peto de fachada de doble hoja, formado por panel exterior de chapa perfilada nervada de acero S320 GD galvanizado de 0,6 mm espesor, aislamiento de manta de lana de vidrio no higroscópica revestida por una de sus caras con un velo de vidrio reforzado, según UNE-EN 13162, de 60 mm de espesor y soporte interior de bandeja de chapa nervada de acero galvanizado de 0,6 mm espesor.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.03	m2 Chapa perfilada nervada de acero UNE-EN S320	1,050	6,26	6,57
02	m2 Bandeja de chapa nervada de acero galvanizado	1,260	19,50	24,57
04.03.03	h Ayudante montador	0,346	16,43	5,68
03	h Oficial 1º montador	0,346	18,13	6,27
Total, cantidades alzadas		480,00		
		480,00	44,38	21.302,40

TOTAL, CERRAMIENTOS 301.128,30

Cubierta

Cubierta de panel sándwich (m2)

Cubierta completa formada por panel de 30mm de espesor total conformado con doble chapa de acero, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante tornillos autorroscantes; tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares y lucernarios incluidos.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1.1	m2 Panel sándwich galvanizado 40mm	0,900	20,90	18,81
4.1.2	m Paramento anterior prelacado	0,138	13,39	1,85
4.1.3	h Cuadrilla (oficial 1º + ayudante)	0,150	22,70	3,41
4.1.4	u pequeño material	0,500	3,00	1,50
Total, cantidades alzadas		9.114,21		
		9.114,21	26,34	240.068,29

TOTAL, CUBIERTA.....**240.068,29**

Solera y escalera

Solera hormigón HM-20 (m²)

Solera de hormigón HM-20 de 16 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.1.1	<i>h OFICIAL 2ª</i>	0,200	19,35	3,87
5.1.2	<i>h PEÓN ESPECIAL</i>	0,200	18,90	3,78
5.1.3	<i>m3 ARENA GRUESA</i>	0,100	10,06	1,01
5.1.4	<i>m3 HORMIGÓN HM-20/P/20/I, SUMINISTRADO</i>	0,108	56,63	6,12
5.1.5	<i>m2 chapa grecada 0,5 mm</i>	1,111	0,60	0,67
5.1.6	<i>m3 POLIESTIRENO PLANCHAS RIGIDAS, DENS. 12 kg/m3</i>	0,002	178,60	0,36
Total, cantidades alzadas		390,00		
		390,00	16,28	6.349,20

Solera hormigón HM-35 (m²)

Solera de hormigón HM-20 de 22.5 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.2.1	<i>h OFICIAL 2ª</i>	0,080	19,35	1,55
5.2.2	<i>h PEÓN ESPECIAL</i>	0,080	18,90	1,51
5.2.3	<i>m3 ARENA GRUESA</i>	0,100	13,00	1,30
5.2.4	<i>m3 HORMIGÓN HA-35/P/20/Iib, SUMINISTRADO</i>	0,380	40,20	15,28
5.2.5	<i>m2 LÁMINA POLIETILENO 0,2 mm</i>	1,000	0,60	0,60
Total, cantidades alzadas		9.655,18		
		9.655,18	20,85	201.310,50

Escalera prefabricada (m²)

Escalera de hormigón armado, con peldaño de hormigón, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S. Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales al encofrado. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1525	m2 Escalera prefabricada de hormigón armado	1,000	228,00	228,00
2469	h Peón especial	0,101	25,00	2,53
Total, cantidades alzadas		20,00		
		20,00	237,45	4.749,00

Barandilla escalera (m)

Barandilla de aluminio de 90 cm de altura, con bastidor doble y entrepaño de vidrio de seguridad, para hueco poligonal de forjado, fijada mediante atornillado en hormigón.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
989	m Barandilla escalera de tubo de acero con cristalera	1,000	45,00	45,00
952952	h Peón especial	0,080	25,00	2,00
Total, cantidades alzadas		22,77		
		22,77	48,41	1.102,30

TOTAL, SOLERA Y ESCALERA213.511,00

Tabiquería y falsos techos

Techo continuo placas de escayola decorada, fij. metálica

Techo continuo de placas de escayola decorada con fijación metálica, incluso p.p. de remate con paramentos y accesorios de fijación. Medida la superficie ejecutada.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
RT01400	m2 PLACA ESCAYOLA DECORADA	1,103	8,12	8,96
WW00400	u PEQUEÑO MATERIAL	1,000	0,30	0,30
TO00500	h OF. 1ª ESCAYOLISTA	0,545	19,85	10,82
TP00100	h PEÓN ESPECIAL	0,075	17,50	1,31
Total, cantidades alzadas		1.041,20		
		1.041,20	22,03	22.937,64

TABIQUE DOBLE ESTRUCT. PL. YESO LAM. 140 mm

Tabique de doble estructura formado por con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 140 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a doble entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TA00200	h AYUDANTE ESPECIALISTA	0,350	19,04	6,66
TO00900	h OF. 1ª MONTADOR	0,300	19,85	5,96
FP00500	m2 ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 46x600 mm	1,500	2,50	3,75
FP01200	m2 PLACA DE YESO LAMINADO DE 13 mm	1,800	4,16	7,49
FP01800	kg PASTA PARA JUNTAS DE PLACAS DE YESO LAMINADO	0,900	1,12	1,01
WW00300	u MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,550	0,55	0,30
WW00400	u PEQUEÑO MATERIAL	0,470	0,30	0,14
Total, cantidades alzadas		786,34		
		786,34	26,07	20.499,88

TABIQUE DOBLE ESTRUCT. PL. YESO LAM. 300 mm

Tabique de doble estructura formado por con dos placas de yeso laminado de 15 mm de espesor por cada cara y espesor final de 300 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a doble entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos.

Descomposición:		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TA00200	<i>h</i> AYUDANTE ESPECIALISTA	0,450	19,04	8,57
TO00900	<i>h</i> OF. 1ª MONTADOR	0,450	19,85	8,93
FP00600	<i>m2</i> ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 70x600 mm	2,000	3,06	6,12
FP01300	<i>m2</i> PLACA DE YESO LAMINADO DE 15 mm	4,200	4,82	20,24
FP01800	<i>kg</i> PASTA PARA JUNTAS DE PLACAS DE YESO LAMINADO	0,900	1,12	1,01
WW00300	<i>u</i> MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,550	0,55	0,30
WW00400	<i>u</i> PEQUEÑO MATERIAL	0,470	0,30	0,14
Total, cantidades alzadas		319,92		
		319,92	46,67	14.930,67

TOTAL, TABIQUERÍA Y FALSOS TECHOS58.368,19

Resumen del presupuesto

RESUMEN	IMPORTE
Movimiento de tierras	91.763,68
Cimentación	63.990,40
Estructura	165.470,93
Cerramientos	301.128,30
Cubierta	240.068,29
Solera y escalera	213.511,00
Tabiquería y falsos techos	58.368,19
TOTAL:	1.134.300,79

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

13,00 % Gastos generales 147.459,10
6,00 % Beneficio industrial 68.058,05

Suma..... 215.517,15

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA 1.349.817,94
21% IVA 283.461,77

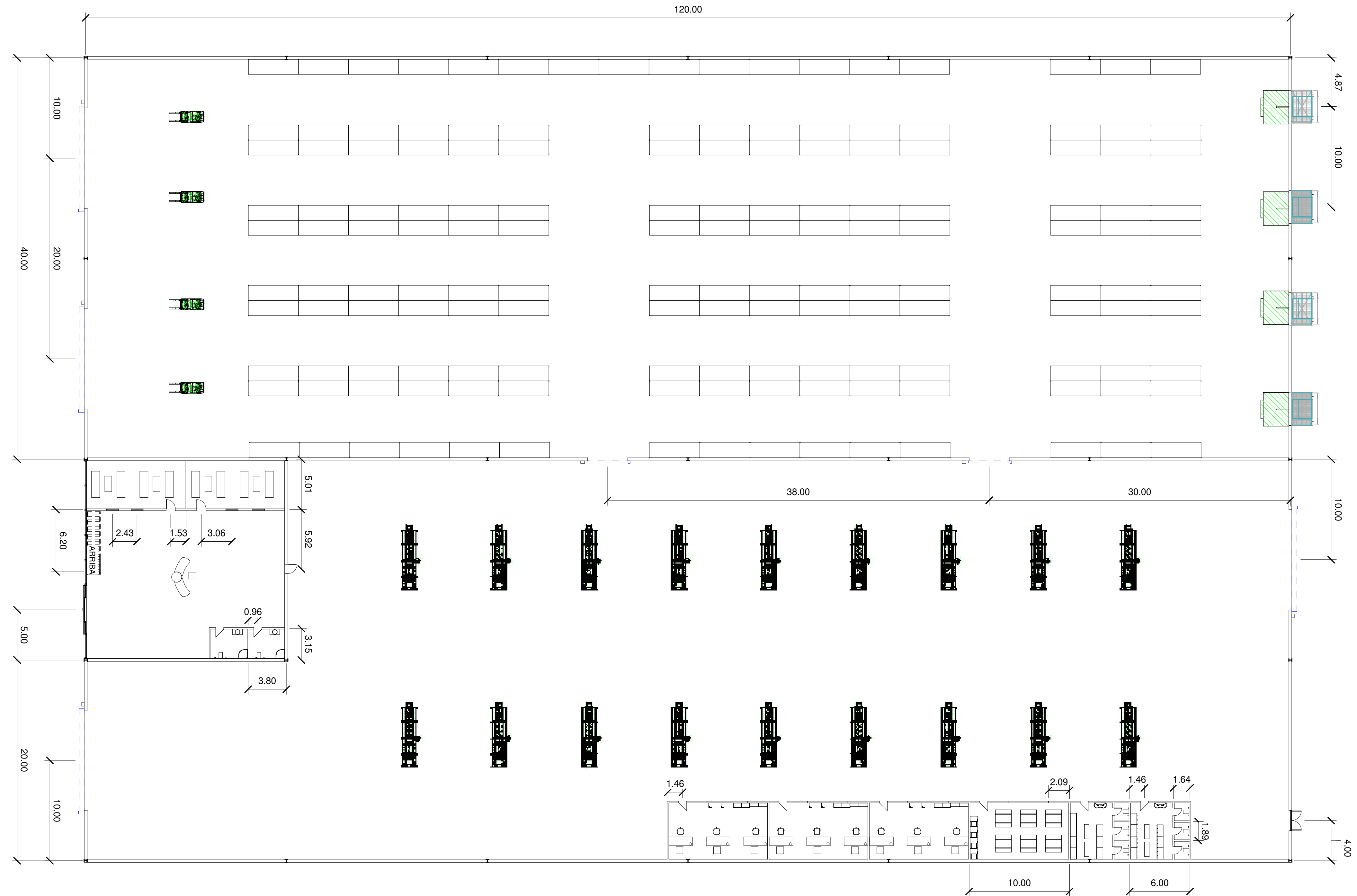
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 1.633.279,71

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN SEISCIENTOS TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

- **Anexo 4: Planos nave industrial**

Finalizado el modelado de la nave industrial se han obtenido múltiples planos de las diferentes vistas que componen la nave industrial. Los planos obtenidos son los siguientes:

- Plano distribución en planta 1 (A101)
- Plano distribución en planta 2 (A102)
- Plano sección A-A' (A103)
- Plano áreas habitaciones (A104)
- Plano alzado norte-sur (A105)
- Plano alzado este-oeste (A106)
- Plano 3D (A107)
- Planos renderizados (A108)



Leyenda

	Maquina de inyección de plástico		Mesa de recepción		Maquina espendedora
	Carretilla elevadora		Lavabo		Mesa oficina
	Elevador mecánico		Ducha		Sofas con mesa
	Puerta de embarque para camiones		Lavabo		WC
	Estantería		Silla		

Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén



Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Autor: Jaime Sánchez Díaz

Fecha: 26/06/2018

Firma:

Revisado: F. Javier Gallego Álvarez

Fecha: 26/06/2018

Firma:

Plano distribución en planta 1

Tipo de documento:

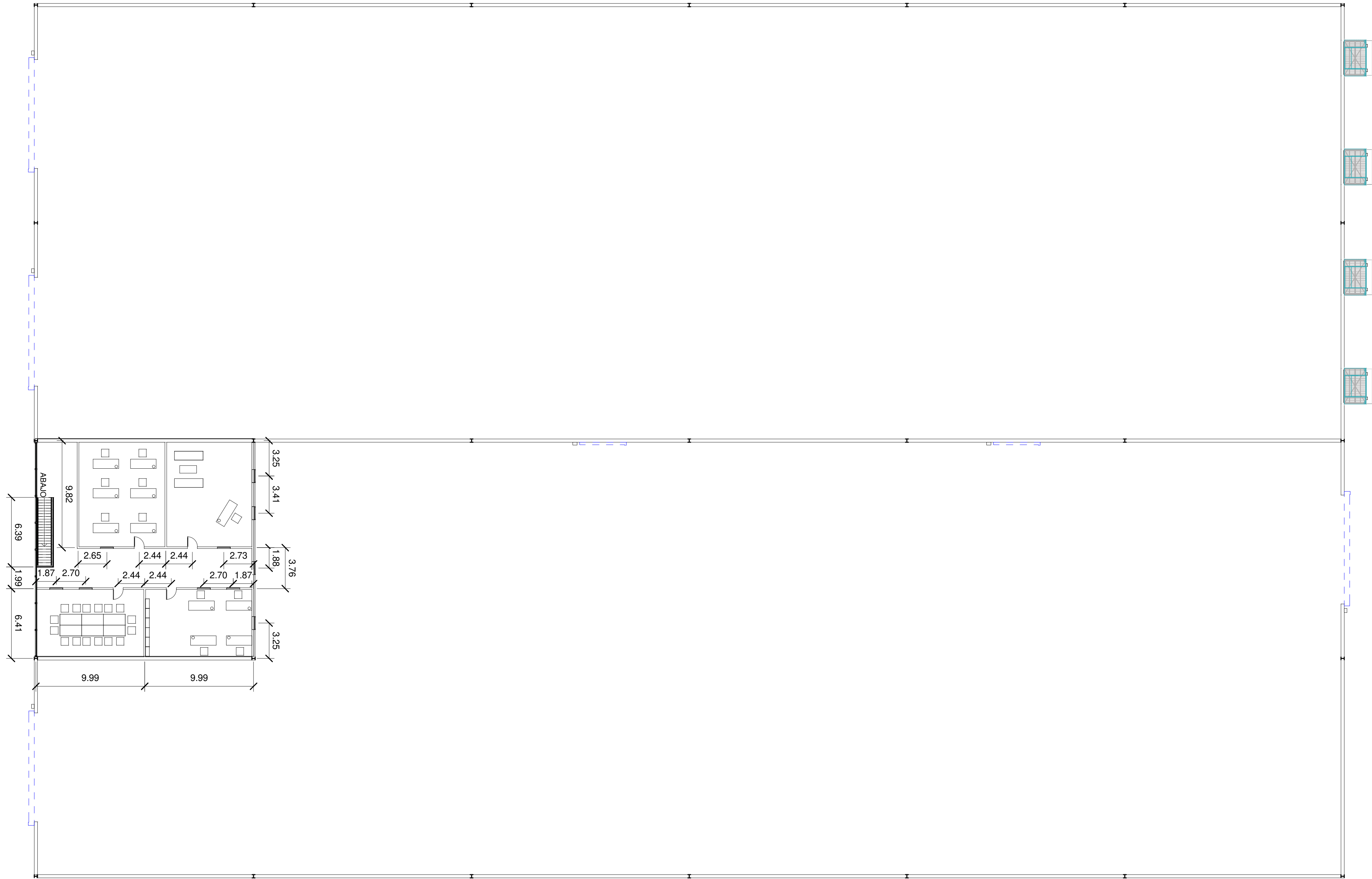
PDF

Escala:

1 : 220

Nº identif:

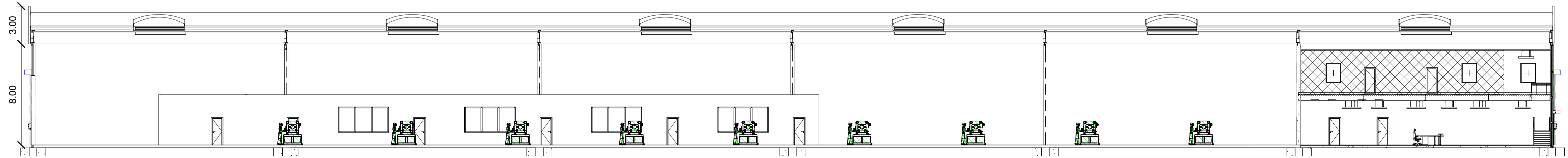
A101



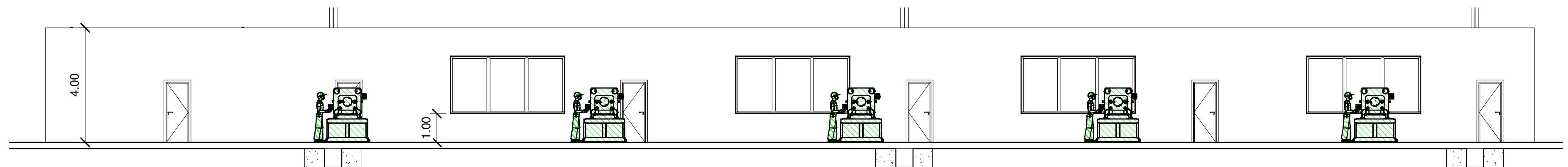
Leyenda

	Sofas con mesa		Mesa reuniones
	Silla oficina		Estantería
	Mesa oficina		

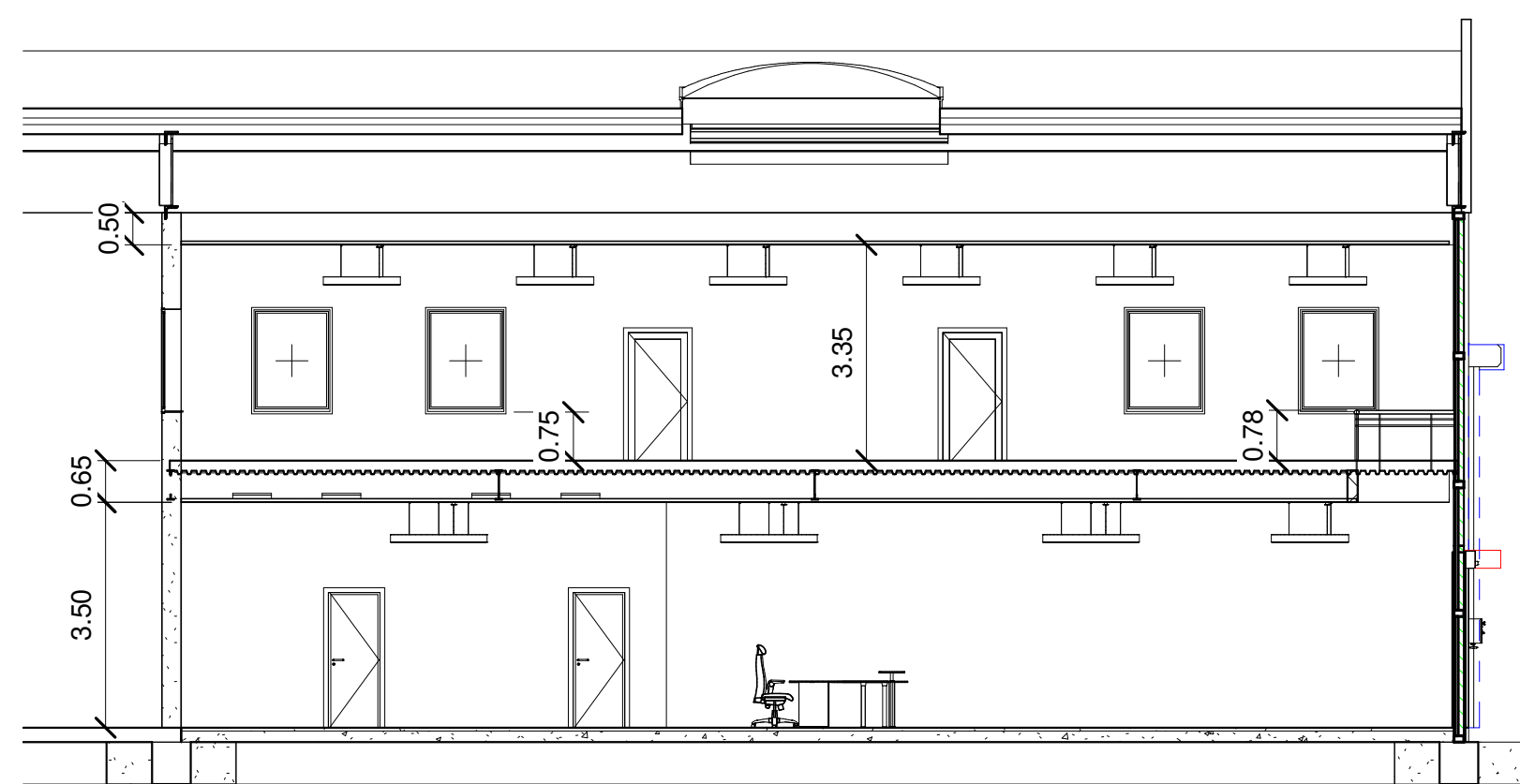
Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén					
 UNIVERSIDAD DE JAÉN	Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	Autor: Jaime Sánchez Díaz		Fecha: 26/06/2018	Firma:
		Revisado: F. Javier Gallego Álvarez		Fecha: 26/06/2018	Firma:
Plano distribución en planta 2			Tipo de documento: PDF	Escala: 1 : 200	Nº identif: A102



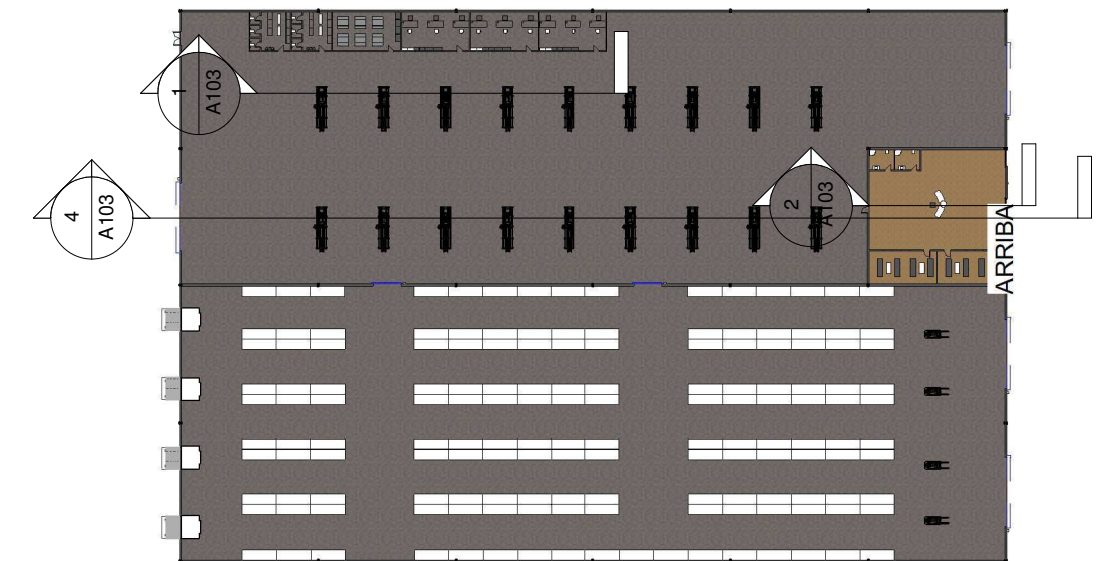
4 Sección A-A'
1 : 180



1 Ampliación Sección A-A'
1 : 100



2 ampliación Sección A-A'
1 : 100



Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén



Departamento de
Ingeniería Gráfica,
Diseño y Proyectos

Autor: Jaime Sánchez Díaz

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Revisado: F. Javier Gallego Álvarez

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Plano Sección A-A'

Tipo de documento:

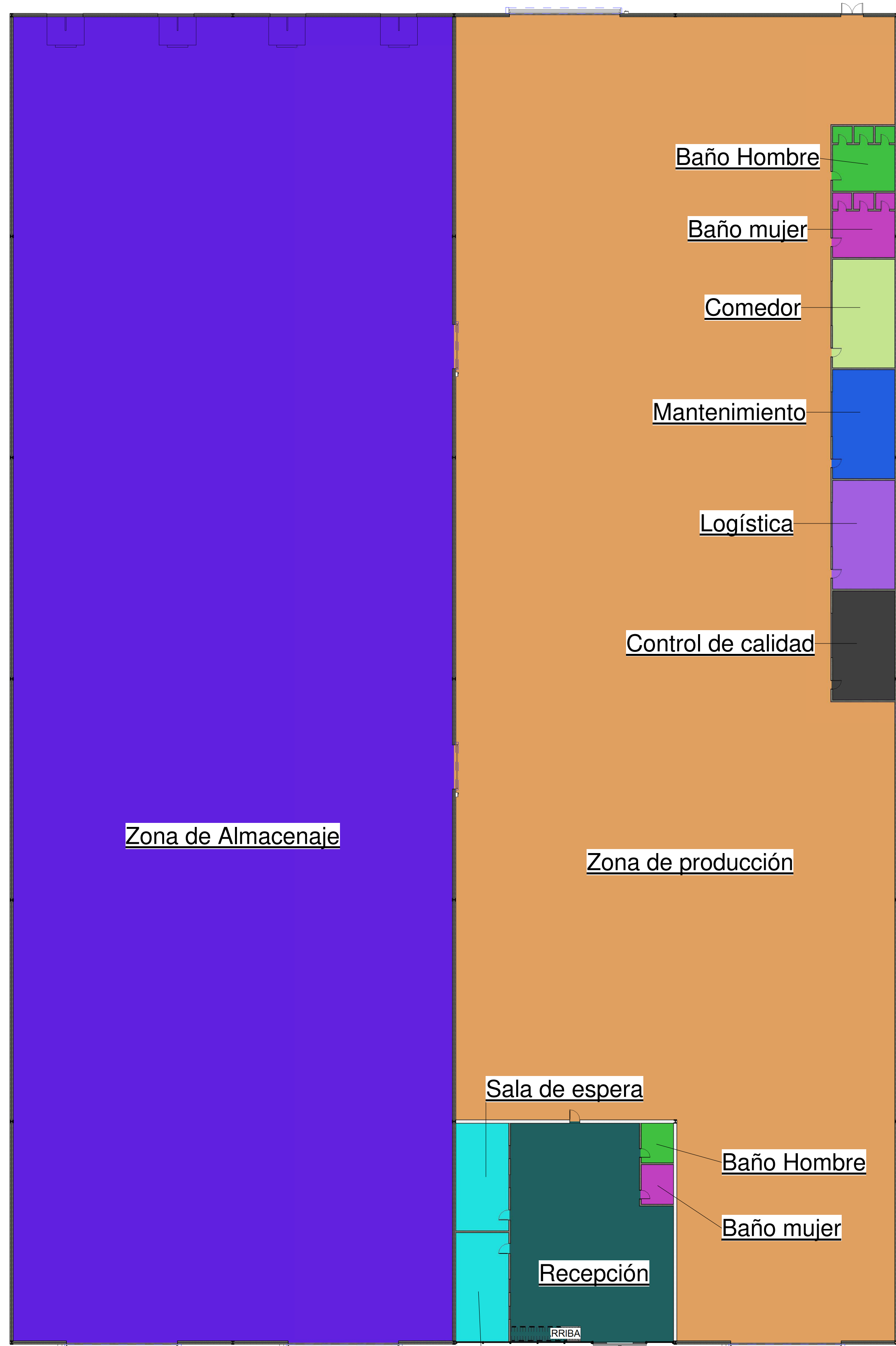
PDF

Escala:

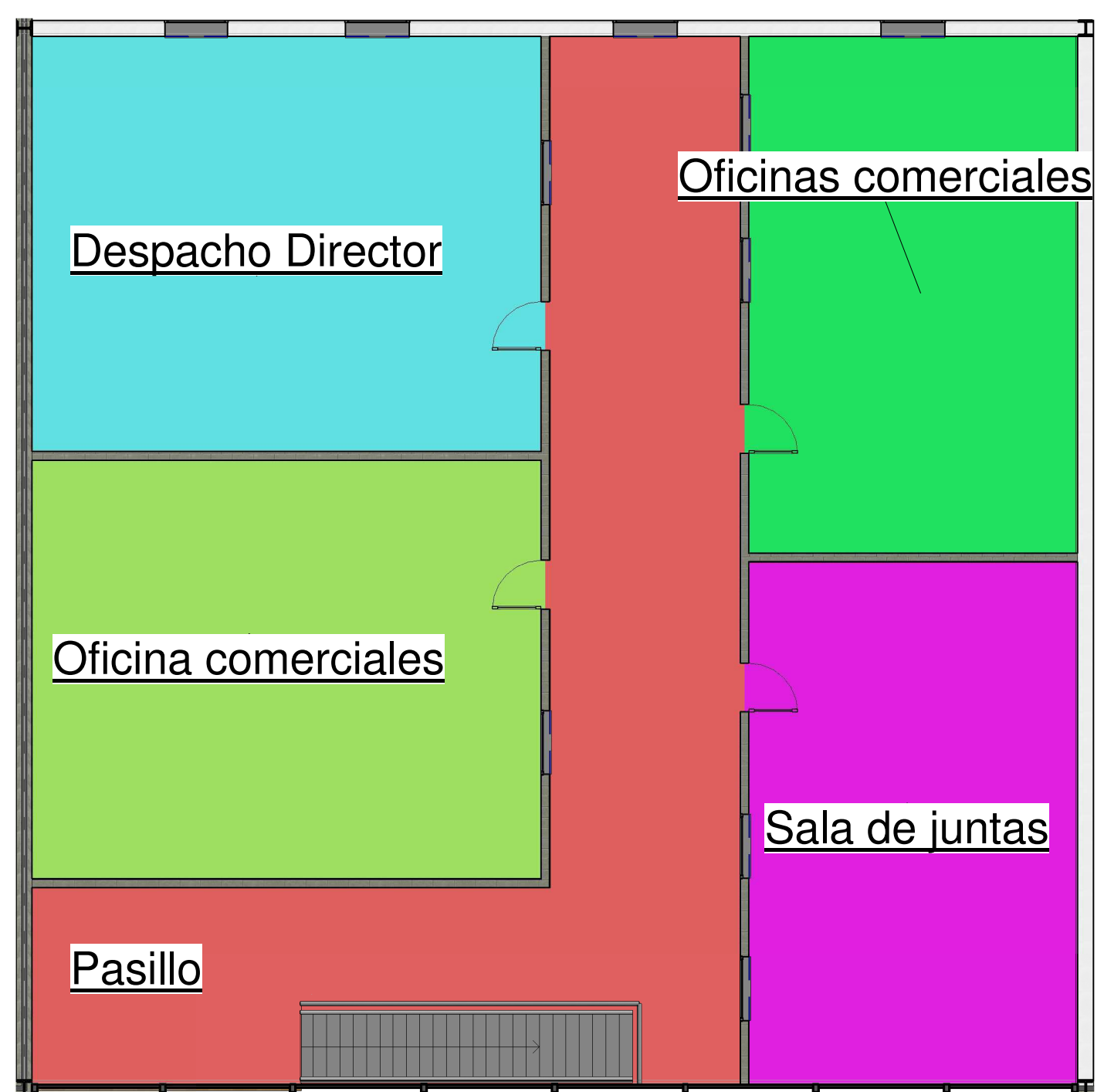
Como se
indica

Nº identif:

A103



1 Plano planta 1 colores
1 : 250



2 Plano planta 2 colores
1 : 100

Habitaciones		
Nombre	Perímetro	Área
Zona de Almacenaje	318.80	4752 m²
Control de calidad	30.91	55 m²
Logística	30.91	55 m²
Mantenimiento	30.91	55 m²
Comedor	30.91	55 m²
Baño mujer	29.16	32 m²
Baño Hombre	29.16	32 m²
Recepción	69.19	270 m²
Sala de espera	29.07	47 m²
Sala de espera	29.40	47 m²
Baño mujer	13.11	11 m²
Baño Hombre	12.97	10 m²
Zona de producción	330.36	4051 m²
Pasillo	66.39	108 m²
Oficina comerciales	34.97	76 m²
Despacho Director	34.84	75 m²
Oficinas comerciales	31.88	60 m²
Sala de juntas	32.18	61 m²
Total general: 18	1185.11	9854 m²

Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén



Departamento de
Ingeniería Gráfica,
Diseño y Proyectos

Autor: Jaime Sánchez Díaz

Revisado: F. Javier Gallego Álvarez

Fecha:
26/06/2018

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Firma:

Plano areas habitaciones

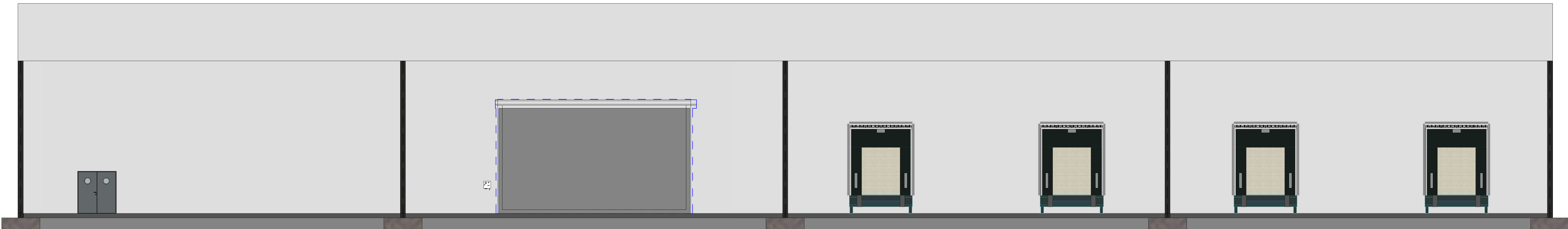
Tipo de documento:
PDF

Escala:
Como se indica

Nº identif:
A104



Plano alzado principal



Plano alzado trasero

Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén



Departamento de
Ingeniería Gráfica,
Diseño y Proyectos

Autor: Jaime Sánchez Díaz

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Revisado: F. Javier Gallego Álvarez

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Plano Alzado Norte - Sur

Tipo de documento:
PDF

Escala:
1 : 130

Nº identif:
A105

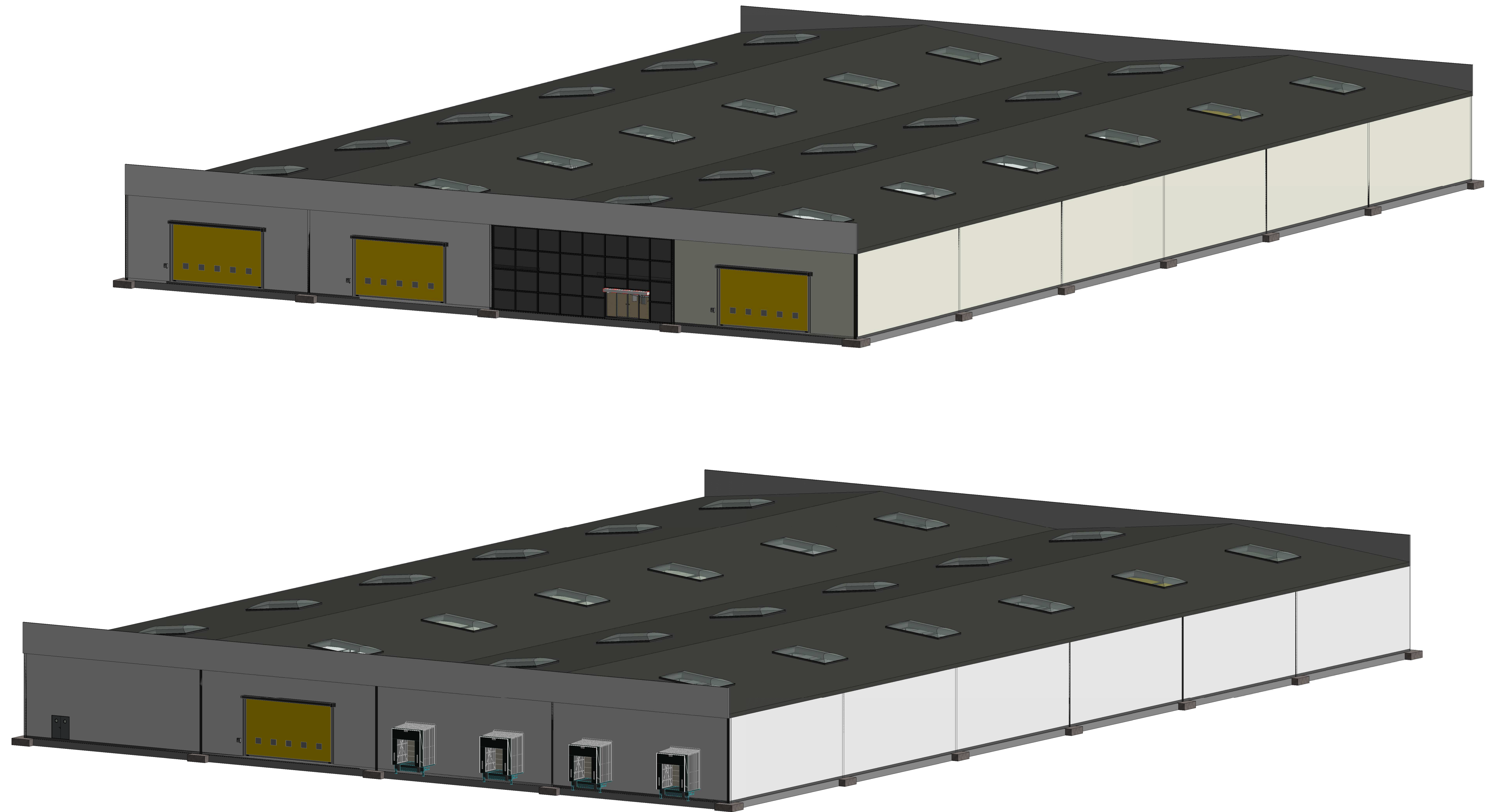


Plano alzado Este



Plano alzado Oeste

Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén				
 UNIVERSIDAD DE JAÉN	Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	Autor: Jaime Sánchez Díaz	Fecha: 26/06/2018	Firma:
		Revisado: F. Javier Gallego Álvarez	Fecha: 26/06/2018	Firma:
Plano Alzado Este-Oeste		Tipo de documento: PDF	Escala: 1 : 200	Nº identif: A106



Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén



Departamento de
Ingeniería Gráfica,
Diseño y Proyectos

Autor: Jaime Sánchez Díaz

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Revisado: F. Javier Gallego Álvarez

Fecha:
26/06/2018

Firma:

Planos 3D

Tipo de documento:

PDF

Escala:

Nº identif:

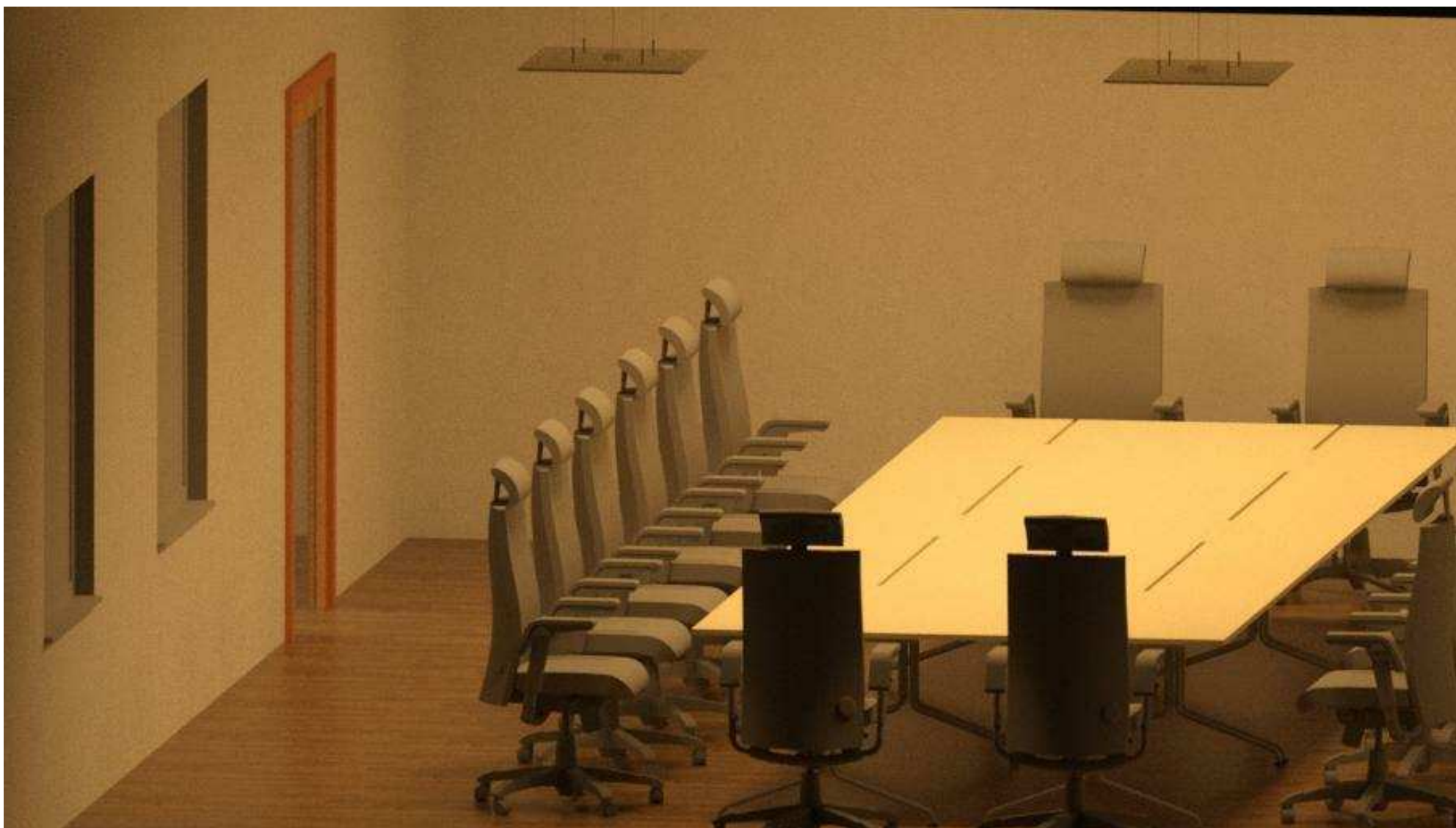
A107



Oficina de mantenimiento



Zona producción



Sala de reuniones

Proyecto: Nave industrial dedicada a la inyección de plásticos en el polígono de Martos-Jaén				
 UNIVERSIDAD DE JAÉN	Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos	Autor: Jaime Sánchez Díaz	Fecha: 26/06/2018	Firma:
		Revisado: F. Javier Gallego Álvarez	Fecha: 26/06/2018	Firma:
Plano renderizados		Tipo de documento:	Escala:	Nº identif:
		PDF	1 : 1	A108