

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL MEDIANTE BIM. EN POLÍGONO INDUSTRIAL LOS RUBIALES

Alumno: Francisco Jesús Moreno Jiménez

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

Junio, 2017



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Mecánica

Don Francisco Javier Gallego Álvarez, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: "Desarrollo de un Proyecto de Construcción Industrial Mediante BIM. En Polígono Industrial Los Rubiales", que presenta Francisco Jesús Moreno Jiménez, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2017

El alumno:

Francisco Jesús Moreno Jiménez

Los tutores:

Francisco Javier Gallego Álvarez

CONTENIDOS.

Resumen de ilustraciones.	4
Resumen de tablas.....	8
1. RESUMEN.	9
2. INTRODUCCION.....	10
3. ANTECEDENTES SOBRE BIM.....	12
3.1 Concepto de BIM.....	12
3.2 En qué consiste Building Information Modeling.....	12
3.2.1 Edificio (Building).	12
3.2.2 Informacion (Information).	13
3.2.3 Modelado (Modeling).	13
3.3 Etapas y Áreas Abarcadas.....	13
3.4 Ventajas e inconvenientes del BIM.	14
3.4.1 Ventajas del BIM.....	14
3.4.2 Inconvenientes del BIM.....	15
3.5 Niveles de desarrollo según Richards y Bew.	16
3.6 BIM en España.....	18
3.7 Software Revit.....	20
3.7.1 Características destacadas de Revit.....	20
4. CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN.....	21
4.1. Localización.....	21
4.2. Descripción general de la construcción.....	24
4.3. Datos y Normativa.....	25
5. GENERACIÓN DE UN MODELO EN REVIT	27
6. MODELO ESTRUCTURAL.....	30
6.1 Justificación del dimensionamiento estructural.	30
6.2 Modelado estructural.....	31
6.1 Error con el comando "Conexión".	45
6.2 Construcción de la Nave 2, bajo una estructura de hormigón.....	49
6.4 Puente.....	54
6.5 Armadura en el Hormigón.	56
6.5.1 Armadura para vigas y pilares.....	56
6.5.3 Armadura para Zapatas.	63

6.5.4 Suelo estructural.....	67
6.6 Modelo analítico.....	69
7. MODELO ARQUITECTÓNICO.....	71
7.1 Suelo.....	73
7.2 Cerramientos.....	75
7.3 Muros cortina.....	78
7.4 Puertas.....	83
7.5 Ventanas.....	86
7.6 Escaleras.....	87
7.7 Barandilla.....	89
7.8 Cubierta.....	90
7.9 Techo.....	93
7.10 Instalaciones.....	95
7.10.1 Luminarias.....	95
7.10.2 Sanitarios.....	97
7.10.3 Mobiliario.....	99
7.11 Parking.....	100
7.12 Modelado de Familias.....	101
7.13 Modelado del emplazamiento.....	105
8. INFORMACION DEL PROYECTO.....	106
8.1 Ubicación del proyecto.....	106
8.2 Cómputo de materiales y tablas de planificación.....	109
8.3 Creación de Planos.....	112
8.4 Vista 3D.....	114
8.4.1 Cámara.....	114
8.4.2 Recorrido.....	115
8.5 Renderizado.....	116
8.5.1 Imágenes Renders.....	116
9. CONCLUSIÓN.....	120
10. BIBLIOGRAFIA.....	122
ANEXOS.....	123
Anexo I. Tablas de planificación.....	124
Anexo II. Planos.....	131

Resumen de ilustraciones.

Figura 1.	Modelo de madurez de Richards y Bew. [3]	Pag. 16
Figura 2.	Diferentes LOD. [5]	Pag. 18
Figura 3.	Procesos Revit.[8]	Pag. 20
Figura 4.	Ubicación de la parcela 1.	Pag. 22
Figura 5.	Ubicación de la parcela 2.	Pag. 22
Figura 6.	Ubicación de la parcela 3.	Pag. 23
Figura 7.	Imagen en catastro a color.	Pag. 23
Figura 8.	Pantalla principal de Revit.	Pag. 27
Figura 9.	Opciones Revit.	Pag. 28
Figura 10.	Opciones de Ubicación de Archivos.	Pag. 28
Figura 11.	Ubicación de las Plantillas por defecto.	Pag. 29
Figura 12.	Interfaz Revit.	Pag. 31
Figura 13.	Interfaz de Usuario.	Pag. 31
Figura 14.	Navegador de proyectos.	Pag. 32
Figura 15.	Referencia, donde se elige el nivel.	Pag. 32
Figura 16.	Niveles de referencia colocados.	Pag. 33
Figura 17.	Referencia donde se elige la rejilla.	Pag. 33
Figura 18.	Rejillas para el modelado.	Pag. 33
Figura 19.	Menú de estructura.	Pag. 34
Figura 20.	Modo, colocación y múltiple.	Pag. 34
Figura 21.	Tabla de propiedades del material.	Pag. 35
Figura 22.	Distribución de pilare HEA 300.	Pag. 35
Figura 23.	Cimentación.	Pag. 36
Figura 24.	Editar tipo.	Pag. 36
Figura 25.	Propiedades tipo.	Pag. 37
Figura 26.	Herramienta múltiple.	Pag. 37
Figura 27.	Propiedades Zapata.	Pag. 38
Figura 28.	Zapatas y pilares.	Pag. 38
Figura 29.	Viga.	Pag. 39
Figura 30.	Vigas de atado de zapatas.	Pag. 39
Figura 31.	Propiedades de la IPN-Viga.	Pag. 40
Figura 32.	Vigas IPN 280 colocadas.	Pag. 40
Figura 33.	Viga de celosía.	Pag. 41
Figura 34.	Tipos de cerchas.	Pag. 41
Figura 35.	Tipos de cerchas (2).	Pag. 41
Figura 36.	Cerchas colocadas en la nave.	Pag. 42
Figura 37.	Propiedades Cerchas.	Pag. 42
Figura 38.	Resultado final de las cerchas.	Pag. 43
Figura 39.	Viga de unión en las cerchas.	Pag. 43
Figura 40.	Línea de contorno para las correas.	Pag. 44
Figura 41.	Correas introducidas en el lado derecho.	Pag. 44

Figura 42.	Entramados laterales y vistas a contraviento. Cruces de San Andrés.	Pag. 45
Figura 43.	Conexiones de vigas vacías.	Pag. 45
Figura 44.	Steel Connections.	Pag. 46
Figura 45.	Tipos de conexiones.	Pag. 46
Figura 46.	'Autodesk content libraries'.	Pag. 47
Figura 47.	Contenido en Autodesk Libraries.	Pag. 48
Figura 48.	Unión con Conexiones.	Pag. 48
Figura 49.	Oficinas en la nave donde se desarrollara la actividad industrial.	Pag. 49
Figura 50.	Propiedades pilar de hormigón.	Pag. 50
Figura 51.	Tipos de pilares de hormigón.	Pag. 50
Figura 52.	Pilares de hormigón en 3D.	Pag. 51
Figura 53.	Propiedades de las vigas de estructura de hormigón.	Pag. 51
Figura 54.	Resultado de la estructura de hormigón.	Pag. 52
Figura 55.	Vista 2D estructura de hormigón.	Pag. 52
Figura 56.	Estructura de nave 2 terminada	Pag. 53
Figura 57.	Estructura de Nave 1 y Nave 2.	Pag. 53
Figura 58.	Pilares y vigas del puente en 3D.	Pag. 54
Figura 59.	Sistema de vigas UPN 120.	Pag. 54
Figura 60.	Vigas superiores IPN 280.	Pag. 55
Figura 61.	Vigas rigidizadoras IPN180.	Pag. 55
Figura 62.	Arriostramientos en Cruz de San Andrés.	Pag. 55
Figura 63.	Comando "Sección".	Pag. 56
Figura 64.	Comando "Sección" (II).	Pag. 56
Figura 65.	Sección de la viga de hormigón.	Pag. 57
Figura 66.	"Editar recubrimiento de armadura"	Pag. 57
Figura 67.	"Configuración de recubrimiento de armadura".	Pag. 58
Figura 68.	Comando "Armadura".	Pag. 58
Figura 69.	Propiedades "Barra de armadura".	Pag. 59
Figura 70.	Barras de armadura en la viga.	Pag. 59
Figura 71.	Propiedades "Barra de armadura" (II)	Pag. 60
Figura 72.	Barras de armadura de la viga (II)	Pag. 60
Figura 73.	Nivel de detalle 3D.	Pag. 61
Figura 74.	Propiedades "Barra de armadura" (III)	Pag. 61
Figura 75.	Armadura de la viga completada.	Pag. 62
Figura 76.	Visualización de la armadura con alto nivel de detalle.	Pag. 62
Figura 77.	Sección de la zapata.	Pag. 63
Figura 78.	Armadura en zapata.	Pag. 63
Figura 79.	Armadura en zapata (II).	Pag. 64
Figura 80.	Armadura en zapata (III).	Pag. 64
Figura 81.	Armadura en zapata (IV).	Pag. 65
Figura 82.	Editar boceto.	Pag. 65
Figura 83.	Editar boceto (II).	Pag. 66
Figura 84.	Armadura de la zapata completa.	Pag. 66
Figura 85.	Línea de contorno del suelo.	Pag. 67

Figura 86	Suelo de hormigón en Planta 1 de Nave1.	Pag. 67
Figura 87	Suelo de hormigón en Planta 1 de Nave 2.	Pag. 68
Figura 88	Línea de contorno del suelo en el puente.	Pag. 68
Figura 89	Suelo de hormigón en Planta 1 en el puente.	Pag. 69
Figura 90	Modelo analítico.	Pag. 69
Figura 91	Comando analizar.	Pag. 70
Figura 92	Proyectos REVIT.	Pag. 71
Figura 93	Vincular Revit	Pag. 71
Figura 94	Referencia en Plantilla de Arquitectura.	Pag. 72
Figura 95	Niveles en el proyecto.	Pag. 72
Figura 96	Suelo	Pag. 73
Figura 97	Suelo II	Pag. 73
Figura 98	Suelo III	Pag. 73
Figura 99	Suelo con pavimento técnico.	Pag. 74
Figura 100	Suelo de Hormigón con chapa grecada.	Pag. 74
Figura 101	Resultado de suelos	Pag. 74
Figura 102	Muros.	Pag. 75
Figura 103	Muro en Nave 2.	Pag. 75
Figura 104	Muro en Nave 1.	Pag. 76
Figura 105	Muro en Nave 2 (II).	Pag. 76
Figura 106	Muro en Nave 1 (II)	Pag. 77
Figura 107	Resultado muros (I).	Pag. 77
Figura 108	Resultado muros (II).	Pag. 78
Figura 109	Muro cortina.	Pag. 78
Figura 110	Rejilla Muro cortina.	Pag. 79
Figura 111	Rejilla muro cortina (I)	Pag. 79
Figura 112	Rejilla muro cortina (II)	Pag. 79
Figura 113	Tipos de montantes.	Pag. 80
Figura 114	Montantes en fachada principal.	Pag. 80
Figura 115	Montantes en fachada trasera.	Pag. 81
Figura 116	Puerta muro cortina.	Pag. 81
Figura 117	Puertas en muro cortina (I)	Pag. 82
Figura 118	Puertas en muro cortina (II)	Pag. 82
Figura 119	Puerta.	Pag. 83
Figura 120	Tipos de puertas.	Pag. 83
Figura 121	Puestas en planta baja Nave 2.	Pag. 84
Figura 122	Puestas en planta baja Nave 1.	Pag. 84
Figura 123	Puertas en planta 1.	Pag. 84
Figura 124	Editar puerta (I).	Pag. 85
Figura 125	Editar puerta (II).	Pag. 85
Figura 126	Ventanas 2D Nave 2.	Pag. 86
Figura 127	Ventanas 2D Nave 1.	Pag. 86
Figura 128	Ventanas en edificación 3D.	Pag. 87
Figura 129	Escalera por boceto.	Pag. 87
Figura 130	Resultado Escaleras.	Pag. 88

Figura 131	Propiedades Escalera.	Pag. 88
Figura 132	Barandilla.	Pag. 89
Figura 133	Boceto de camino de barandilla.	Pag. 89
Figura 134	Barandillas finalizadas.	Pag. 90
Figura 135	Cubierta por extrusión.	Pag. 90
Figura 136	Plano de trabajo de cubierta.	Pag. 91
Figura 137	Plano de trabajo de cubierta.	Pag. 91
Figura 138	Tipos de cubierta.	Pag. 92
Figura 139	Cubiertas instaladas.	Pag. 92
Figura 140	Enlazar.	Pag. 93
Figura 141	Resultado de enlazar.	Pag. 93
Figura 142	Techo (I).	Pag. 94
Figura 143	Techo (II).	Pag. 94
Figura 144	Propiedades de Techo.	Pag. 94
Figura 145	Techos montados.	Pag. 95
Figura 146	Planos de techo en Navegador de proyectos.	Pag. 94
Figura 147	Iluminación.	Pag. 96
Figura 148	Cuadro lineal (2 Lámparas).	Pag. 96
Figura 149	Iluminación planta baja nave 2, 2D.	Pag. 96
Figura 150	Iluminación planta baja nave 1, 2D.	Pag. 96
Figura 151	Iluminación Nave 2, 3D.	Pag. 97
Figura 152	Iluminación Nave 1, 3D.	Pag. 97
Figura 153	Instalación de fontanería.	Pag. 98
Figura 154	Sanitarios en Planta baja, 2D.	Pag. 98
Figura 155	Sanitarios en 3D.	Pag. 98
Figura 156	Introducir componente.	Pag. 99
Figura 157	Mobiliario en Nave 2, 2D.	Pag. 99
Figura 158	Mobiliario en Nave 2, 3D.	Pag. 99
Figura 159	Parking (I)	Pag. 100
Figura 160	Parking (II)	Pag. 100
Figura 161	Parking (III)	Pag. 100
Figura 162	Nueva Familia.	Pag. 101
Figura 163	Modelo genérico métrico.	Pag. 101
Figura 164	Pantalla de inicio para crear la familia.	Pag. 102
Figura 165	Extrusión.	Pag. 102
Figura 166	Perfil de la viga HEB 300.	Pag. 102
Figura 167	Extrusión en Planos de trabajo.	Pag. 103
Figura 168	Familia para parking.	Pag. 103
Figura 169	Creación de Material para familia.	Pag. 104
Figura 170	Resultado final de la familia.	Pag. 104
Figura 171	Curvas de nivel.	Pag. 105
Figura 172	Masa creada a partir de las curvas de nivel.	Pag. 105
Figura 173	Masa en 3D.	Pag. 106
Figura 174	Ubicación de proyecto.	Pag. 106
Figura 175	Localización del lugar.	Pag. 107

Figura 176	Tabla de temperaturas tomadas en el lugar.	Pag. 107
Figura 177	Coordenadas.	Pag. 108
Figura 178	Posición.	Pag. 108
Figura 179	Computo de materiales.	Pag. 109
Figura 180	Propiedades de computo de materiales, Campos.	Pag. 110
Figura 181	Propiedades del computo de materiales, Clasificación/Agrupación.	Pag. 110
Figura 182	Tabla de materiales.	Pag. 111
Figura 183	Exportar tablas de planificación.	Pag. 111
Figura 184	Bloques de título.	Pag. 112
Figura 185	Resultado de dibujar nuestro cajetín.	Pag. 112
Figura 186	Inserción de plano.	Pag. 113
Figura 187	Convertir a PDF.	Pag. 113
Figura 188	Vista 3D.	Pag. 114
Figura 189	Opción cámara.	Pag. 114
Figura 190	Opción cámara, 3D.	Pag. 115
Figura 191	Recorrido.	Pag. 115
Figura 192	Opciones renderizado	Pag. 116
Figura 193	Render (I)	Pag. 116
Figura 194	Render (II)	Pag. 117
Figura 195	Render (III)	Pag. 117
Figura 196	Render (IV)	Pag. 117
Figura 197	Render (V)	Pag. 118
Figura 198	Render (VI)	Pag. 118
Figura 199	Render (VII)	Pag. 119
Figura 200	Render (VIII)	Pag. 119

Resumen de tablas.

Tabla 1.	Objetivos del BIM [7]	Pag. 19
Tabla 2.	Cumplimientos.	Pag. 26
Tabla 3.	Materiales empleados.	Pag.30

1. RESUMEN.

Este proyecto trata sobre cómo hacer un modelado usando un software BIM, llamado Revit, versión 2017. Revit es un software muy potente capaz de diseñar completamente una construcción industrial.

Esta nueva tecnología BIM, se encuentra en un plano principal, a la hora de optimización en construcción, y se utiliza en mayor medida, por grandes empresas debido a que la obtención de licencias es bastante cara.

Primeramente ha hecho una introducción sobre el BIM con apartados como ventajas y desventajas tiene respecto al CAD, pasando cuáles son sus niveles de desarrollo.

En este modelado se consigue ver cuanta información se obtiene de la construcción realizada. Se comienza con un modelado en la plantilla estructural, incluso consiguiéndose modelar la ferralla en el hormigón, pasando por uniones entre aceros, pero esta última opción no se encuentra disponible en la versión en español desgraciadamente.

Acto seguido, después de modelar la estructura, se pasa a un modelo arquitectónico, donde se dotan los edificios de todo lo necesario para su funcionamiento, desde suelos y cerramientos, hasta mobiliario e iluminación.

Revit 2017 consigue georeferenciar la edificación y se comprobando cómo actúan los agentes meteorológicos sobre la construcción.

Una vez terminado el modelado de la construcción, se han obtenido unas imágenes en 3D con una calidad muy alta de renderizado e incluso recorridos por el interior de la construcción. También se obtienen todos los planos y figuras de detalle que se necesiten haciendo que este software se convierta en un gran aliado a la hora de conseguir una lista de materiales empleados en la construcción, lo cual proporciona una gran optimización.

En definitiva se ha conseguido mostrar porque esta tecnología BIM tiene un peso tan fuerte al mundo de la construcción, por medio del software Revit 2017.

2. INTRODUCCION.

En la búsqueda del aprendizaje, cada día se consigue algo por eso en el presente trabajo se presenta el modelado en BIM, que se define como el proceso de crear y manejar la información sobre una construcción a lo largo de su ciclo de vida. Sus principales características son, potenciar el ahorro económico y reducir los errores de obra produciendo una documentación técnica de calidad y coherente.

El trabajo en software BIM se ha realizado por el interés de conocer la razón de porque las grandes compañías de construcción usan el software de modo usual. El software BIM es el presente en el mundo de la construcción y su uso está en crecimiento. Países como EEUU, Reino Unido, Australia y Países Nórdicos lo han incorporado en todos sus proyectos públicos.

En Europa será obligatoria la implementación de la metodología BIM en todos los proyectos de financiación pública realizados a partir de 2018. Esto crea un gran interés en conocer porque BIM es tan importante, entonces en este proyecto se da respuesta a esa pregunta.

Profundizar en esta tecnología también tiene un interés académico, ya que se ha apoyado bastante en introducir esta herramienta en asignaturas académicas como "Técnicas de ingeniería grafica aplicadas a ingeniería mecánica" en donde se introduce y se crea curiosidad por la tecnología BIM.

En el ámbito profesional también se encuentra un gran interés, ya que muchas empresas demandan ingenieros capaces de modelar en BIM, aportando este proyecto un gran conocimiento a la hora de modelar en software BIM y aportando al alumno una oportunidad de facilitar una salida al mercado profesional.

En el marco de la tecnología empleada para el modelado en BIM, se elige el software más potente hasta la fecha, desarrollado por Autodesk, llamado Revit, en su versión más actual, la 2017. Con Revit se modela Estructural y Arquitectónicamente la construcción, y una vez se finaliza el modelo, se georeferencia y se genera toda la documentación del proyecto.

Se han usado familias Revit, que son elementos con un conjunto de parámetros comunes, y una representación grafica relacionada. Hay distintos tipos;

se encuentran familias de sistemas; utilizadas para crear elementos de construcción básicos, como muros y cubiertas. Familias cargables; cargadas independientemente del proyecto, y que se cargan cuando sea necesario. Familias de modelado; que representan objetos reales, y familias de anotación, que abarcan el campo de textos, cotas y etiquetas.

En este proyecto se contacta con profesionales del software para dar la solución más óptima a la resolución de los problemas planteados.

Los objetivos que se persiguen en este proyecto son los de realizar el modelado de unas edificaciones destinadas a un uso industrial usando un software BIM sin tener en cuenta el cálculo estructural. Además, analizar si hay dificultad a la hora de modelar con el software BIM, y si se consigue una utilidad con la realización del proyecto, es decir si puede ser viable o no viable con los datos obtenidos. En este proyecto también se pretende conseguir que tipo de información es capaz de aportar el software y si esta información será vital a la hora de presentar el modelo a clientes. Además se pretende contrastar si aporta una gran optimización al proceso de producción y diferenciar, en cuanto a ventajas y desventajas, que se obtienen respecto a la metodología tradicional de CAD.

3. ANTECEDENTES SOBRE BIM.

A continuación se expone que es, y como ha sido el BIM hasta ahora, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas y teniendo en cuenta cuáles son sus niveles de desarrollo.

3.1 Concepto de BIM.

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma. [1]

La metodología BIM está suponiendo una verdadera revolución tecnológica para a cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras. Esta herramienta permite construir de una manera más eficiente, reduciendo costes al tiempo que permite a proyectistas, constructores y demás agentes implicados trabajar de forma colaborativa.[1]

3.2 En qué consiste Building Information Modeling

Cada palabra dentro de Building Information System tiene un significado el cual describe una función específica en el proyecto BIM, el significado se detalla a continuación.

3.2.1 Edificio (Building).

"Building" se entiende en BIM como un proyecto colaborativo compuesto por áreas en constante diálogo. Este es un canal abierto de comunicación donde se discuten las mejores soluciones y se anticipan las decisiones críticas del diseño, previniendo futuros problemas en las etapas posteriores. [2]

Entre sus ventajas esta la visualización en tres dimensiones, lo que facilita la comprensión de la construcción. Además, al ir modelando se da una versión global de la construcción, considerando todos los elementos en juego y adelantando las necesidades futuras, como por ejemplo el impacto ambiental de la edificación, y su eficiencia energética y los costos operativos.[2]

3.2.2 Informacion (Information).

Utilizar la metodología de trabajo BIM y sus plataformas significa la creación y desarrollo de una base de datos en constante actualización. La información contenida en este sistema se encuentra abierta para todos los integrantes del equipo, lo cuales pueden usarla, reutilizarla y optimizarla cuando sea necesario. Además, puede incluirse como una entrega para el mandante, si se compromete dentro del proyecto.[2]

3.2.3 Modelado (Modeling).

Algunos profesionales prefieren decir que la M en BIM, significa Management (Administración), lo que calza con la idea de que la estructura construida es sobre datos organizados, dando forma a un sistema que luego puede ser administrado y actualizado por el parte del mandante. [2]

3.3 Etapas y Áreas Abarcadas.

Toda la información del proyecto, incluyendo las áreas de trabajo involucradas, se introducen en un modelo único tridimensional. Además, los materiales y productor tienen asociadas sus características físicas y funcionales, como peso, resistencia y fabricante.[2]

De esta forma los componentes físicos de las distintas disciplinas que participan en el proyecto son visualizados en tres dimensiones, permitiendo el cálculo de materiales y la definición de especificaciones. Algunos ejemplos de áreas y tareas que cubre este modelo son [2]:

- Arquitectura: Plantas de distribución, cortes, planta de localización con terreno, vistas volumétricas, cuadros de puertas y ventanas, cuadro de acabados.
- Diseño interior: Carpinterías, cielorrasos, vistas de presentación con materiales, etc.
- Estructuras: Plantas de fundaciones, plantas de columnas, plantas de estructura de losas, estructura de cubierta y elevaciones de cada eje.

- Ingeniería mecánica: Diseño de aire acondicionado, cuadros de volúmenes de aire y circulación mecánica.
- Ingeniería eléctrica: Planta de luminarias, planta cableado de energía y cuadro de cargas.
- Ingeniería sanitaria: Planta de res de agua fría, alcantarillado y distribución de gas.
- Construcción: Programación de fases de construcción, actualización del modelo según lo construido y coordinación técnica.
- Instalaciones de seguridad: Protección al fuego, sistemas de detección, sistemas de extinción y evacuación.

Se puede comprobar la amplitud de campos en los que usar BIM, cambiando por completo el mundo de la ingeniería y actualizando todos los campos en el ámbito de construcción y análisis estructural.

3.4 Ventajas e inconvenientes del BIM.

A continuación se explican las ventajas y desventajas de BIM.

3.4.1 Ventajas del BIM.

Las ventajas de BIM son las siguientes:

- Mejor planteamiento y diseño:
BIM hace una visualización completa del edificio y todos sus componentes antes de trasladarlo al lugar de construcción. Esta información hace que la planificación y diseño sea mejor aprovechando al máximo los recursos y espacios disponibles.
- Minimiza la reelaboración:
BIM permite ver las posibles problemáticas que puede presentar un proyecto y corregirlo antes de que el error se cometa en el medio físico. Esto minimiza la necesidad de reelaboraciones y revisiones costosas.

- Ahorro en materiales:

El software BIM proporcionando una información bastante detallada sobre el tipo de material que se necesita incluso antes de comenzar la construcción. Por este motivo, se minimiza la probabilidad a que se ordene mas material del que se necesita.

- Mejor planificación:

La tecnología BIM permite al reducir plazos y aumentar la productividad de la construcción.

3.4.2 Inconvenientes del BIM.

Los inconvenientes de BIM son los siguientes:

- Aspectos legales:

Puede crear conflicto a la hora de establecer los derechos de autor, ya que en la utilización del software BIM se pueden encontrar trabajando varias personas simultáneamente en el mismo proyecto.

- Coste del Software:

El software BIM requiere una inversión importante en cuanto a nueva tecnología se refiere. Sus ventajas solo se hacen ver, siempre y cuando el software se use a máxima capacidad.

- Falta de expertos:

Al ser algo tan novedoso, el conocimiento acerca del uso de la tecnología BIM lo limita a un número relativamente bajo de expertos que trabajan en este campo. Su compra puede hacer una inversión adicional en capacitación y educación.

- Incompatibilidad entre empresas:

No todas las empresas tienen acceso a BIM, y esto puede crear conflicto a la hora de colaboración entre empresas que usan software BIM y empresas que no lo usan.

3.5 Niveles de desarrollo según Richards y Bew.

En construcción hay Ingenieros que solo usan CAD, o solo usan BIM, entre estos extremos hay muchas combinaciones posibles, todas las opciones posibles a usar entre CAD y BIM quedan recogidas en lo que se denomina "Modelo de madurez BIM", desarrollado por Mervyn Richards y Mark Bew. La figura 1 muestra un ejemplo gráfico de este modelo de madurez. [3]

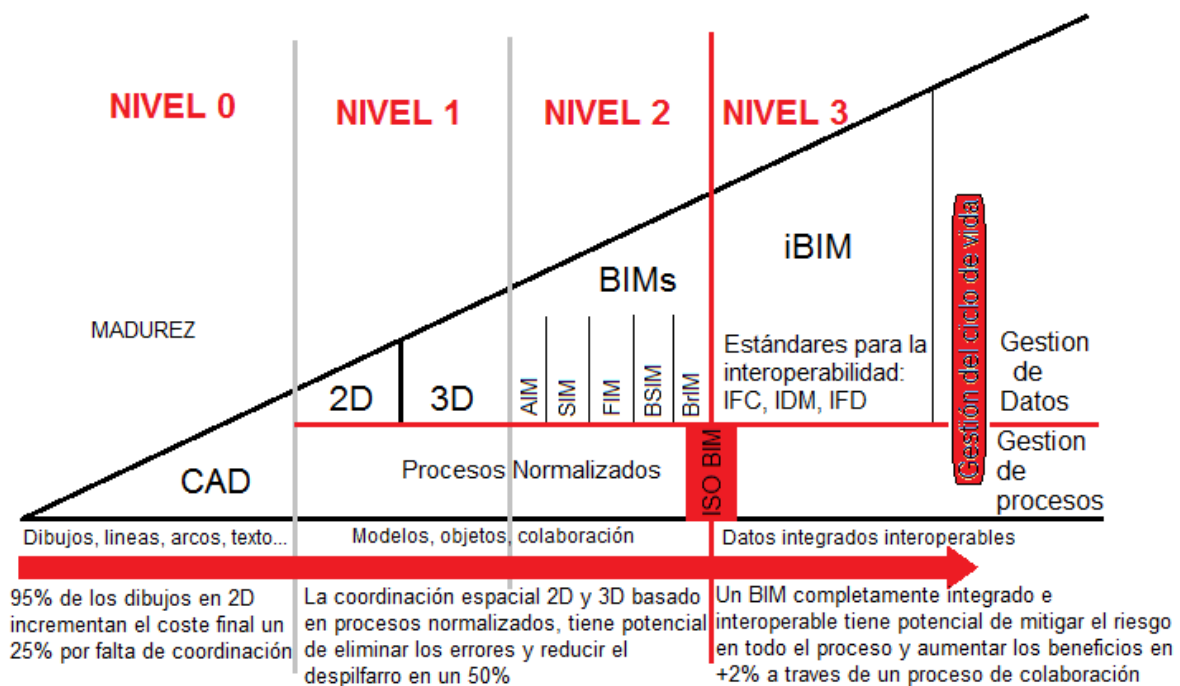


Figura 1. Modelo de madurez según Richards y Bew. [3]

A efecto del diagrama, se describen a continuación 4 modelos fundamentales:

Nivel 0 de BIM:

En este nivel no se usa la herramienta BIM, se utiliza una herramienta CAD para generar modelos en 2D y 3D. Estos dibujos o documentos se pueden compartir electrónicamente vía E-mail, o en papel, todo ellos pueden ser distribuidos a la coordinación del proyecto.

Nivel 1 de BIM:

Este nivel, se progresa poco desde el nivel 0, ya que la base de los controles interdisciplinarios sigue siendo el dibujo y los resultados del programa. Algunos diseñadores usan la herramienta BIM aquí, pero esto se hace para automatizar aun

más el proceso de generación de dibujos y modelos. Se trata de crear una biblioteca de plantillas que hará que la documentación se entregue más eficientemente, y sobre todo, especialmente para modificaciones.

Nivel 2 de BIM:

En este nivel se empiezan a ver los beneficios de la integración cruzada ya que al haber estandarizado todos los formatos o al compartir los modelos, el proceso puede crear procesos interdisciplinarios como la detección de conflictos, calculo de costos etc.. esto se resume en que hay una total colaboración entre los miembros que forman el proyecto, haciendo del uso del BIM totalmente necesario.

Nivel 3 de BIM:

En este nivel se tiene un único modelo en BIM que está en constante evolución conforme el proyecto va avanzando a través de las etapas de modelado. Todas las etapas del modelado contribuyen a esta única fuente común. Las actualizaciones ocurren en tiempo real y en lugar de subir y descargar los modelos, se transfieren las partes que se necesitan a través de la web. Estos datos del modelo son específicos, ya que cada etapa se actualiza en el momento de la entrega. Este tercer nivel significa exactamente que los datos son actualizados en tiempo real.

El marco LOD permite a los autores de los modelos establecer claramente la confiabilidad de los elementos del modelo dado. Las personas que no son diseñadores del modelo, dependen de la información del modelo para avanzar en su propio trabajo, por este motivo el plan de trabajo de diseño adquiere gran importancia; es necesario que la parte que recoge la información del modelo sepa cuándo estará disponible en orden para facilitar su trabajo. El marco LOD facilita esto.[4]

De LOD surgen los conceptos de "Level of Development" (Nivel de desarrollo) y "Level of Detail" (Nivel de detalle) ambos están directamente relacionado pero tienen un significado distinto.

Al hablar de la representación grafica del objeto, estamos discutiendo el "Nivel de detalle", pero cuando hablamos tanto de la representación grafica como de la información del objeto, ahora hablamos del "Nivel de desarrollo". Al fin y al cabo es fácil de definir ya que ambos dan un significado a la definición de BIM.

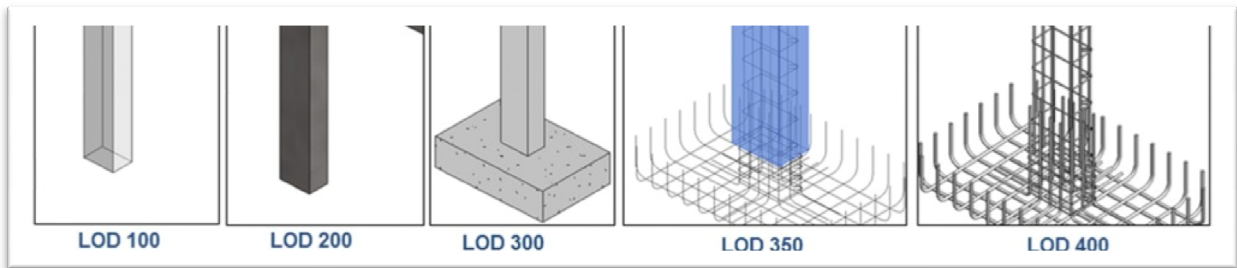


Figura 2. Diferentes LOD. [5]

Con LOD 100, se aporta volumen, orientación y área, con LOD 200, se incrementa la capacidad de análisis de LOD100, en LOD 300, el nivel de detalle es importante pero no completo, aunque aporta medidas más precisas. Con LOD 400, se obtiene el detalle necesario para la construcción, y su nivel de mediciones es exacto. En este Trabajo Final de Grado, no se realiza un LOD 500 ya que este se refiere a como se construye de forma física la nave en cuestión y aquí se ha modelado por medio del software Revit.

3.6 BIM en España.

Hace 10 años hablar de BIM en España sólo era posible en centros de conocimiento e investigación muy concretos, y en empresas con importantes proyectos en EE.UU., Reino Unido, Norte de Europa y Australia principalmente, sin embargo hoy es imprescindible dominar el propio concepto de "Building Information Modeling".[7]

La implantación del BIM en España comenzó en Julio de 2015 de la mano de la ministra de fomento por entonces Ana Pastor debido a que la demanda de esta herramienta tecnológica fue en aumento. BIM es clave para que las empresas españolas se hagan un hueco a la hora de internacionalizar sus proyectos y mejorar su competitividad en el mercado de la construcción.[6]

Desde la pagina web es.BIM, tratan de implantar el BIM en España siendo un grupo abierto entre administraciones, ingenierías, constructoras, universidades. Los objetivos de la comisión, la cual está compuesta por agentes del sector público y privado son:

- Impulsar un mandato que acelere los objetivos de implantación.
- Definir la estrategia de implantación: Plan de acción y hoja de ruta.
- Fortalecer la capacidad del sector público en la aplicación BIM.

- Fomentar la interoperabilidad entre herramientas como garantía del libre acceso a la tecnología.

Las funciones de su comité técnico el cual es el encargado de garantizar la transversalidad entre los diferentes grupos son [6]:

- Asesoramiento técnico a la comisión.
- Proponer a la comisión las líneas de actividad de los grupos de trabajo.
- Trasladar a los grupos de trabajo las actividades aprobadas por la comisión.
- Servir de enlace entre la actividad de los grupos de trabajo y la comisión.
- Coordinar la actividad de los diferentes grupos de trabajo entre sí.
- Representar la estrategia Española en los foros de carácter técnico nacionales e internacionales.

Todos estos puntos son los objetivos a cumplir, pero en España todavía no se ha definido un Manifiesto BIM aunque está previsto para este año. A continuación se muestra una tabla con los próximos objetivos a cumplir en esta tecnología:

Objetivo 2017	Adopción de estándares IFC, guías, clasificaciones y proyectos de entrega del modelo digital pensando en cada fase del proyecto constructivo, de su ejecución, del mantenimiento posterior y de su integración en la ciudad. Definición de unos protocolos comunes para la creación y definición de la información compartida entre los agentes orientados a la plena interoperabilidad entre las partes.
Objetivo 2018	Los equipamientos y las infraestructuras públicas de presupuesto superior a 2M€ deberán producirse en BIM en las fases de Diseño y Construcción. Circunscribir este objetivo en proyectos de nueva obra.
Objetivo 2020	Todos los equipamientos y las infraestructuras públicas deberán producirse en BIM en todas las fases: Diseño-construcción-mantenimiento. Circunscribir este objetivo a todos los proyectos de obra nueva y rehabilitación.

Tabla 1. Objetivos del BIM [7]

3.7 Software Revit.

Revit es actualmente la herramienta más utilizada debido a que es el software que mas información proporciona a la hora de realizar la construcción.

Revit es un software para BIM, sus potentes herramientas le permiten utilizar el proceso avanzado basado en modelos para planificar, diseñar, construir y gestionar edificios e infraestructuras. Revit admite un proceso de diseño multidisciplinar de diseño colaborativo.[8]

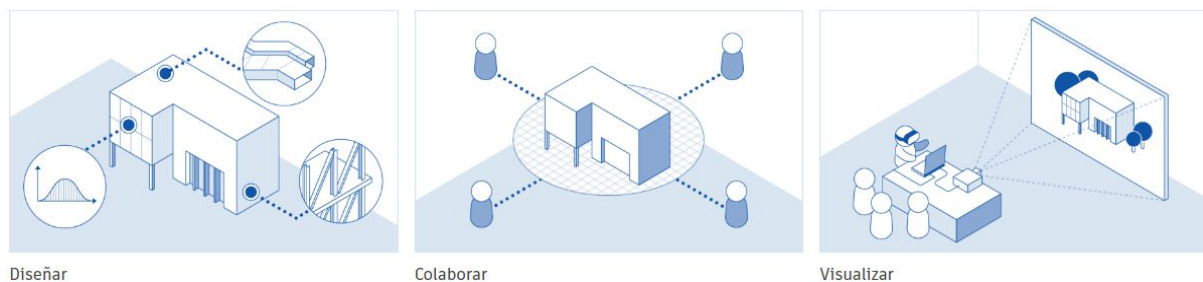


Figura 3. Procesos Revit.[8]

3.7.1 Características destacadas de Revit.

A continuación se describen las características más importantes de Revit [8]:

- Componentes de diseño y construcción:

El programa cuenta con herramientas para diseñar el edificio desde su conceptualización hasta la planimetría de la construcción. Esto abarca detalles en muros, pisos, cielos y cubiertas, incluyendo los muros cortina. Además permite realizar un estudio volumétrico mediante masas, calcular aéreas por pisos y experimentar con texturas, materiales y colores, entre otras aplicaciones.

- Sombras vectoriales: Al realizar cualquier cambio en la estructura, orientación y otros detalles que modifiquen la disposición de elementos frente a la luz, las sombras se ajustan inmediatamente, permitiendo visualizar el efecto de los cambios de iluminación.
- Perspectivas seccionales: Permite analizar todos los ángulos del edificio desde distintas perspectivas y en distintas secciones, incluyendo vistas con líneas ocultas, sombras y siluetas.

- Modelo de proyecto integrado: Posee un conjunto de herramientas para coordinar las distintas áreas del proyecto, sus documentos e información relacionada. Produce referencias automáticas de dibujo, estima costos, permite modificar la geometría solo al ingresar números, coordina las versiones para que todos los datos, gráficos, detalles y dibujos estén actualizados en todas partes, entre varias otras funciones orientadas a optimizar los tiempos y mejorar la calidad de las entregas. [8]
- Modelado de terreno y exteriores: Permite diseñar el edificio tomando en cuenta el contexto exterior, entregando diseños de pisos y patrones. También ofrece una biblioteca con vegetación y otros elementos, como la maquinaria de construcción, para planificar los procesos de construcción de forma adecuada.
- Ambiente de trabajo multidisciplinario: Los distintos equipos pueden trabajar de forma simultánea en un edificio y el programa coordinará todos los cambios ingresados.
- Presentación y visualización: Cuenta con renderización integrada que incluye puertas, ventanas y tragaluces en sus cálculos para simular las condiciones de luz natural, entre varias otras funciones. También realiza análisis de área para producir esquemas, tiene un patrón integrado y permite exportar a pdf para imprimir o enviar vía email.

4. CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN.

En este apartado se describen las condiciones de edificación donde se va a situar la nave, superficie del terreno y la normativa vigente de la localidad, ya que se tiene que tener presente a la hora del modelado informático.

4.1. Localización.

La edificación objeto de este trabajo se ubica en la localidad de Linares, exactamente en el Polígono Industrial los rubiales Latitud Norte 38° 5' 19" y Longitud Oeste 3° 39' 20" a 367m de altitud, parcelas en suelo Urbano (Figura 4 a 7) y referencias catastrales de las parcelas de ([2658408VH4125N](#)) y ([2658420VH4125N](#)) respectivamente.

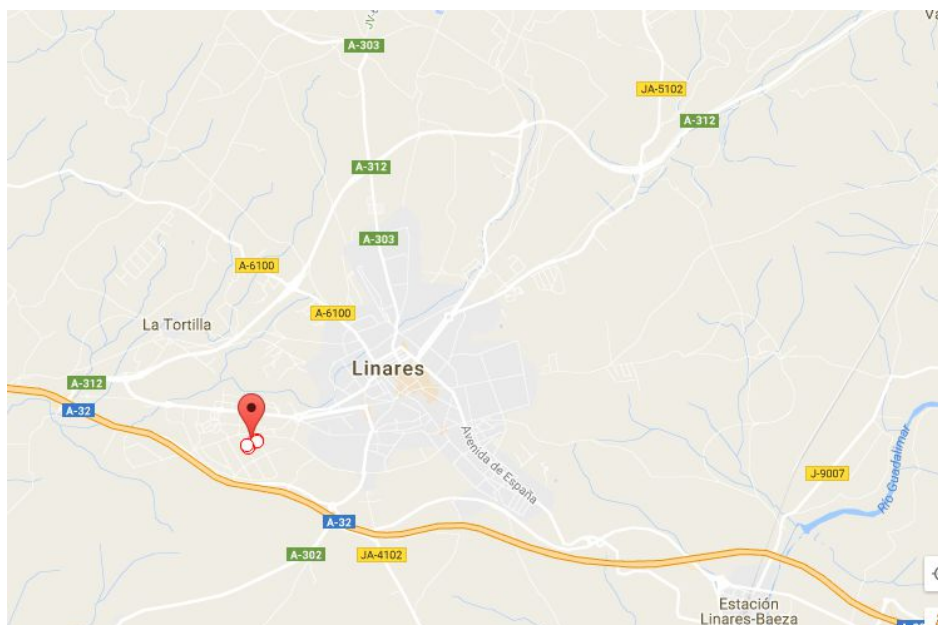


Figura 4. Situación de la parcela.



Figura 5. Emplazamiento de la parcela.



Figura 6. Ubicación de la parcela.

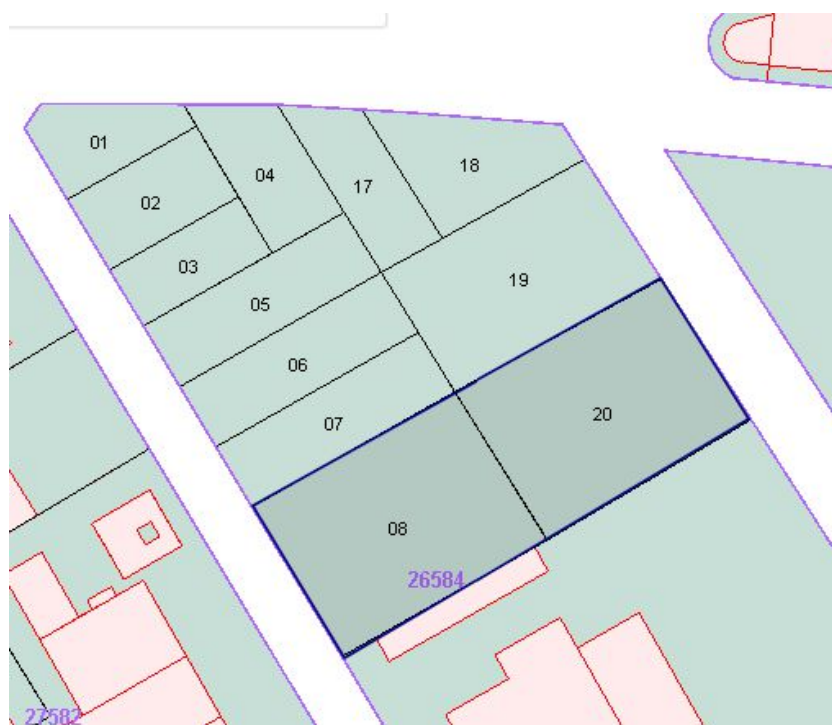


Figura 7. Imagen en catastro a color.

4.2. Descripción general de la construcción.

La edificación está formada por dos naves, una de uso industrial y almacenaje, y otra de oficinas con escaparate. Se denomina Nave 1 a la nave industrial en donde se realiza toda la actividad de producción, almacenaje y distribución, y se denomina Nave 2 a la nave de oficinas la cual es la encargada de realizar las funciones de diseño, marketing y muestra del producto, ambas están unidas por un puente.

La empresa cuenta con un total de 20 trabajadores, 7 mujeres y 13 hombres, el personal de oficina es de 6 personas, y el personal de fábrica es de 14 persona.

Ambas naves cuentan con unos servicios masculinos y femeninos en la planta baja con unas dimensiones en Nave 1 de 5 x 3,6m, que consta de tres lavabos y dos Wc por genero, y Nave 2 de 3,30 x 6,70 m, consta de de 2 lavabos y 4 Wc por genero.

Lo que respecta a Nave 1 consta con unas dimensiones de fabrica de 55 x 20m una oficina en la planta 1 para el encargado de fabrica con unas dimensiones de 5,15 x 10,15 m la cual se comunica con la oficina de la planta 1 en la nave 2, la que dispone de 3 oficinas de 6,80 x 5m y una sala de reuniones de 6,20 x 10,80 m el resto de espacio está dispuesto para la cabida de dos mesas de oficina y una mayor para la recepción y cuenta con una sala de espera de 3 x 6,20m.

Se incluyen los equipos de protección contra incendios, como medida de protección según la Dotación de instalaciones de protección contra incendios de la sección SI 4 del código técnico de la edificación.

4.3. Datos y Normativa

La parcela cuenta con una extensión de 134,5x25m y una superficie de 3360m² limitando con las parcelas suelo 07, suelo 19 y con una construcción industrial en la parcela 26, con esta superficie, y para este TFG se van a modelar dos naves industriales con un puente que une ambas naves una primera nave tendrá una extensión de 19,5x20,5m (400m²) y la segunda de 55x20,5m (1128m²) y un puente que las une de 24,5m.

La nave pequeña está pensada como zona de oficinas con sala de espera y de reuniones en la planta 1 y una planta baja con zona de exposición o almacenaje, la nave grandes está pensada como zona de almacenaje o zona de trabajo industrial en la que hay unas oficinas en la planta 1 para el control y desarrollo de los procesos a nivel de fabrica, ambas cuentan con unos aseos masculinos y femeninos.

En cuanto a normativa se refiere, hemos consultado el plan de ordenación municipal de la localidad de Linares, en el que nos da las condiciones de una zona industrial de grado 2, y las condiciones son las siguientes [10]:

- Parcela mínima: 600m²
- Ocupación máxima del 70%
- Largo mínimo de fachada de 16m
- Edificabilidad máxima: 0,7m² techo / m² suelo
- Altura máxima: 11m
- Ocupación máxima de la entreplanta: 10% de la superficie global de la parcela.
- Plazas de aparcamiento: Mínimo 1 plaza/ 122m² construidos
- Separación a lindes: 6m a vial y 0m a vecinos.

Plan de ordenación municipal	Nuestros cumplimientos.
Parcela Mínima: 600m ²	Parcela: 6000 m ²
Ocupación Máxima 70%	Ocupación máx.: 4200m ² Ocupación: 1991m ²
Largo mínimo de fachada 16m	Largo de fachada: 20m
Edificabilidad máxima: 0,7m ² techo / m ² suelo	Techo máx.: 4200m ² Ocupación: 1991m ²
Altura Máxima: 11m	Altura: 10.5m
Separación a lindes: 6m a vial y 0m a vecinos	Separación a lindes: 16,5m y 18,5m a vial. 5m a vecinos.
Plazas de aparcamiento: 1plaza/122m ² construidos	Plazas de aparcamiento. 1991m ² construidos /122m ² =16 plazas. Plazas construidas: 20.
Ocupación máxima de entreplanta: 10% superficie construida.	En esta nave no tenemos entreplanta

Tabla 2. Cumplimientos.

Este trabajo final de grado no se opone a ninguna condición establecida por el plan de ordenación municipal de la localidad de Linares.

5. GENERACIÓN DE UN MODELO EN REVIT

Para la realización del TFG se ha usado el software Revit versión 2017, a continuación vamos a realizar una amplia explicación de cómo se ha ido generando el modelo y los problemas que se han encontrado junto con las soluciones adoptadas.

En Revit se encuentra una página principal (Figura 8) donde hay dos opciones principales, por un lado está la opción Proyectos y por otro lado está la opción Familias.

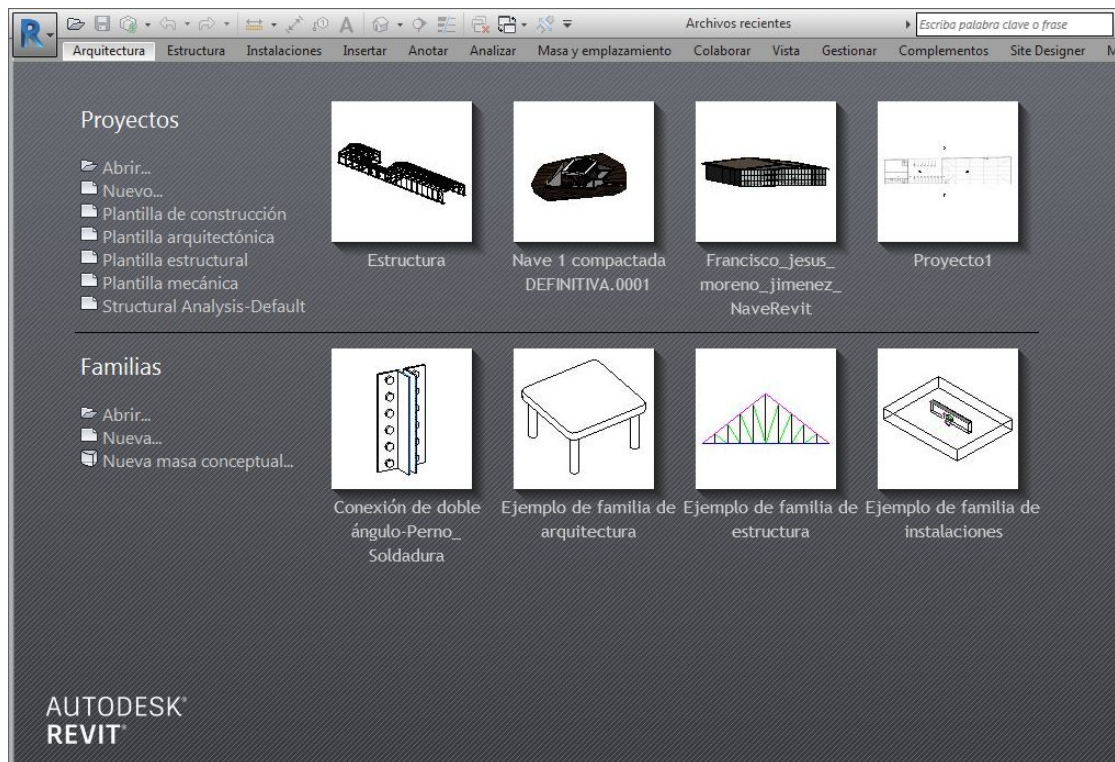


Figura 8. Pantalla principal de Revit.

Dependiendo del tipo de modelo que queremos hacer, se pueden usar diferentes plantillas ya que estas van a ser un punto de partida para nuestro modelo. Las plantillas que Revit aporta por defecto se pueden ver en la (Figura 8). Plantilla de Construcción, es la que tiene un nivel más alto de detalle respecto a Plantilla Arquitectónica, Estructural y Mecánica. Se comienza usando la Plantilla estructural, que mas tarde se convirtió a una Plantilla arquitectónica. Los proyectos que aparecen en la Figura 8, son los cargados con anterioridad al igual que en el apartado familias.

La mayoría de veces cuando se instala el programa, las Plantilla o las Familias no vienen cargadas, entonces el responsable de diseño se encarga de cargarlas seleccionando arriba a la izquierda (Figura 8) y después se selecciona en opciones, que se encuentra abajo a la derecha (Figura 9).

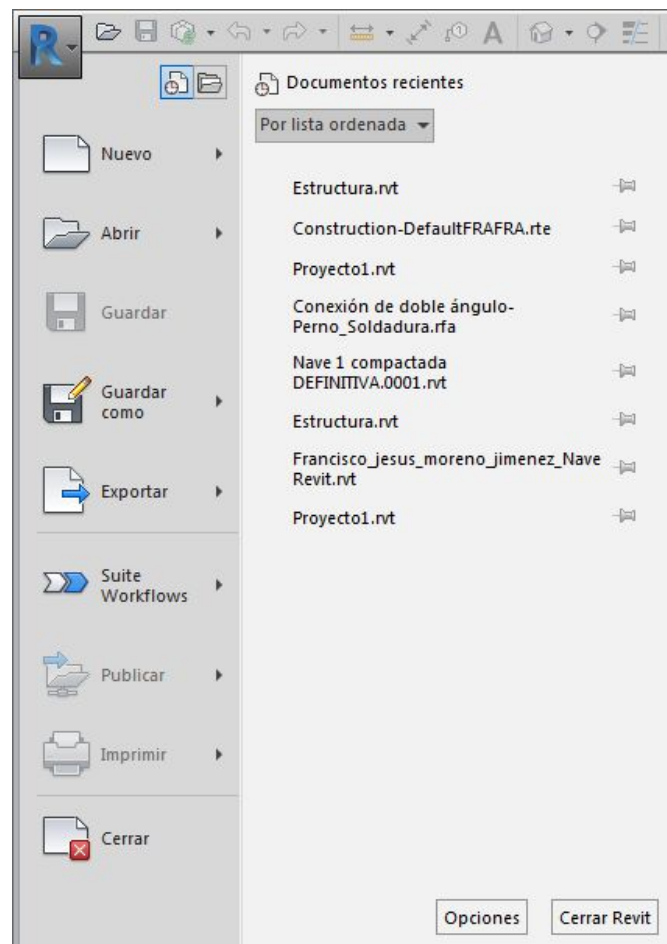


Figura 9. Opciones Revit.

Una vez se selecciona "Opciones" (Figura 9) se pasa a Ubicaciones de archivo (Figura 10) donde se irá a un símbolo + en color verde.

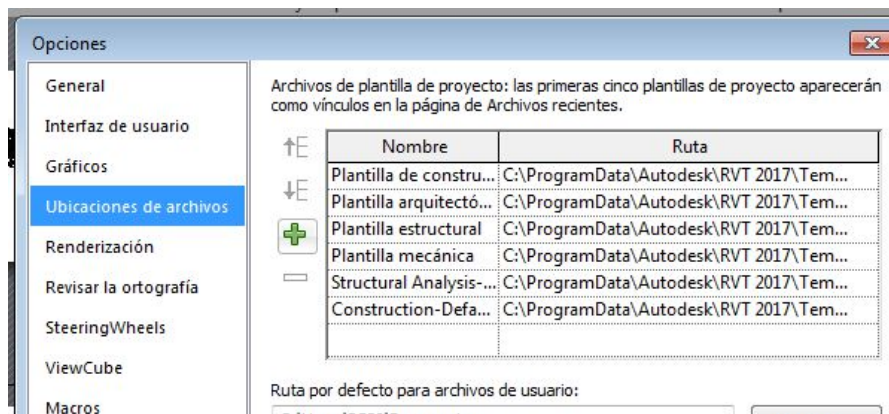


Figura 10. Opciones de Ubicación de Archivos.

Una vez seleccionado el + verde, se elige "Mi Pc", "Disco local (:C)", "Program Data" (El cual muchas veces permanece cerrada ya que contiene todos los archivos importantes del sistema, se tiene que poner en modo visible), "Autodesk" y de ahí a "RVT 2017", donde se selecciona la carpeta "Templates". Aquí dependiendo en que país se trabaja o se realiza nuestro proyecto, se tienen varias opciones. En este caso se selecciona la carpeta de "Spain" y dentro de esa carpeta se cargan las plantillas que deseamos (Figura 11).

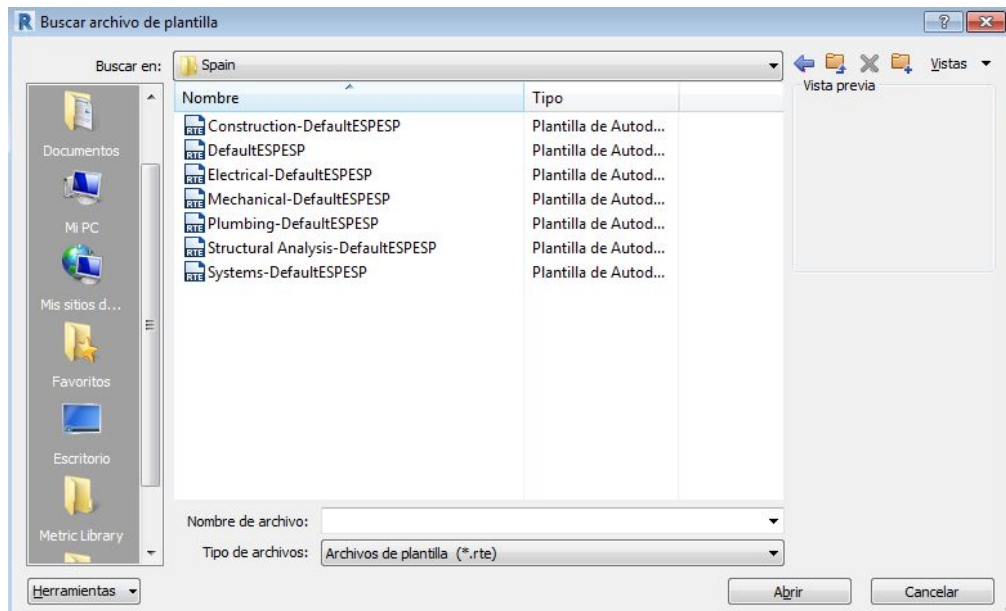


Figura 11. Ubicación de las Plantillas por defecto.

6. MODELO ESTRUCTURAL.

En el punto 6 nos vamos a encontrar todo el diseño estructural, los problemas que se encuentran y la solución óptima tomada para resolverlos.

6.1 Justificación del dimensionamiento estructural.

El objetivo de este TFG no es el de realizar los cálculos estructurales de la construcción, ya que en la realidad, a la hora de realizar el modelado, estos vienen dados por un especialista en el cálculo estructural. Los datos que hay a continuación han sido tomados de otras construcciones industriales de este tipo.

Materiales Usados	
Cimentación	Material estructural
Zapata-Rectangular: 1500 x 1500 x 500mm	Hormigón moldeado in situ
Pilares	Material estructural
Hormigón-Cuadrado-Pilar: 500x500	Hormigón moldeado in situ
Hormigón-Cuadrado-Pilar: 300 x 300	Hormigón moldeado in situ
H_Ala ancha-Pilar: HE300A	Acero, 45-345
IPN- Secciones en I con alas cónicas - Pilar: IPN 180	Acero, 45-345
Armazón estructural	Material estructural
Hormigón-Viga rectangular: 300 x 600mm	Hormigón, Moldeado in situ
L - Perfiles angulares de lados iguales: L 50x50x5	Metal - Acero - 345 MPa
L - Perfiles angulares de lados iguales: L 100x100x8	Metal - Acero - 345 MPa
IPN-Vigas: IPN280	Acero, 45-345
IPN - Secciones en I con alas cónicas: IPN 180	Acero, 45-345
UPN - Canales de ala cónica: UPN 120	Metal - Acero - 345 MPa

6.2 Modelado estructural.

Se selecciona la "Plantilla estructural", ya que se empieza diseñando las zapatas, pilares, armado etc.. después se pasa esta "Plantilla estructural" a una "Plantilla Arquitectónica".

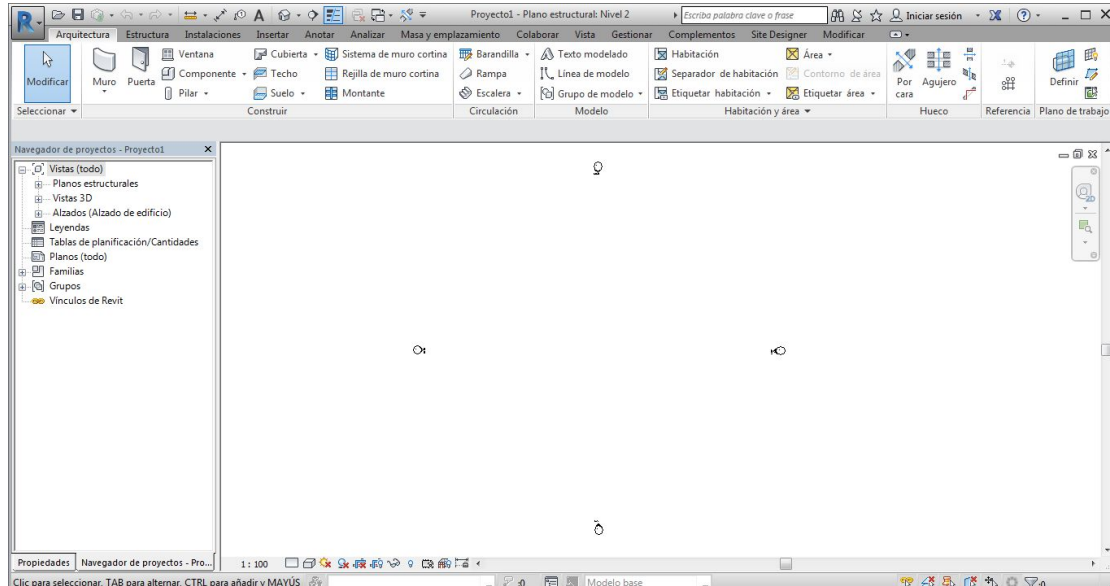


Figura 12. Interfaz Revit.

En la interfaz de Revit (Figura 12), se hacen visibles unas herramientas llamadas "navegador de proyectos", y "propiedades", en caso de que estos no apareciesen por defecto, se hacen visibles seleccionando en "Vista" y después en "Interfaz de usuario" donde se despliega una ventana y aparecen estas opciones para marcarlas (Figura 13).

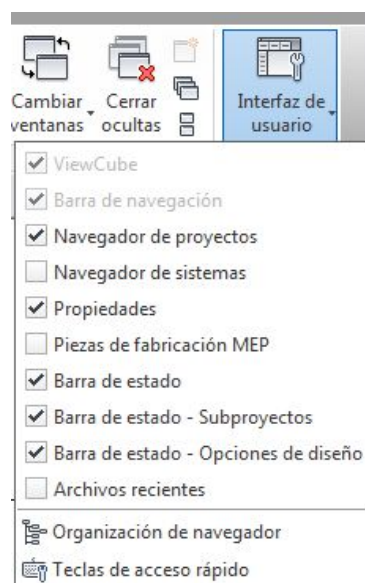


Figura 13. Interfaz de Usuario.

Una vez que se tiene tabla de "Propiedades" y "Navegador de proyectos", se define en el navegador de proyectos las "Vistas" del plano estructural, ya que estas referencias facilitan el trabajo de modelado (Figura 14).

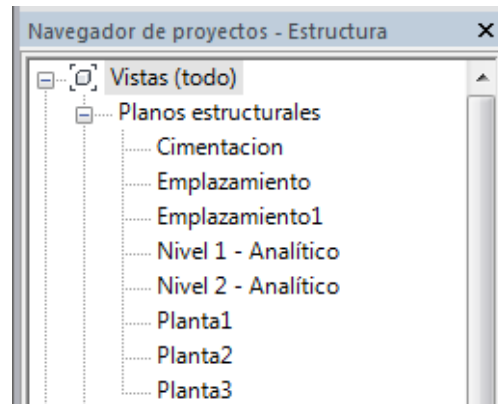


Figura 14. Navegador de proyectos.

Se opta por la creación de 5 niveles, se debe a la comodidad a la hora de modelar. Estos niveles se crean en la pestaña del navegador de proyectos, en donde se elige uno de los Alzados. Se selecciona "estructura", y una vez en "estructura" a "Referencia" donde se elige el Nivel (Figura 15). Una vez elegido el nivel, se definen los niveles con una altura determinada (Figura 16). En la Figura 14 se puede ver un "Nivel 1 analítico" y un "Nivel 2 analítico", estos se crean por defecto al estar en la Plantilla estructural.



Figura 15. Referencia, donde se elige el nivel.

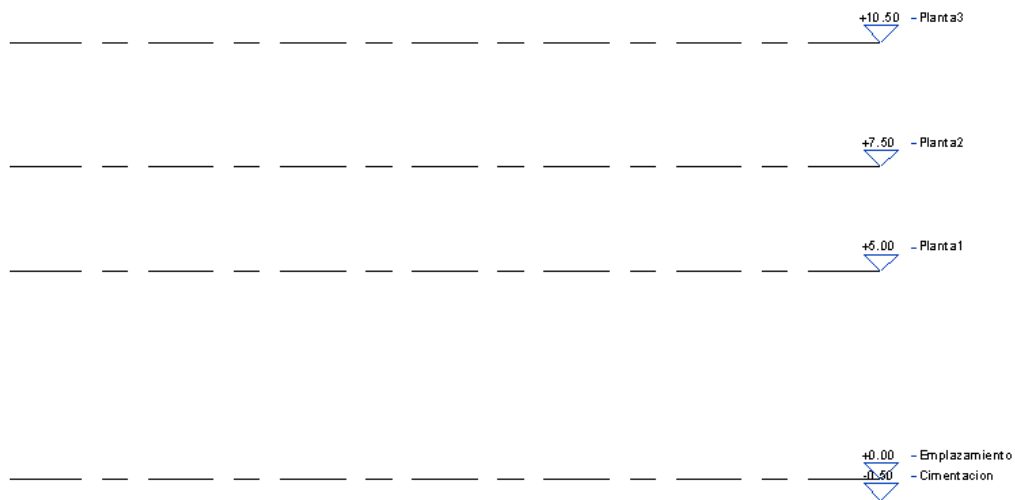


Figura 16. Niveles de referencia colocados.

En este TFG se opta por crear 5 niveles de altura, para poder crear el proyecto. A continuación se definen las rejillas para guiar al diseñador a la hora de colocar la cimentación. Estas rejillas (Figura 18) se colocan en el nivel emplazamiento, para ello se selecciona "Nivel Emplazamiento", "Estructura" y en "estructura" hay un apartado que se llama "referencia", donde se selecciona "rejilla" (Figura 17).



Figura 17. Referencia donde se elige la rejilla.

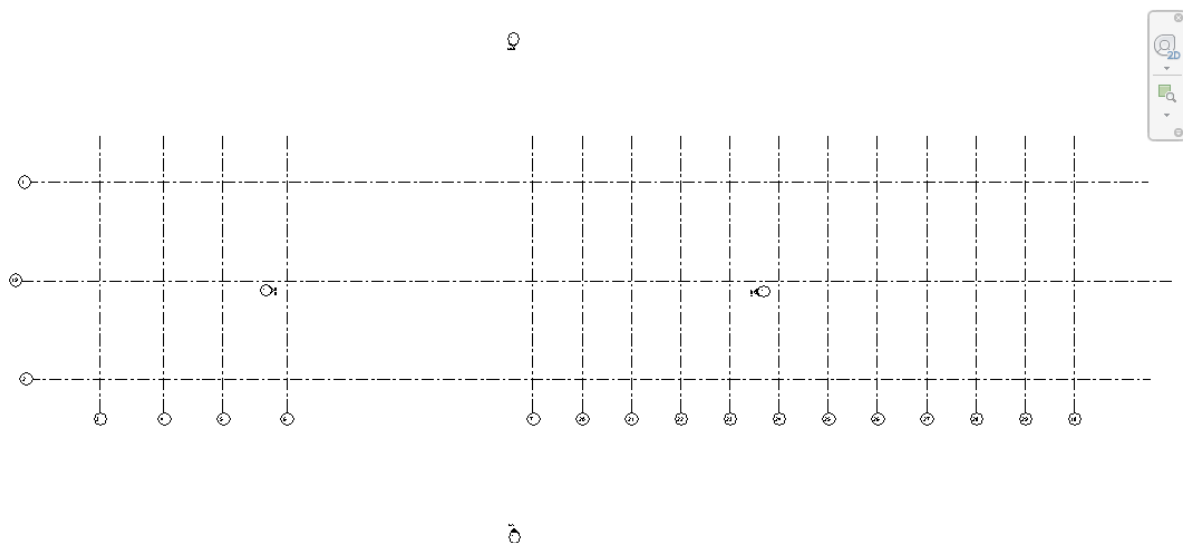


Figura 18. Rejillas para el modelado.

Cuando se ha colocado la referencia se selecciona en "Estructura" la opción "Pilar" (Figura 19).

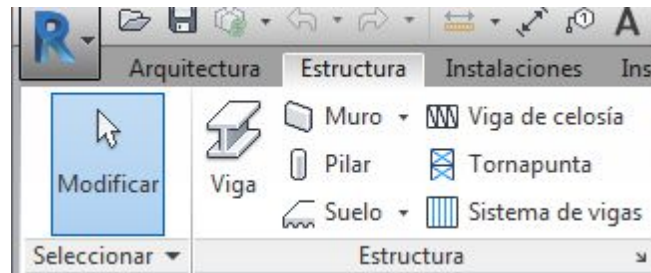


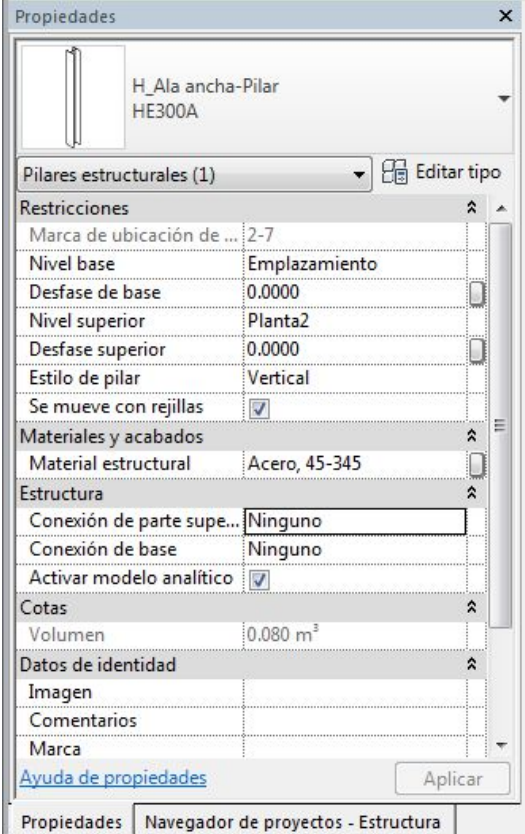
Figura 19. Menú de estructura.

El tipo de pilar proporcionado no se encuentra cargado entonces se tiene que cargar esa familia. Para cargar la familia se selecciona "pilar", "pilar vertical" y "Cargar familias" (Figura 20). Dentro de "cargar familias", se selecciona "Pilares estructurales", "Acero" y una vez dentro de acero, "Específico de español". Se elige el perfil HEA 300. Se selecciona "En rejillas" (Figura 20), y se colocara en todas ellas.



Figura20. Modo, colocación y múltiple.

El siguiente paso es seleccionar el menú de propiedades (Figura 21), en donde se selecciona el nivel base de emplazamiento, y el nivel superior de nivel 2, teniendo el pilar una altura de 7,5m. En su tabla de propiedades, se puede modificar el material y las conexiones, (figura 21) y el resultado obtenido es el mostrado en la (figura 22).



Propiedades

H_Ala ancha-Pilar
HE300A

Pilares estructurales (1) [Editar tipo](#)

Restricciones

Marca de ubicación de ...	2-7
Nivel base	Emplazamiento
Desfase de base	0.0000
Nivel superior	Planta2
Desfase superior	0.0000
Estilo de pilar	Vertical
Se mueve con rejillas	☒

Materiales y acabados

Material estructural	Acero, 45-345
----------------------	---------------

Estructura

Conexión de parte supe...	Ninguno
Conexión de base	Ninguno
Activar modelo analítico	☒

Cotas

Volumen	0.080 m ³
---------	----------------------

Datos de identidad

Imagen	
Comentarios	
Marca	

[Ayuda de propiedades](#) [Aplicar](#)

Propiedades | Navegador de proyectos - Estructura

Figura 21. Tabla de propiedades del material.

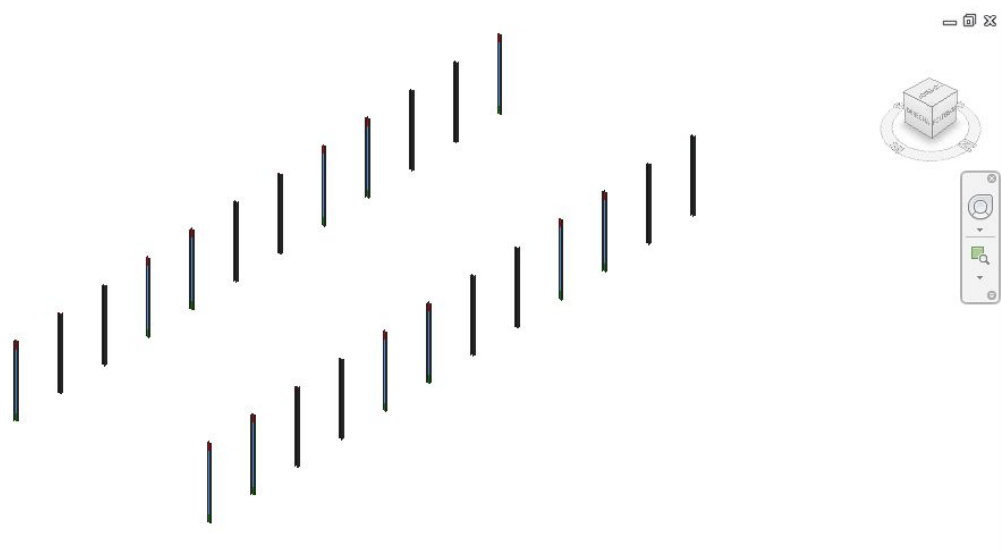


Figura 22. Distribución de pilare HEA 300.

Una vez que se distribuyen los pilares, se carga la cimentación (Figura 23). Esta se encuentra en el apartado de estructura, seleccionando cimentación.

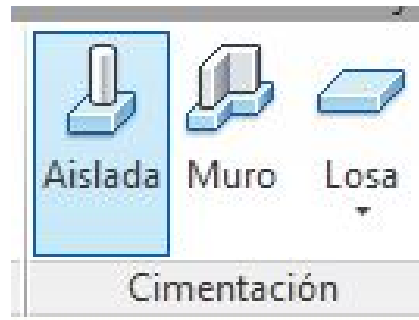


Figura 23. Cimentación.

Se selecciona una zapata aislada de (1,5 x 1,5 x 0,450)m. Esta zapata no viene hecha por defecto entonces se edita dentro de "Propiedades", y seleccionando "Editar tipo" (Figura 24).

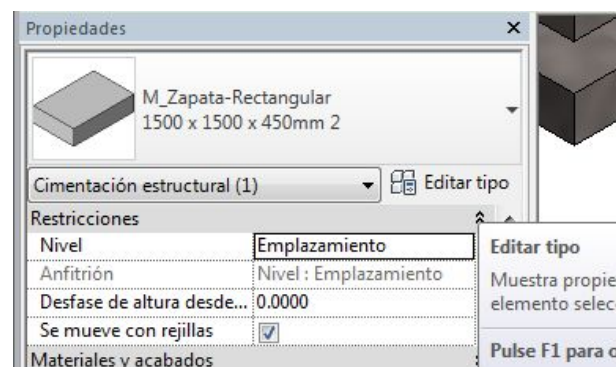


Figura 24. Editar tipo.

Una vez dentro de "editar tipo", se selecciona "Duplicar", y aparece una ventana en la que se cambia de nombre " 1500 x 1500 x 450mm". Ahora modificamos la anchura, longitud y grosor de la cimentación por los valores del nombre. Todo esto se encuentra en la Figura 25.

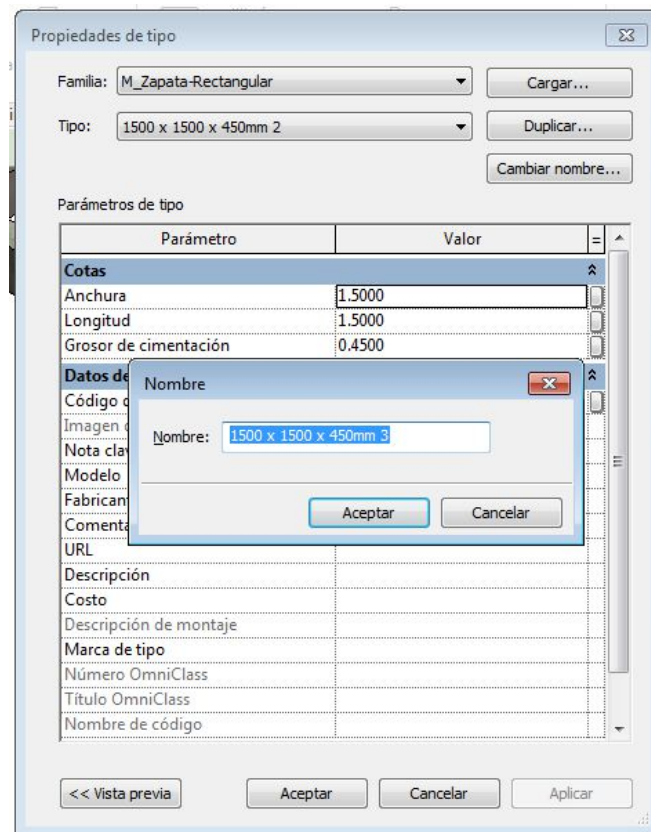


Figura 25. Propiedades tipo.

El siguiente paso es seleccionar en el apartado múltiple (Figura 26) la opción "en pilares", esto hace que los pilares se coloquen. Aquí al igual que en el párrafo anterior, podemos modificar las propiedades (Figura 27) desde longitud hasta el material con el que está fabricada.



Figura 26. Herramienta múltiple.

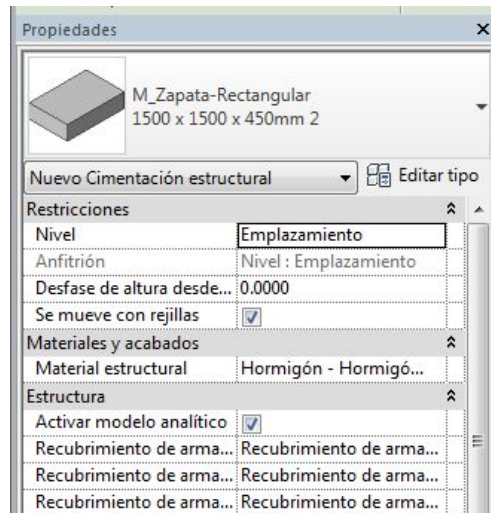


Figura 27. Propiedades Zapata.

El resultado final, de unir zapatas y pilares, se muestra a continuación en la (Figura 28).

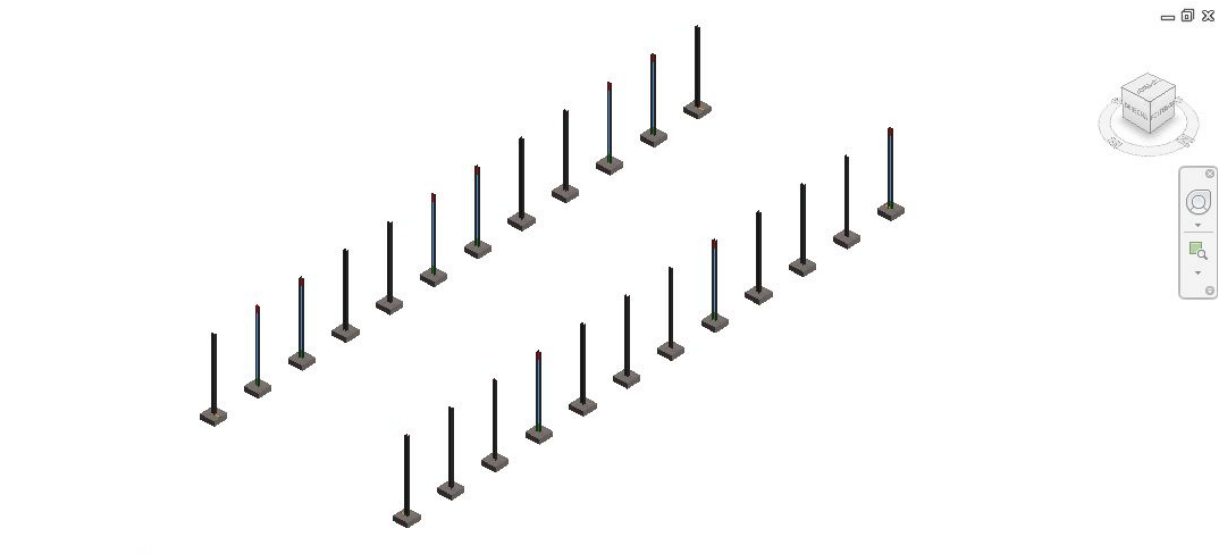


Figura 28. Zapatas y pilares.

Para terminar con cimentación, se introducen las vigas de atado. Seleccionando dentro del apartado estructura, la opción "Vigas" (Figura 29). La zona no es alta en actividad sísmica, entonces se seleccionan unas vigas de (300 x 500)mm. Estas vigas no están por defecto, hay que cargar una nueva familia, este paso esta explicado con anterioridad.



Figura 29. Viga.

Para introducir las vigas de atado de las zapatas se selecciona la opción "viga", se remarca la zona, y se procede a realizar los mismos pasos nombrados anteriormente en rejilla para su colocación automática. El resultado obteniendo se muestra en la Figura 30.

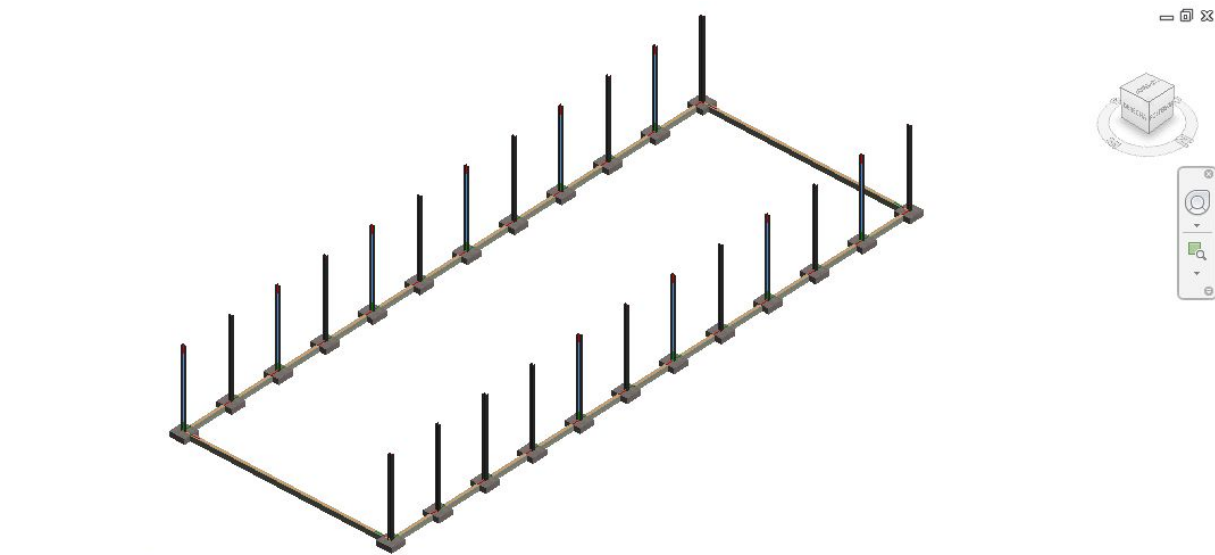


Figura 30. Vigas de atado de zapatas.

A continuación se procede a la colocación de las vigas de atado de los pilares. Para esta opción se elige una viga "IPN 280" (Figura 31). Esta familia de vigas no está cargada y para eso se realiza el mismo procedimiento que en los pilares, pero esta vez en el apartado de "Estructura" se selecciona en vez de pilar, "Viga". A continuación se muestran el resultado, en 3D.

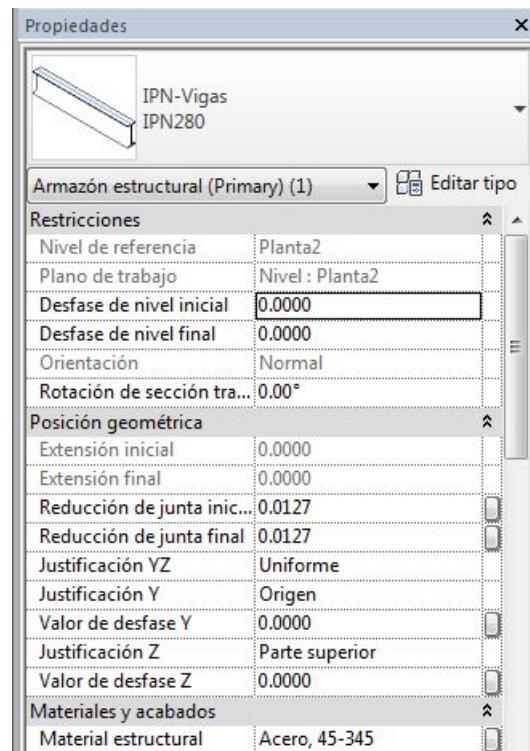


Figura 31. Propiedades de la IPN-Viga.

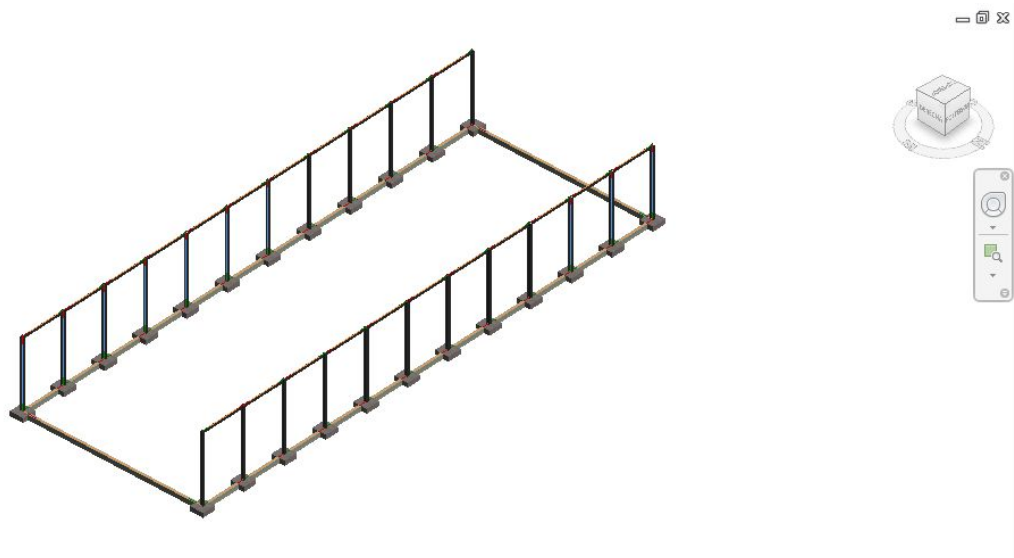


Figura 32. Vigas IPN 280 colocadas.

A continuación, se procede a poner las cerchas de cubierta. Para realizar esta operación, se selecciona en "Estructura" la opción de "Viga de celosía" (Figura 33).



Figura 33. Viga de celosía.

Dentro de viga en celosía, se encuentra por defecto "Viga reticulada recta Howe", (Figura 34) ya que las cerchas hay que cargarlas en familias.

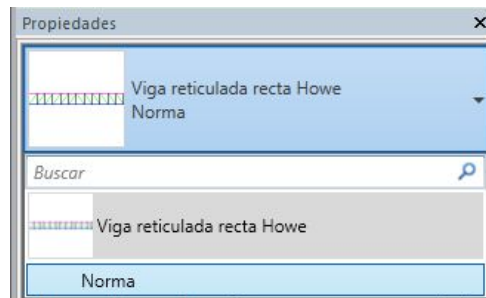


Figura 34. Tipos de cerchas.

Para "Cargar familias" se selecciona la carpeta de "Vigas de celosía estructurales" y dentro se selecciona "Cercha howe de 8 paneles" y se carga en el modelo (Figura 35).

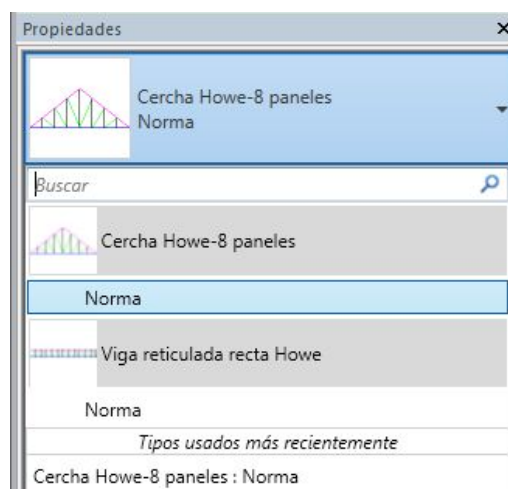


Figura 35. Tipos de cerchas (2).

La colocación de la cercha se puede hacer de dos formas, con el plano en 3D o desde la planta base en donde queremos ponerla. Una vez colocada (Figura 36) se procede a la modificación de sus propiedades, y el tipo de viga que usaremos.

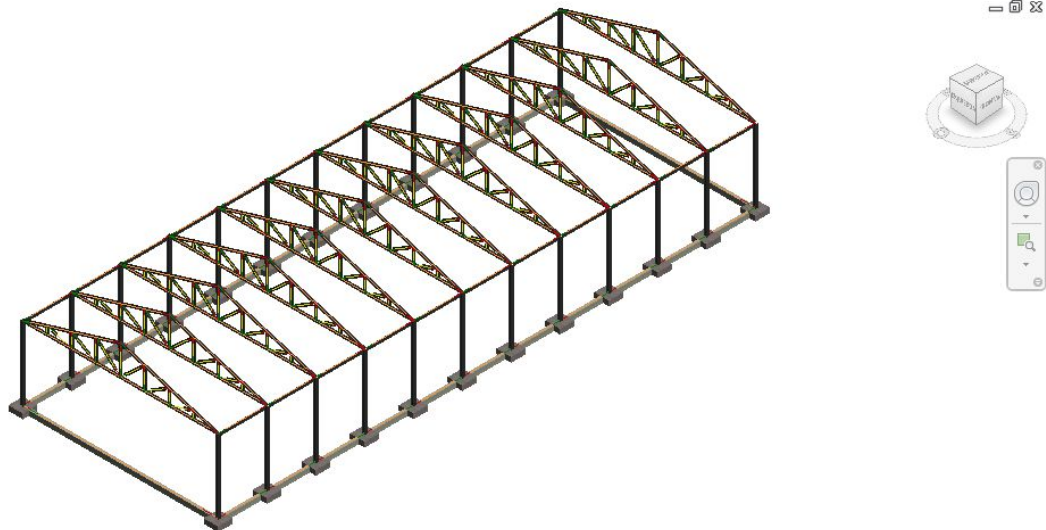


Figura 36. Cerchas colocadas en la nave.

Ahora como hemos dicho anteriormente, modificaremos sus propiedades, seleccionando "cotas" y "altura de la viga de celosía", donde le damos una altura de 3m (Figura 37). El problema es que por defecto la viga que elige el software es una IPN 280, y esta no es la adecuada. Para modificar la altura, se selecciona "editar tipo" (Figura 37), y se editan las opciones de "Cordones superiores", "Montantes de celosía", "Diagonales de celosía" y "Cordones inferiores", el "Tipo de armazón estructural". Se selecciona "Perfiles angulares de lados iguales: L 100x100x8" (Figura 37). El resultado obtenido se muestra en la figura 38.

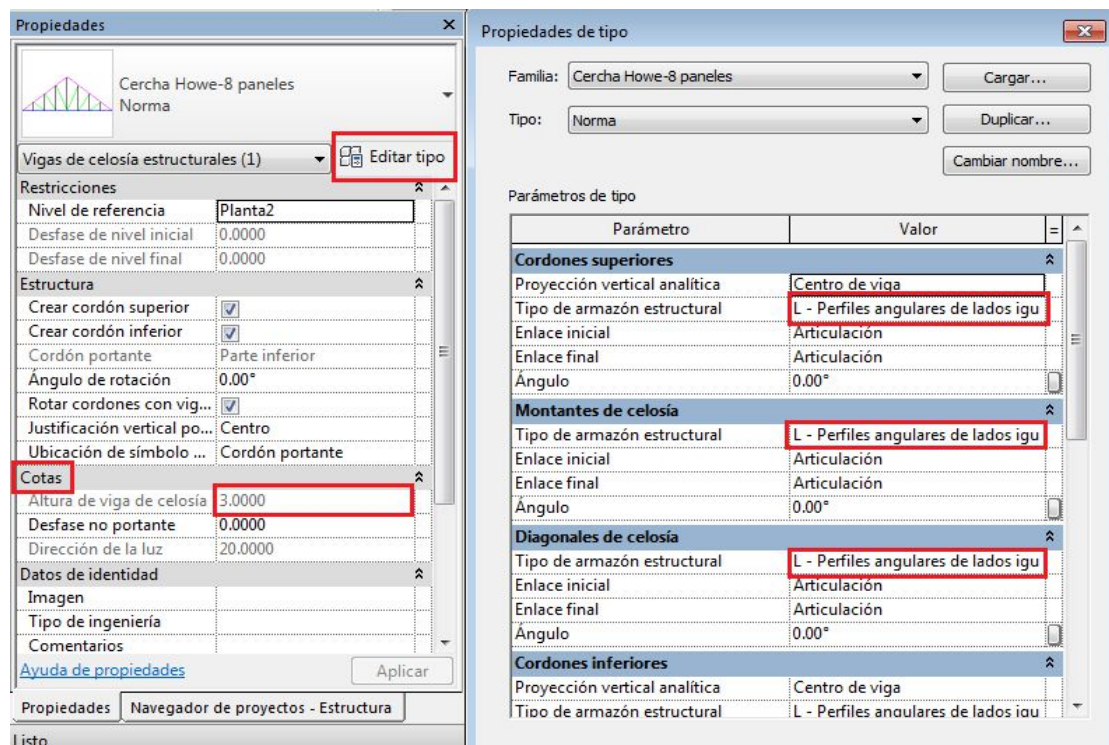


Figura 37. Propiedades Cerchas.

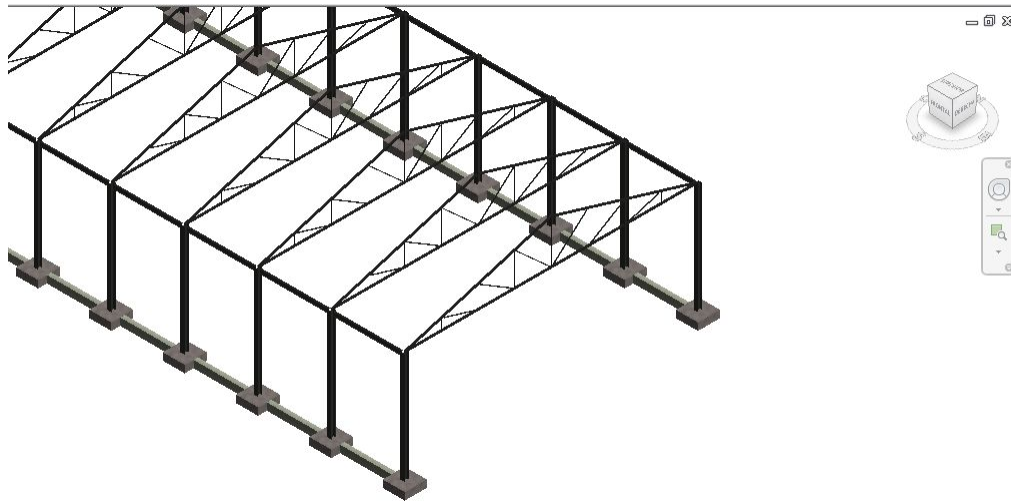


Figura 38. Resultado final de las cerchas.

Ahora se unen cerchas con una viga "IPN 280", a continuación en la figura 39 se muestra el resultado de dicha unión.

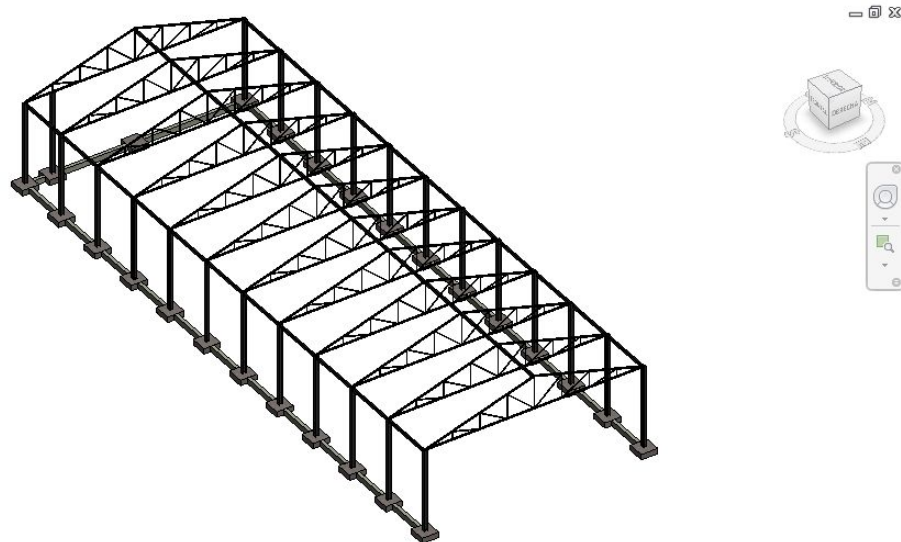


Figura 39. Viga de unión en las cerchas.

A continuación se procede a introducir las correas. Dentro de "estructura" y se selecciona "Sistemas de vigas", y una vez en sistema de vigas se define un plano en la nave, dicho plano elegido esta en el cordón superior de la cercha y ahí define el área para las correas con la línea de contorno (Figura 40). Una vez hecho esto se usa la herramienta de copiar y pegar, y se realiza la misma función en la otra cara obteniendo un resultado final mostrado en la (Figura 41) las vigas elegidas para este modelo son una viga "UPN 120 de ala cónica"

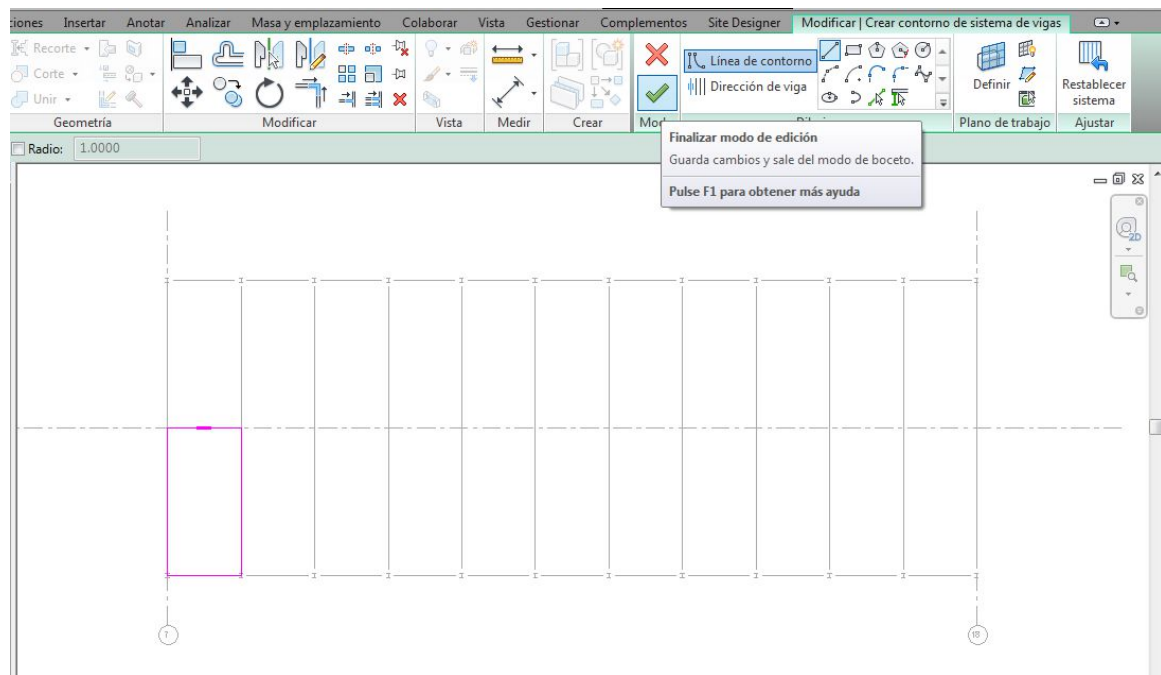


Figura 40. Línea de contorno para las correas.

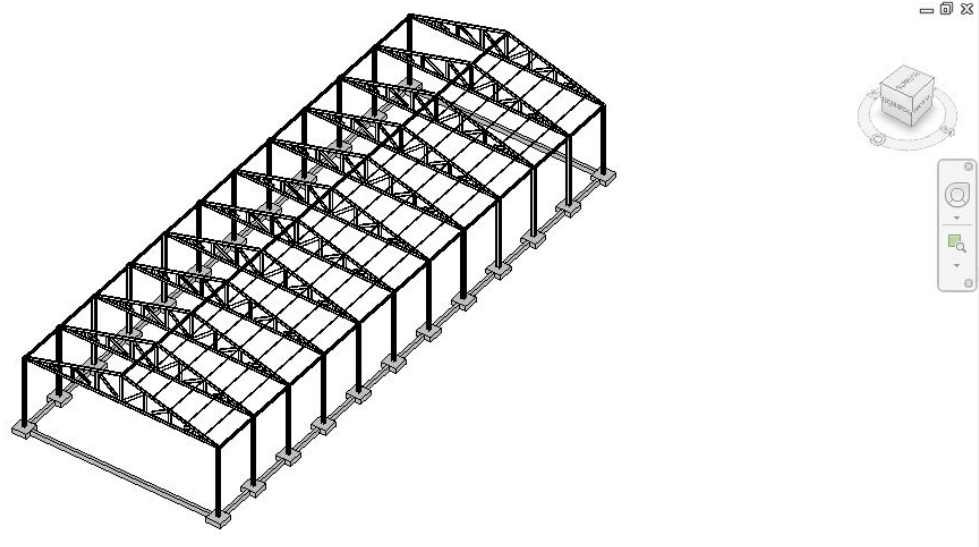


Figura 41. Correas introducidas en el lado derecho.

Una vez introducidas las correas se dispone a colocar unos entramados laterales junto con unas vigas de contraviento, las elegidas son Cruces de San Andrés, donde se introducen en un plano 3D. El tipo de viga elegida será "L 50x50x5 Angular de lados iguales" el resultado final se muestra a continuación en la (Figura 42).

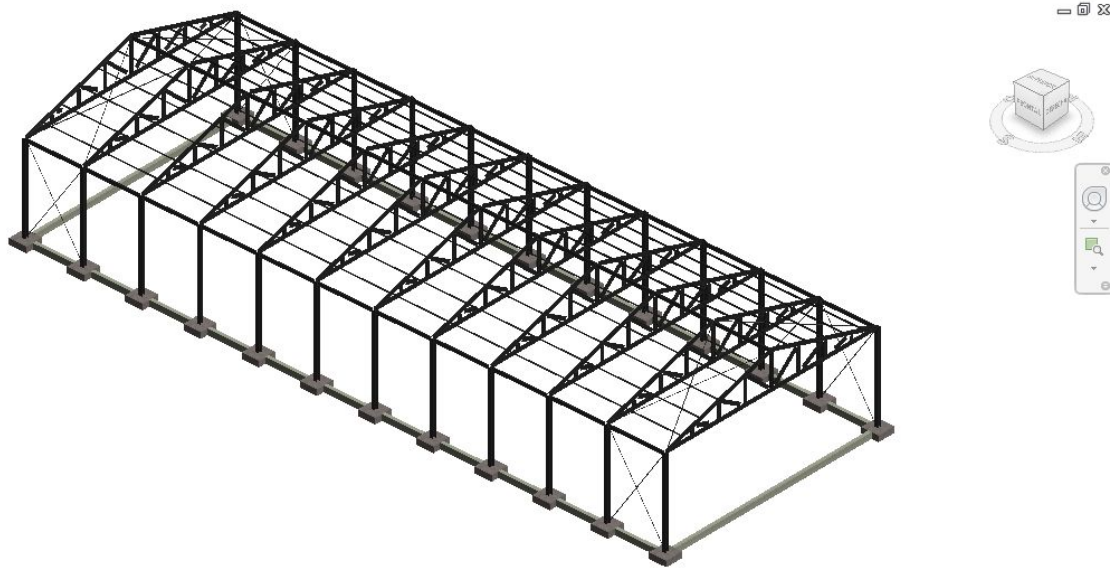


Figura 42. Entramados laterales y vistas a contraviento. Cruces de San Andrés.

6.1 Error con el comando "Conexión".

Al utilizar esta herramienta, se encuentra un problema, y es que principalmente no aparecen los tipos de conexiones definidos en el programa (Figura 43). Tampoco se encuentran las familias que trae por defecto. Para solucionarlo hay que descargar un paquete de "Aplicación de escritorio Autodesk"

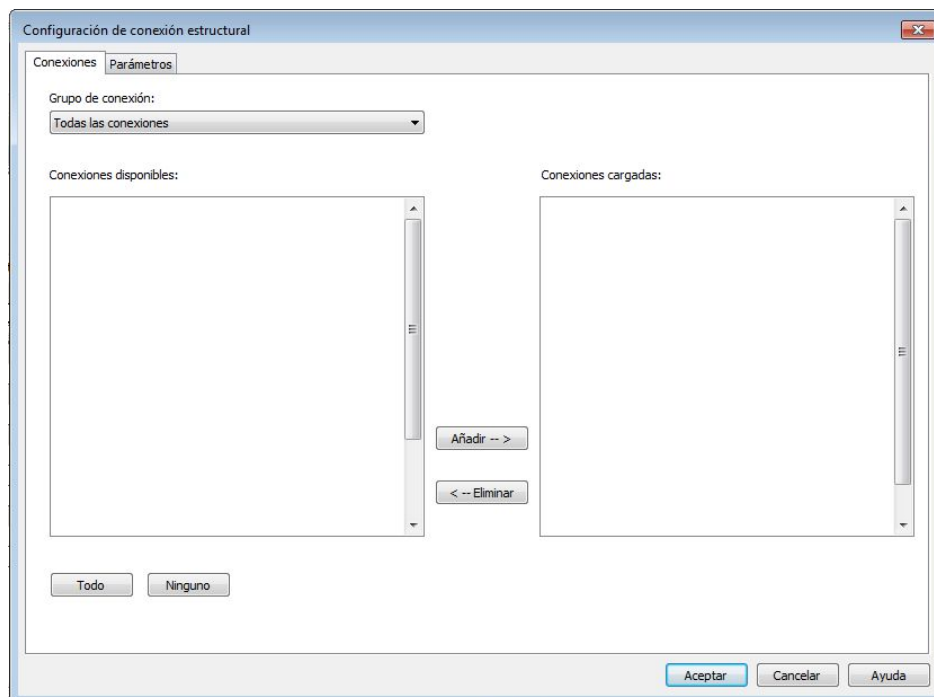


Figura 43. Conexiones de vigas vacías.

Una vez en la aplicación de escritorio de Autodesk, se busca la opción de "Steel Connections for Autodesk® Revit® 2017 64-Bit" (Figura 44), se selecciona en descargar y se instalara. Un dato muy a tener en cuenta, es que se debe tener el programa cerrado, ya que se lo deja abierto no funciona adecuadamente la actualización.

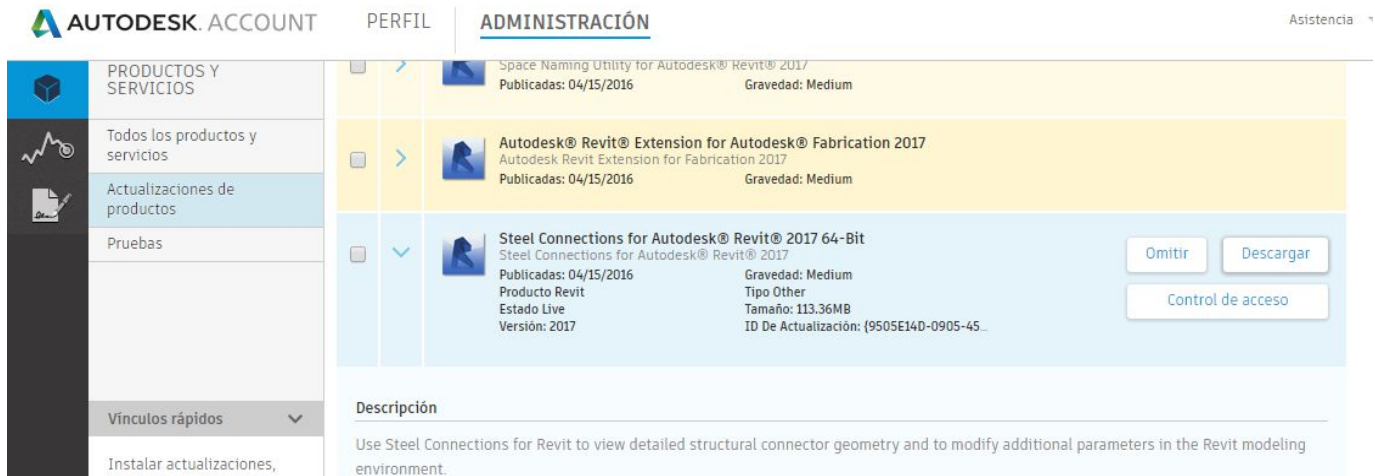


Figura 44. Steel Connections.

Una vez se realiza este paso, se abre el software REVIT, y dentro del apartado "Estructura" se selecciona "Conexiones". Una vez dentro de conexiones nos aparece el menú con todas ellas (Figura 45) y se selecciona la conexión mas adecuada a el proyecto.

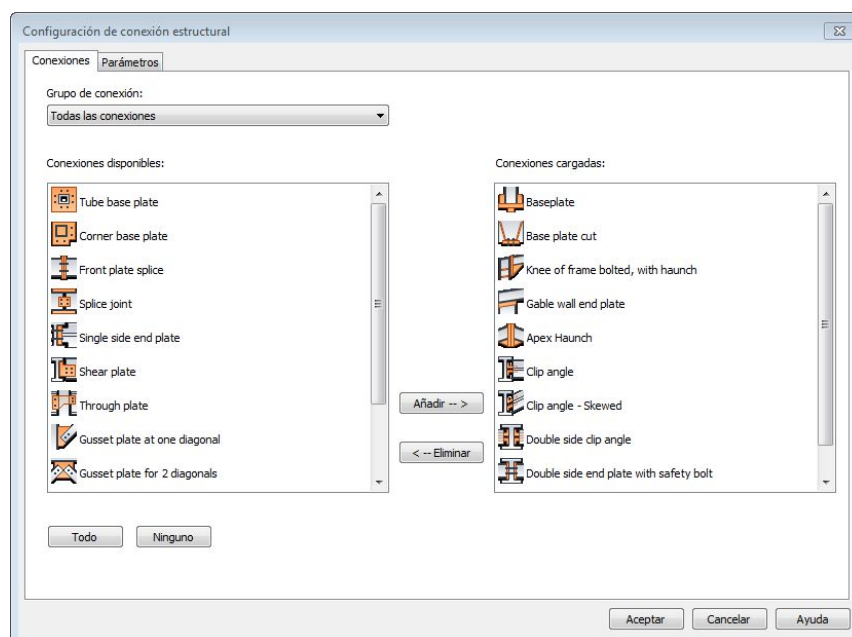


Figura 45. Tipos de conexiones.

Una vez hecho esto, se selecciona la base de la zapata con el pilas HEB, pero al realizar la conexión "Base plate" da un error, y esto es debido a que esta función de conexión todavía no está disponible para la versión en español, solo está disponible para las versiones de "Ingles Estados Unidos", "Francés", "Alemán" y "Polaco", y para un cierto tipo de familias. No está disponible para el tipo de familias y medidas que se usa en España. Dentro de las Americanas está disponible para las "US Imperial" y "US Metric" y dentro de estas, solo para las familias del tipo "AISC 14.1" se encuentran dentro de la carpeta de "Structural Columns / Framing", dentro de la carpeta "Steel". Para el resto de familias solo se crea una conexión genérica. Para cargar las versiones en estos idiomas se debe descargar sus respectivas familias y sus plantillas en la aplicación de Autodesk.

Para cargar otro tipo de plantillas, se hace en a la aplicación de "Autodesk Content Libraries 2017" (Figura 46).

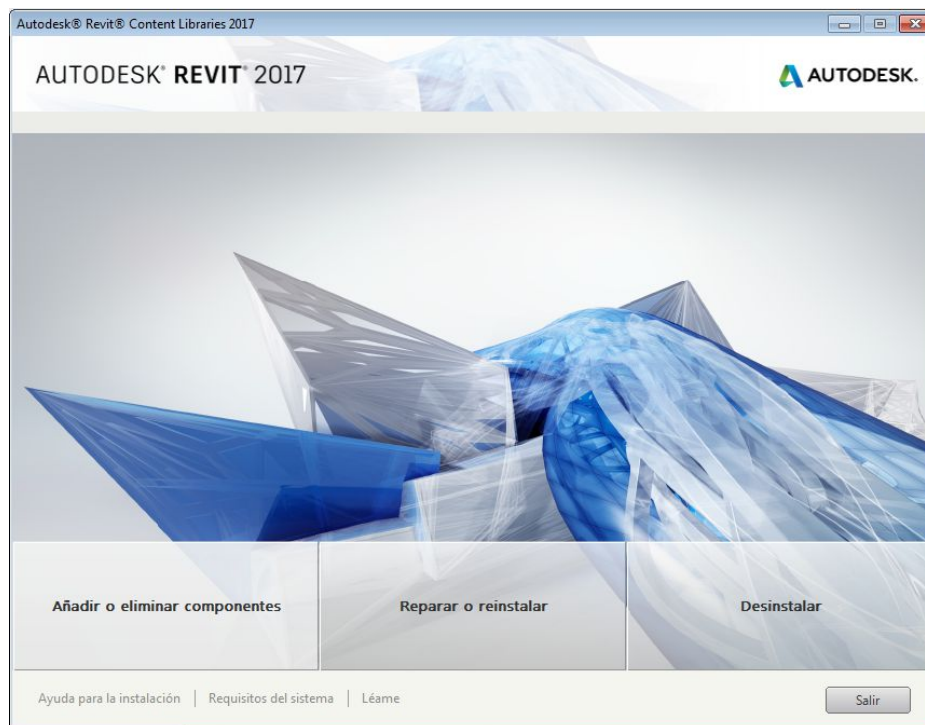


Figura 46. "Autodesk content libraries".

A esta aplicación (Figura 46) se accede por medio de "Equipo" / "Desinstalar o cambiar un programa" para la versión de Windows 7. Una vez aquí se selecciona la opción "Añadir o eliminar componentes" y se muestra la ventana de la figura 47.

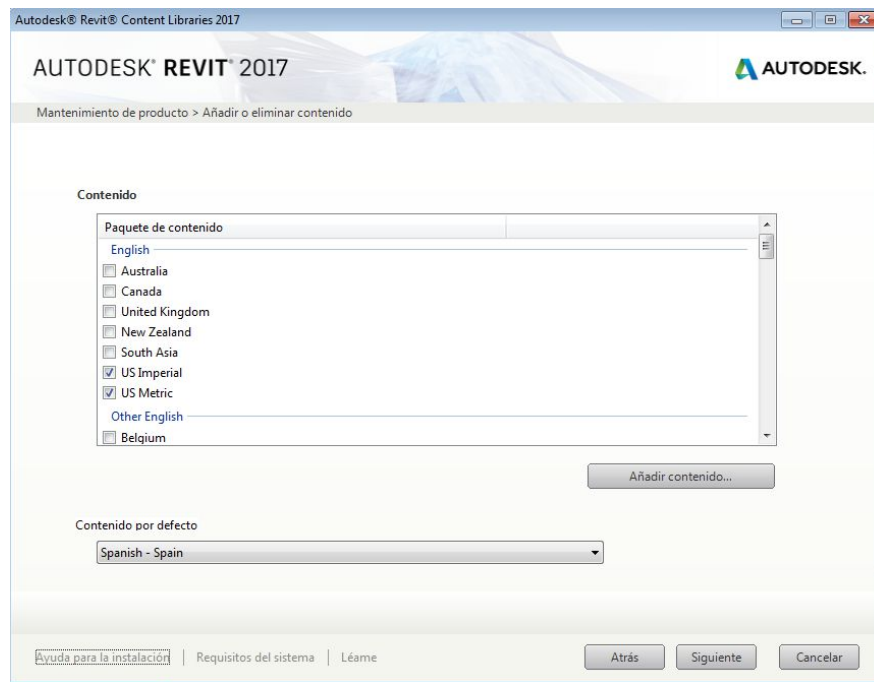


Figura 47. Contenido en Autodesk Libraries.

Una vez en la ventana (Figura 47) se selecciona "US Imperial", "US Metric", "France", "German". Una vez instaladas se pueden manejar las familias en "AISC 14.1" necesarias para usar estos tipos de uniones (Figura 48).

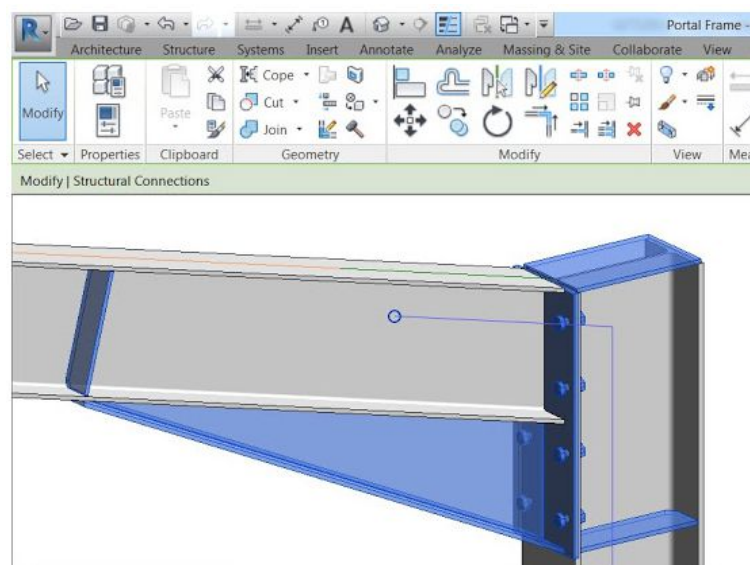


Figura 48. Unión con Conexiones.

La investigación no ha quedado solo aquí, ya que se han consultado varios foros y puesto en contacto con profesionales de REVIT, y se ha llegado a la conclusión de que al ser una herramienta tan novedosa, todavía está en modo BETA, entonces no se puede usar en la versión en español. Se adoptan unas uniones genéricas.

A continuación se modela la oficina de control a pie de fabrica (Figura 49) donde tendrá unas dimensiones de 10x5 m. Se encuentra en la "planta 1" y el suelo utilizado es de "Hormigón 160 mm con chapa grecada de 50 mm"

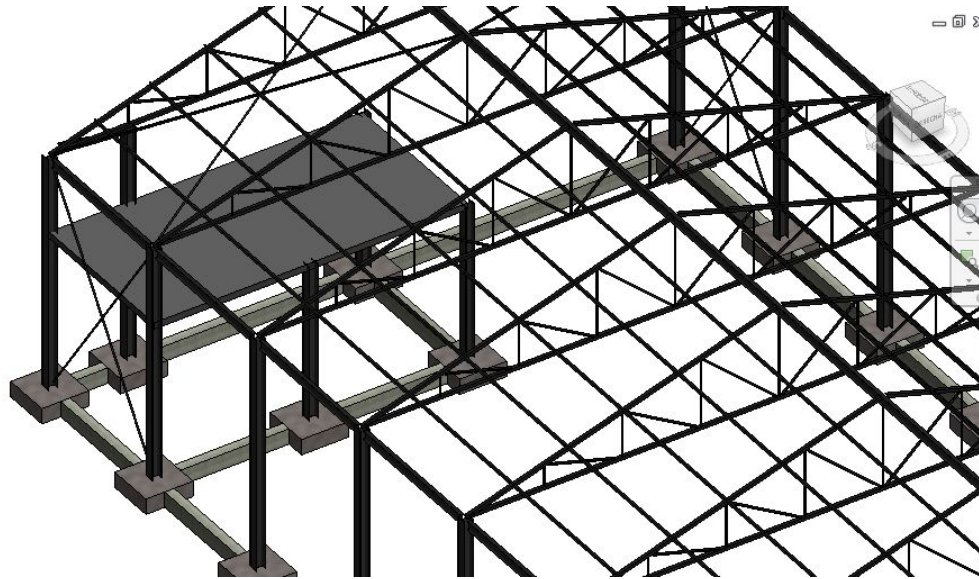


Figura 49. Oficinas en la nave donde se desarrollara la actividad industrial.

6.2 Construcción de la Nave 2, bajo una estructura de hormigón.

Hasta ahora se ha modelado la estructura de la nave 1, de fabrica, y almacenaje la cual se ha desarrollado bajo una estructura metálica con unas cimentaciones de hormigón armado.

A continuación se modela la nave 2, que es donde se encuentra la zona de escaparate junto con la zona de oficinas, y donde se llevara a cabo el desarrollo administrativo, en esta zona se decide modelar una estructura de hormigón armado. El ancho y largo de la nave será de 19x20m y tiene la misma altura en planta y general que la nave 1 de almacenaje.

En lo que respecta a cimentación se usa el mismo tipo que en la nave 1. Se usan zapatas de "1500 x 1500 x 450mm" y unas vigas de atado de "(300 x 500)mm" en el caso de los pilares se eligen unos cuadrados de "500x500mm" (Figura 50) los cuales no están por defecto.

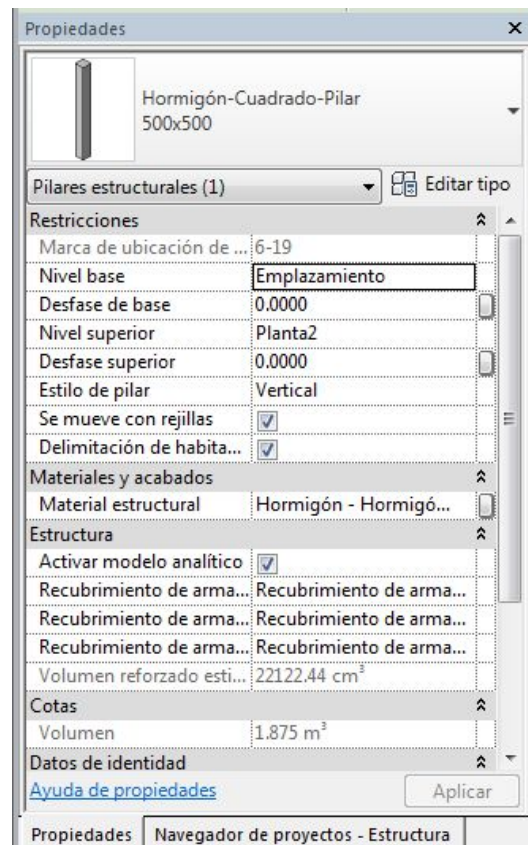


Figura 50. Propiedades pilar de hormigón.

En el caso de querer cargar otro tipo de pilares de hormigón se selecciona cargar las familias (Figura 51), y se elige el que más se adecue a lo que se esta buscando.

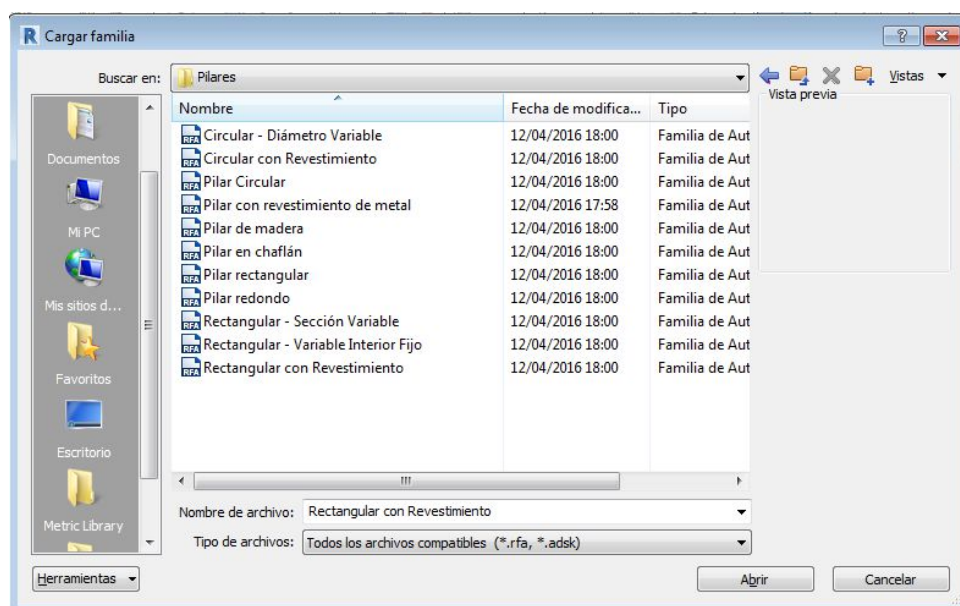


Figura 51. Tipos de pilares de hormigón.

Se colocan los pilares seleccionados en las zapatas, y estos tienen una altura de 7.5m. El resultado obtenido esta mostrado en la figura 52.

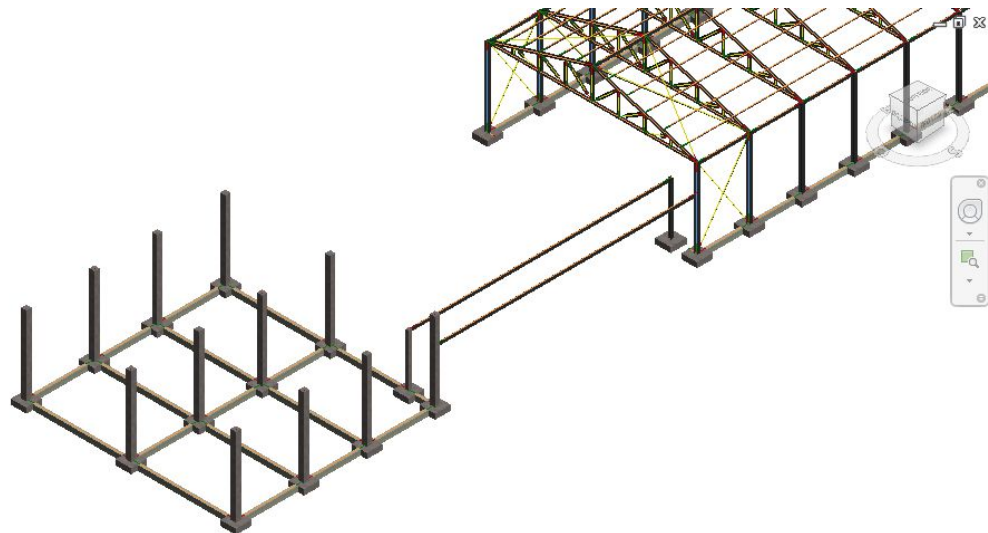


Figura 52. Pilares de hormigón en 3D.

A continuación se introducen las vigas de atado en los pórticos laterales. Hay dos tipos de vigas, unas de acero (las superiores), y otras de hormigón, las del nivel intermedio. Las propiedades de estas vigas están en la figura 53) y el resultado final se muestra en la figura 54.

Hormigón-Viga rectangular 300 x 600mm	IPN-Vigas IPN280
Armazón estructural (Primary) (1) Editar tipo	Armazón estructural (Primary) (1) Editar tipo
Restricciones	Restricciones
Nivel de referencia: Planta1	Nivel de referencia: Planta2
Plano de trabajo: Nivel : Planta1	
Desfase de nivel inicial: 0.0000	Desfase de nivel inicial: 0.0000
Desfase de nivel final: 0.0000	Desfase de nivel final: 0.0000
Orientación: Normal	Rotación de sección tra...: 0.00°
Rotación de sección tra...: 0.00°	
Posición geométrica	Posición geométrica
Justificación YZ: Uniforme	Extensión inicial: 0.0000
Justificación Y: Origen	Extensión final: 0.0000
Valor de desfase Y: 0.0000	Reducción de junta inic...: 0.0127
Justificación Z: Parte superior	Reducción de junta final: 0.0127
Valor de desfase Z: 0.0000	Justificación YZ: Uniforme
	Justificación Y: Origen
Materiales y acabados	Valor de desfase Y: 0.0000
Material estructural: Hormigón, Moldeado...	Justificación Z: Parte superior
	Valor de desfase Z: 0.0000
Estructura	Materiales y acabados
Longitud de corte: 19.5000	Material estructural: Acero, 45-345
Uso estructural: Primary	
Tipo de enlace inicial: Elevación final	Estructura
Tipo de enlace final: Elevación final	Ubicación de símbolo ...: Centro de geometría
Ayuda de propiedades Aplicar	Conexión de inicio: Ninguno
Ayuda de propiedades Aplicar	
Propiedades Navegador de proyectos - Estructura	Propiedades Navegador de proyectos - Estructura

Figura 53. Propiedades de las vigas de estructura de hormigón.

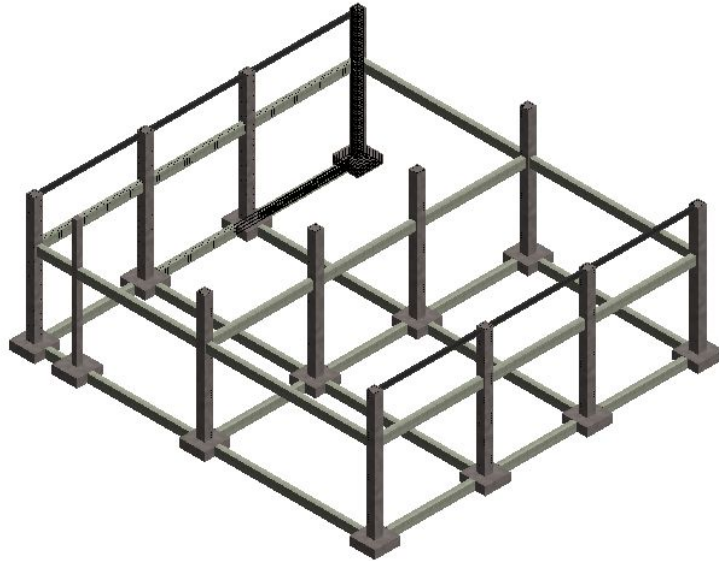


Figura 54. Resultado de la estructura de hormigón.

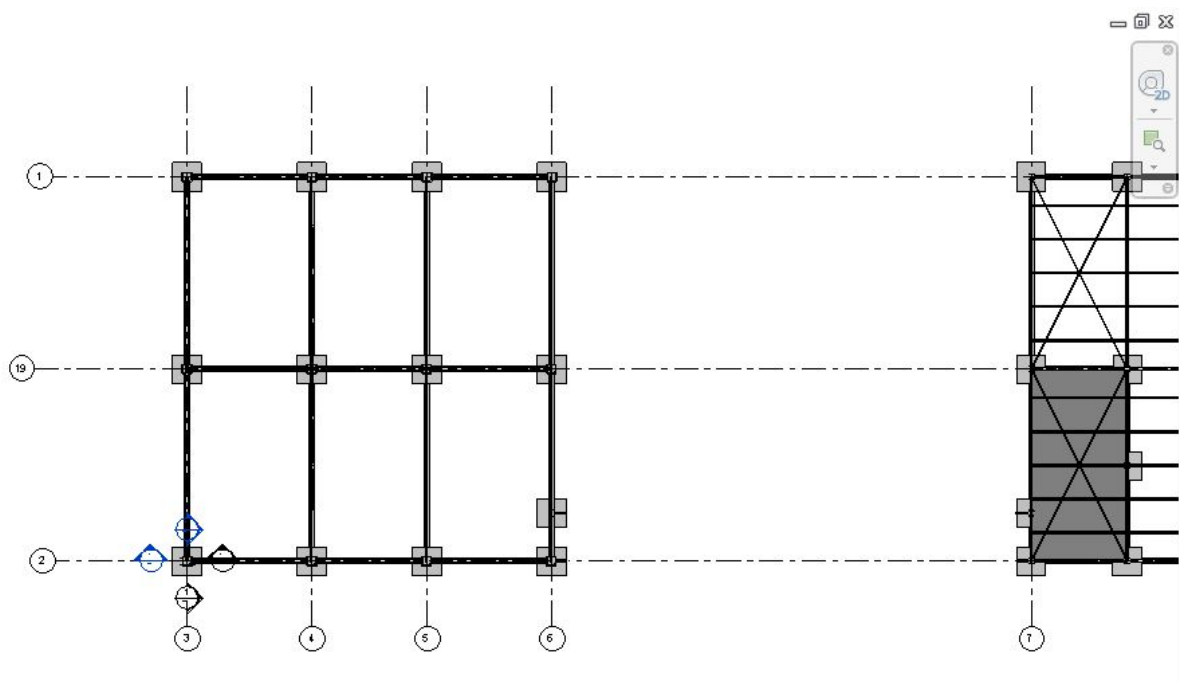


Figura 55. Vista 2D estructura de hormigón.

Para la cubierta se realizan los mismos pasos que anteriormente ya que se dota de unas cerchas con correas y vigas de contraviento. Los procesos ya están explicado, entonces se procede a insertar la imagen final de este proceso (Figura 56)

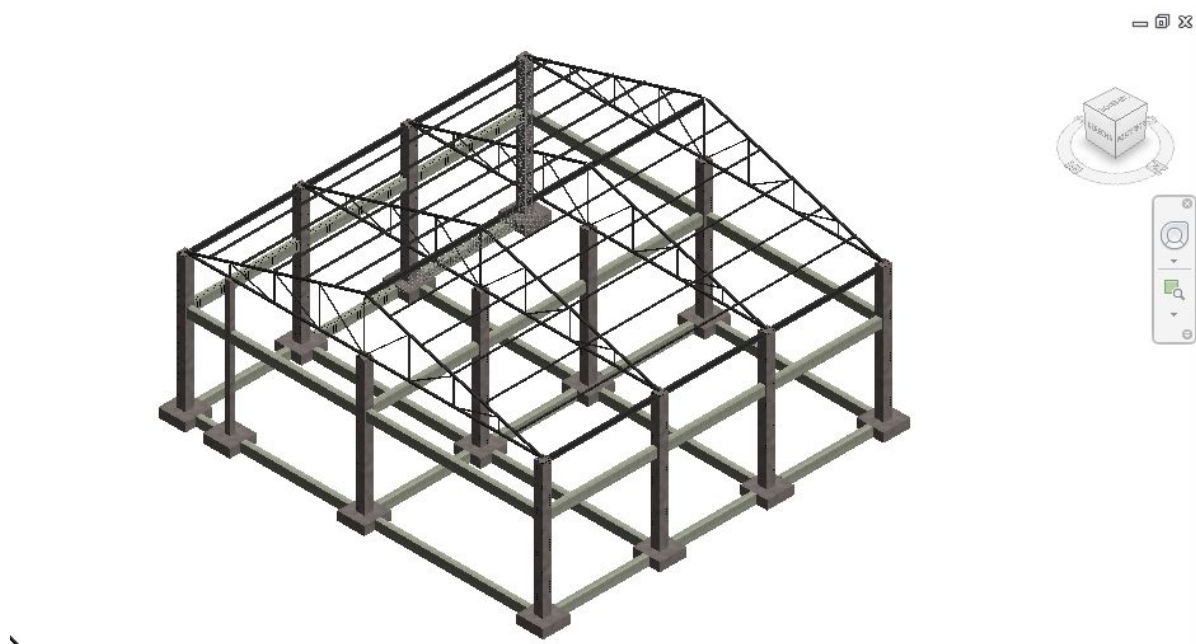


Figura 56. Estructura de nave 2 terminada.

En la siguiente figura (Figura 57) se muestran las dos naves, y al tenerlas separadas, se ha decidido la creación de un puente entre Nave 1 y Nave 2.

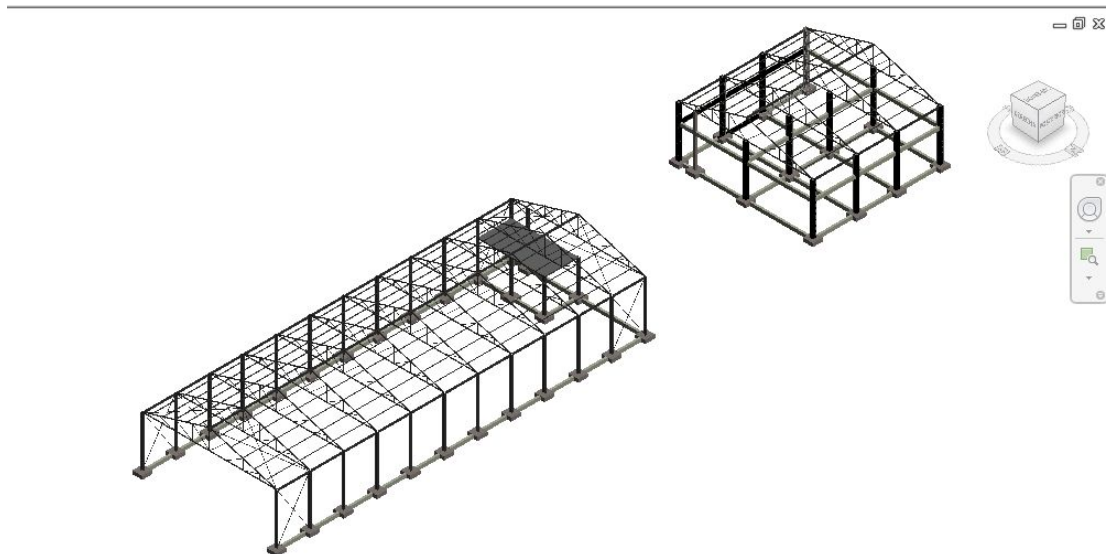


Figura 57. Estructura de Nave 1 y Nave 2.

6.4 Puente.

Este puente consta con distancia de 25m y 2,5m de ancho con una altura de 5m. Para su realización se opta por una estructura rígida, y con unos arriostramientos en cruz de San Andrés. Consta de su propia cimentación debido a su longitud, en su modelado se usan pilares "HE300 de ala ancha" (Figura 58) y unas vigas "IPN280" superiores e inferiores (Figura 58 y 60). Para realizar la unión inferior se utiliza un sistema de vigas "UPN120 cónica" (Figura 59) y para rigidizar la estructura se usan unas "IPN180 en I con ala cónica" (Figura 61) y por ultimo las cruces de San Andrés, sus vigas son "L 50x50x5" (Figura 62).

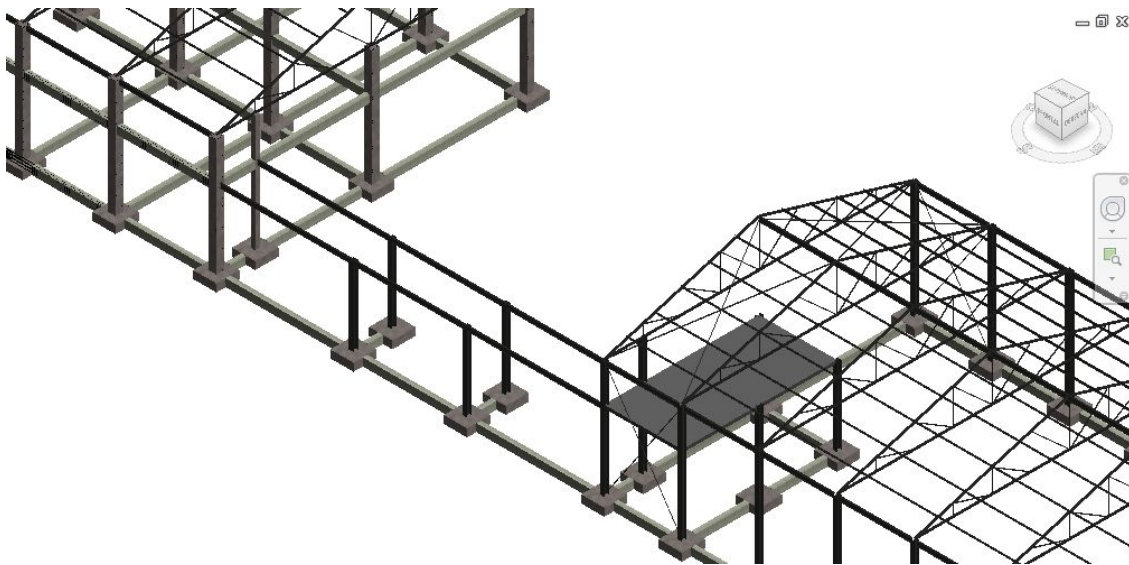


Figura 58. Pilares y vigas del puente en 3D.

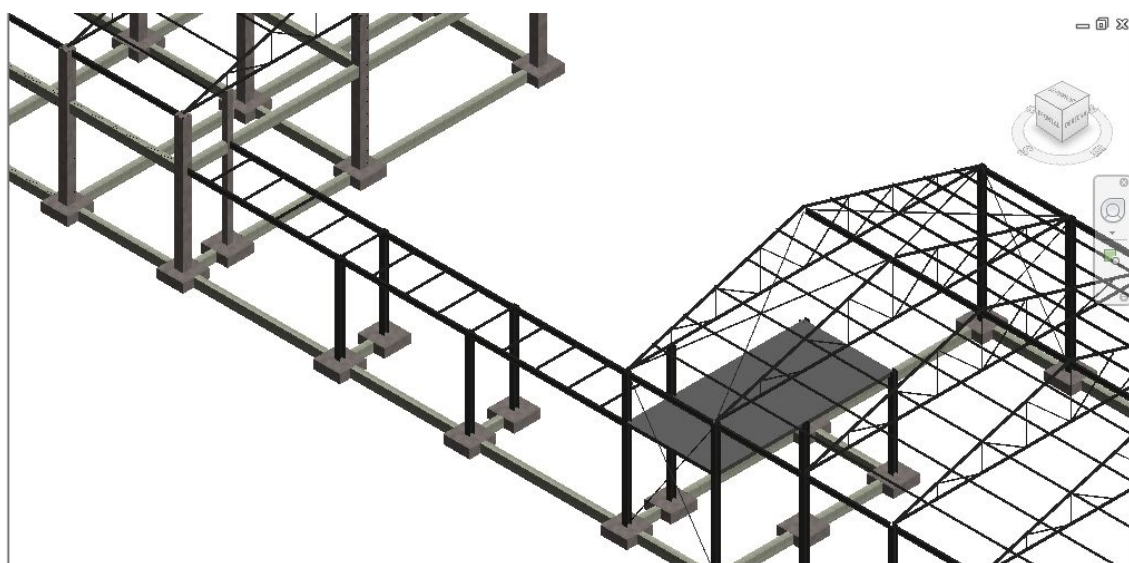


Figura 59. Sistema de vigas UPN 120.

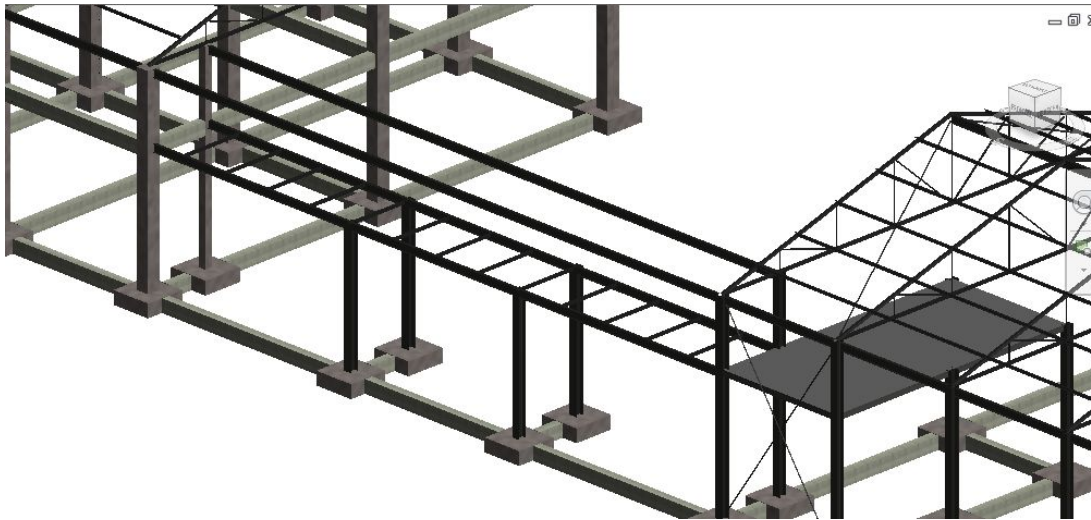


Figura 60. Vigas superiores IPN 280.

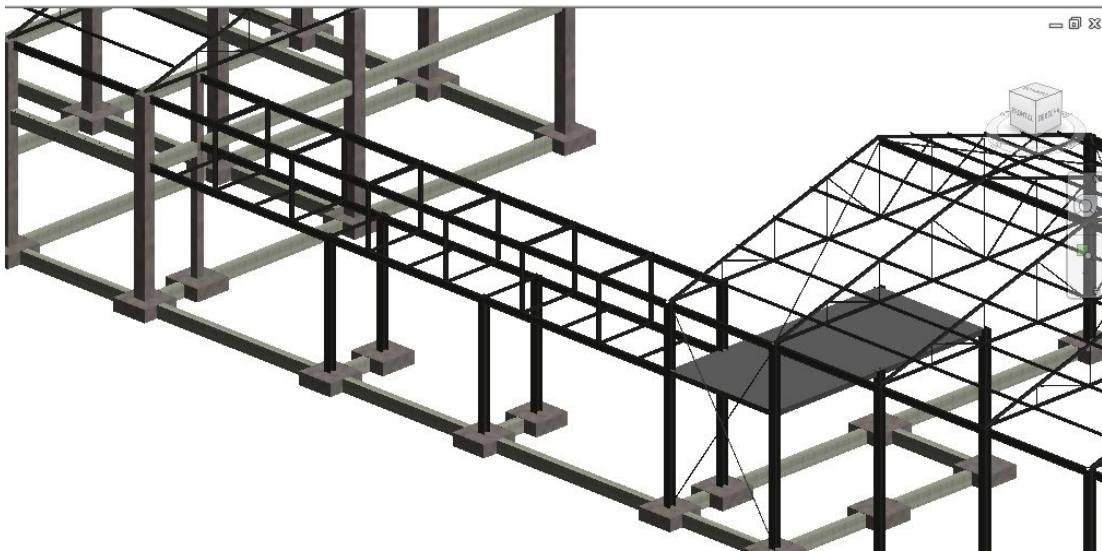


Figura 61. Vigas rigidizadoras IPN180.

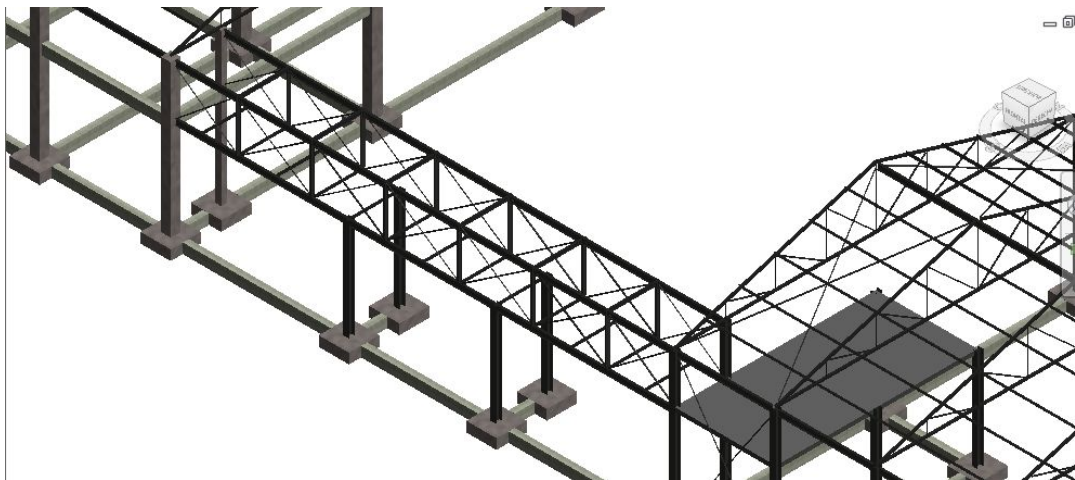


Figura 62. Arriostramientos en Cruz de San Andrés.

6.5 Armadura en el Hormigón.

El programa permite la colocación de una armadura al hormigón, lo que le da mayor realidad y mejor provisión a la hora de conseguir los materiales. A continuación se procede al modelado de la armadura en Revit.

Para realizar la armadura, se debe diferenciar entre; si es para pilares, o para viga, ya que en cada caso se modela distinto. Para pilares no hace falta seccionar, pero para las vigas sí.

6.5.1 Armadura para vigas y pilares.

Para realizar la armadura en vigas, se selecciona, y para esta sección, se selecciona el plano en 2D donde se encuentra la viga, una vez ahí, se selecciona la "Vista" y el icono de "sección", (Figura 63).



Figura 63. Comando "Seccion".

Ahora se delimita la zona que se quiere seccionar, figura 64 en nuestro caso.

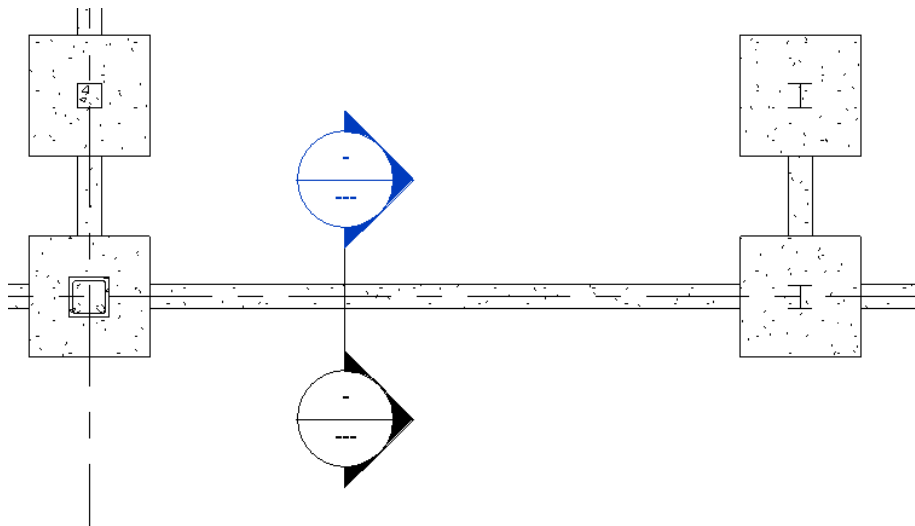


Figura 64. Comando "Sección" (II)

Se obtiene la imagen anteriormente mostrada (Figura 64), y seleccionamos doblemente sobre el triangulito azul, y sale en pantalla la sección (Figura 64). Otra forma de que salga es en el menú de navegador de proyecto, y allí se encuentra la sección creada, dentro del apartado "Secciones". Esta sección va a ser el plano de trabajo.

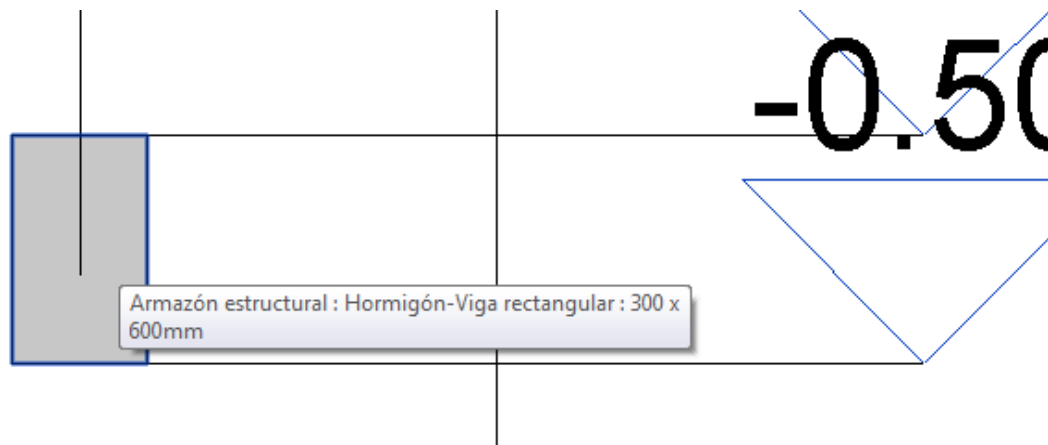


Figura 65. Sección de la viga de hormigón.

Una vez aquí, se selecciona la viga, y dentro de menú "Estructura" en el apartado "Refuerzo", se selecciona "Recubrimiento" para ver a qué distancia se pone el recubrimiento. El recubrimiento está a 25 por defecto pero se puede editar donde vienen los puntos suspensivos (Figura 66). Una vez dentro una ventana de configuración donde se puede duplicar o añadir nuevos recubrimientos (Figura 67) y también se debe definir si se quiere aplicar en toda la figura o en una cara, como se muestra en los iconitos en rojo (Figura 66).

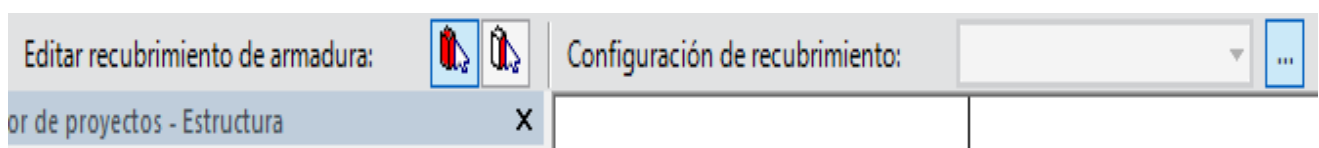


Figura 66. "Editar recubrimiento de armadura"

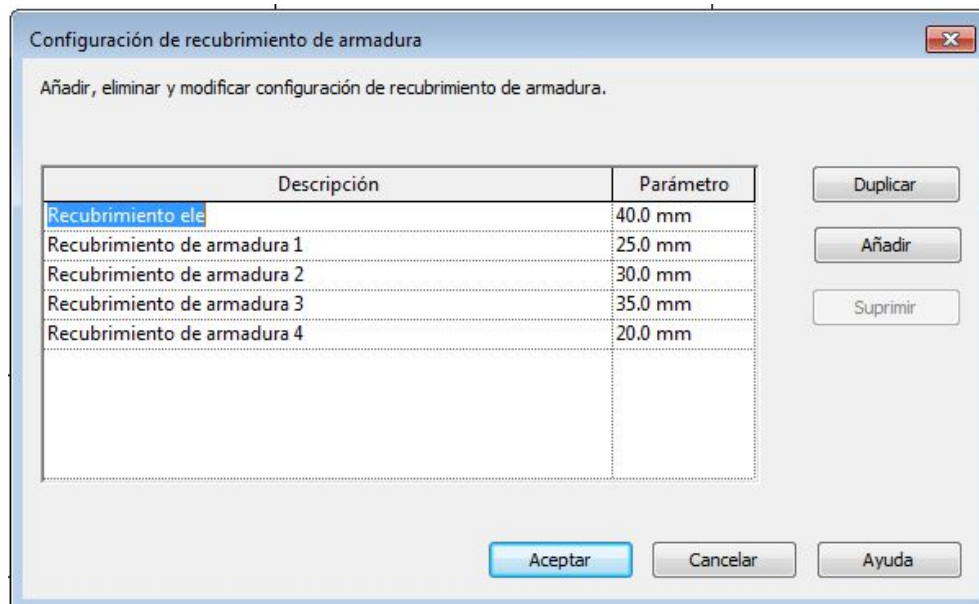


Figura 67. "Configuración de recubrimiento de armadura".

Una vez hecho esto se elige el recubrimiento en la configuración (Figura 66) y se selecciona para la viga. Después se selecciona dentro de menú Estructura, "Refuerzo" y "Armadura" (Figura 68), caso en el que es muy importante a tener en cuenta la orientación de colocación (Figura 68).

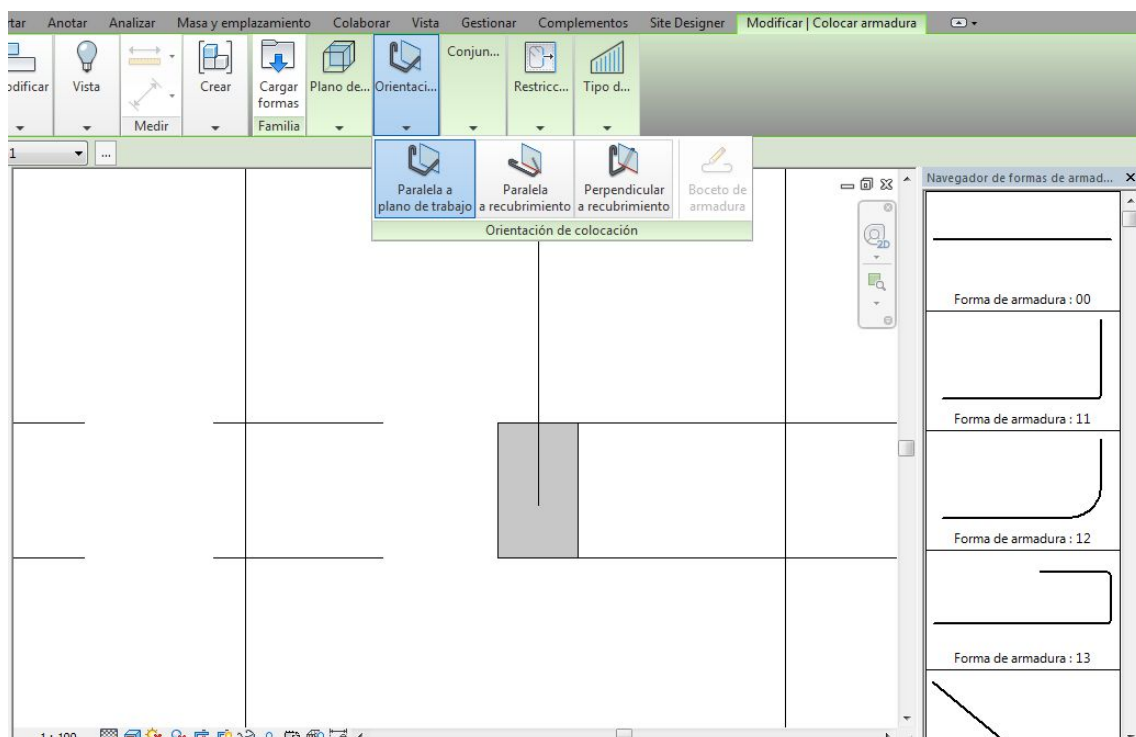


Figura 68. Comando "Armadura".

Después, se selecciona "Perpendicular a recubrimiento" (Figura 68), después la "Forma de armadura: 00" y se modifica en "Propiedades", dentro de "conjunto de armadura" la "regla de diseño" donde se elige un número fijo, "3" en este caso. (Figura 69). El resultado es poner 3 puntos en la parte derecha y otros 3 en la izquierda (Figura 70).

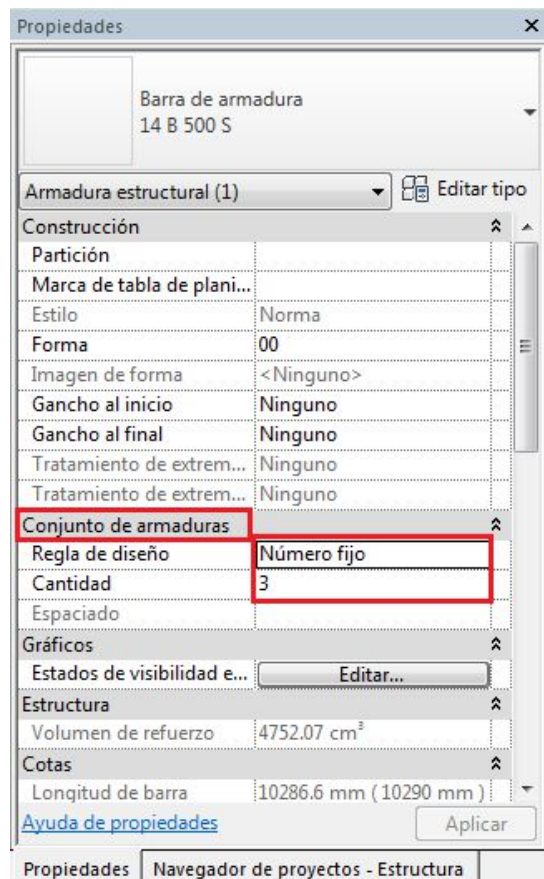


Figura 69. Propiedades "Barra de armadura".

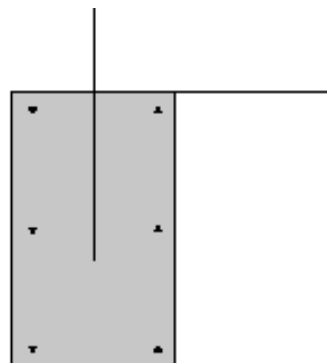


Figura 70. Barras de armadura en la viga.

A continuación, se elige otra forma de armadura, pero se tiene que cambiar la orientación del plano de trabajo a "Paralela a plano de trabajo", y se pone en la cara de la sección, una vez hecho esto se alarga el hierro, pero hay que modificar las propiedades las opciones de "Gancho al inicio" y "Gancho al final" por "Estribo/Tirante - 135°". El resultado esta mostrado en la Figura 72.

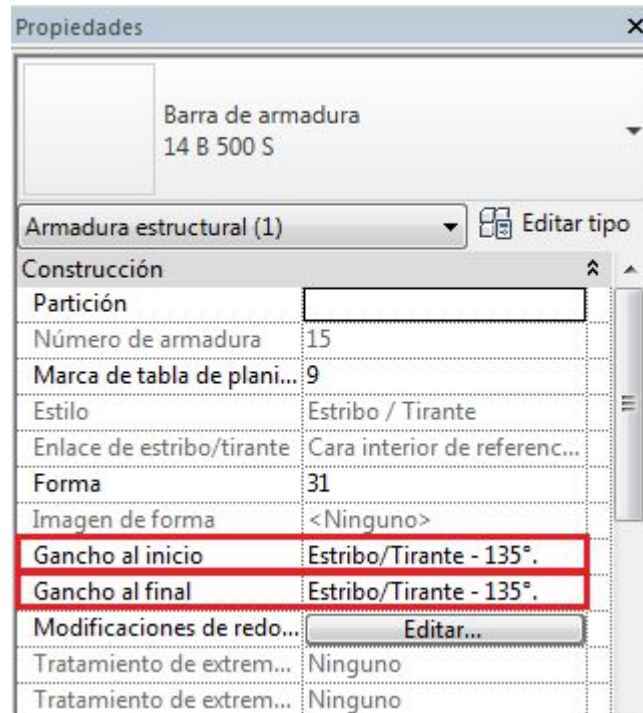


Figura 71. Propiedades "Barra de armadura" (II)

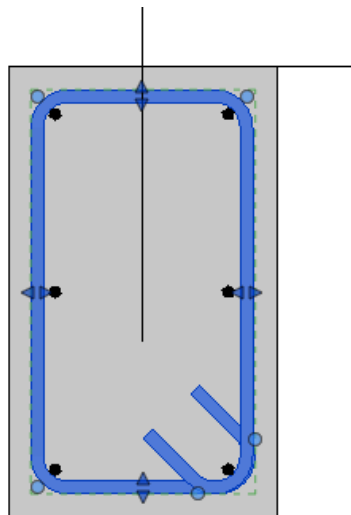


Figura 72. Barras de armadura de la viga (II)

Después se selecciona la vista 3D, y se elige el "Estilo visual: Alámbrico" y el "Nivel de detalle: Alto" (Figura 73), entonces se seleccionan las barras de armadura (3 en total) (Figura 73) y se modifican las propiedades para que haya más estribos ya que 3 no es suficiente para una viga de esa magnitud. Se modifica en "Conjunto de armadura" donde la "Regla de diseño" será "espaciado máximo" y en nuestro caso se elige un espaciado de 150mm (Figura 74). El resultado obtenido se muestra en la (Figura 75).

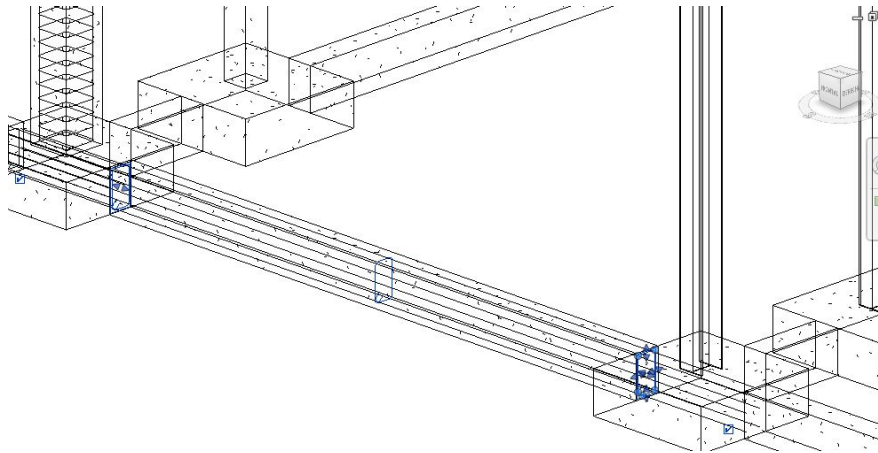


Figura 73. Nivel de detalle 3D.

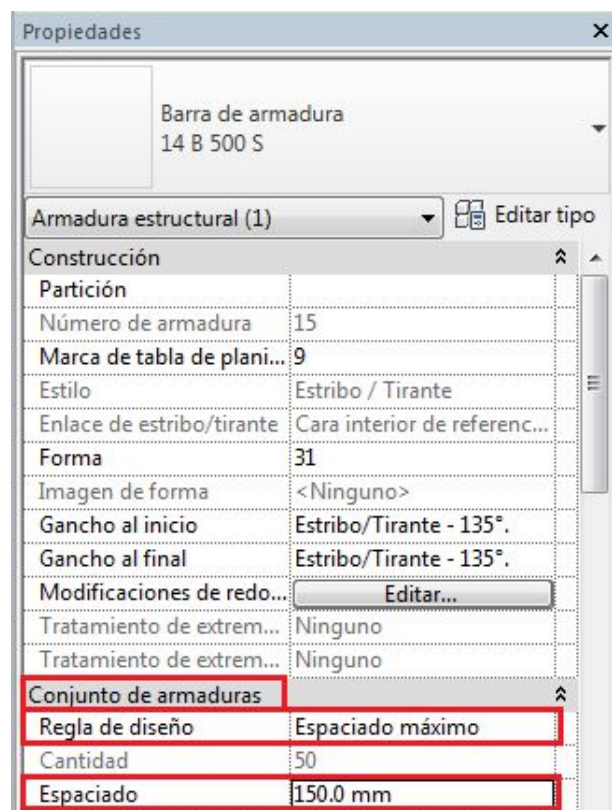


Figura 74. Propiedades "Barra de armadura" (III)

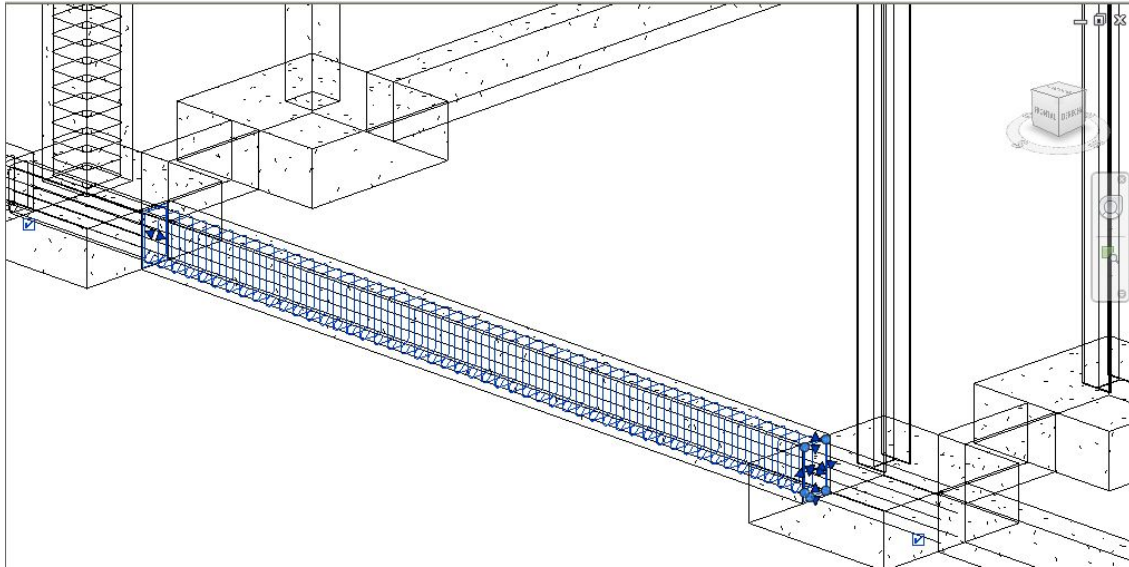


Figura 75. Armadura de la viga completada.

Para hacer un detalle en 3D con las líneas ocultas, visibles, se seleccionan los estribos (Figura 75), y en "propiedades" se elige "Gráficos" y dentro de "Gráficos" en "Estados de visibilidad del elemento de armadura" se marcan las opciones finales de vista en 3D "Ver elemento sin tapas" y "Ver como sólido". Se obtiene como resultado la Figura 76. Para las barras se realiza la misma operación.

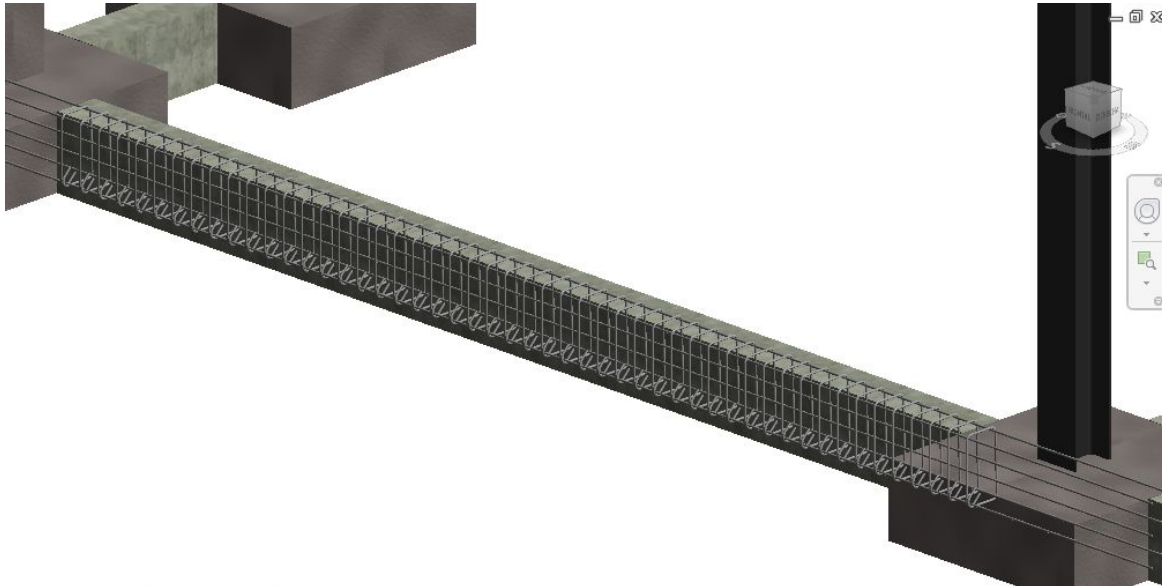


Figura 76. Visualización de la armadura con alto nivel de detalle.

En los pilares se realiza exactamente el mismo proceso, pero no es necesario hacer la sección, es suficiente con ir a una vista superior.

6.5.3 Armadura para Zapatas.

Para la zapata se realizan dos (Figura 77). Primeramente se trabaja en una sección y después en la otra.

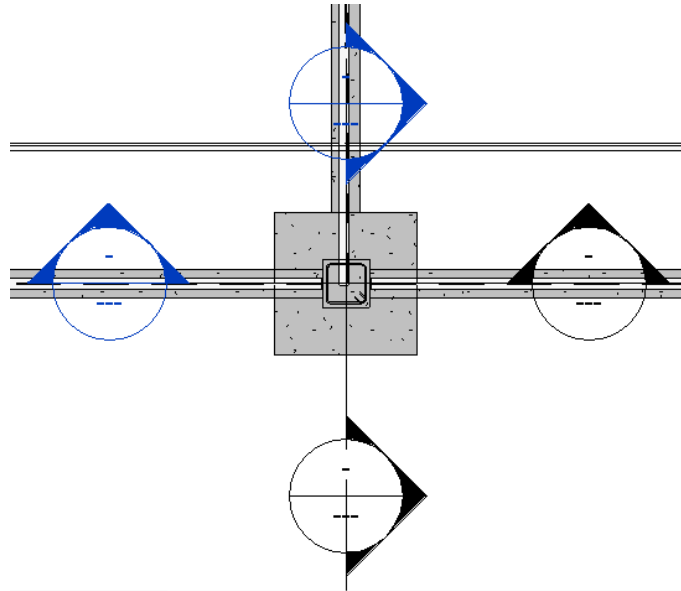


Figura 77. Sección de la zapata.

En la Figura 78, se realiza lo mismo que anteriormente, en menú "Estructura" se selecciona "Recubrimiento" se elige la de 40mm.

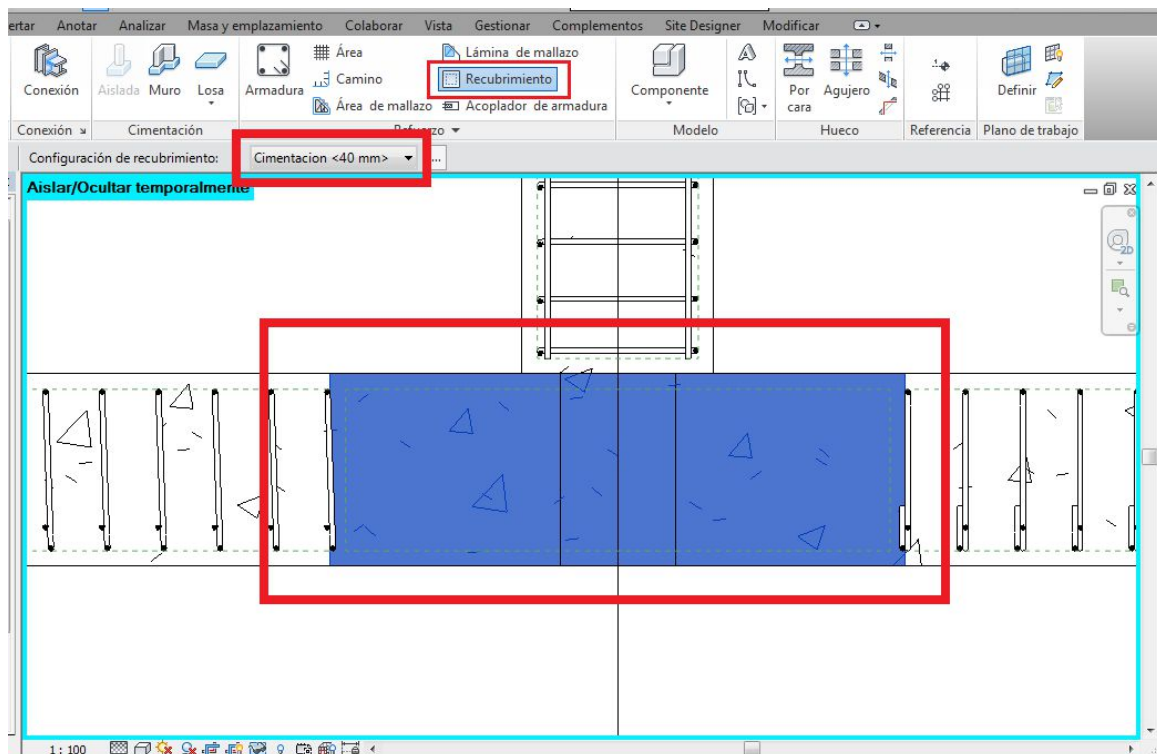


Figura 78. Armadura en zapata.

Ahora en el menú de "Estructura", se selecciona "Armadura" y en armadura se elige la "Forma de armadura 21" (Figura 79) con un plano de orientación paralelo al plano de trabajo.

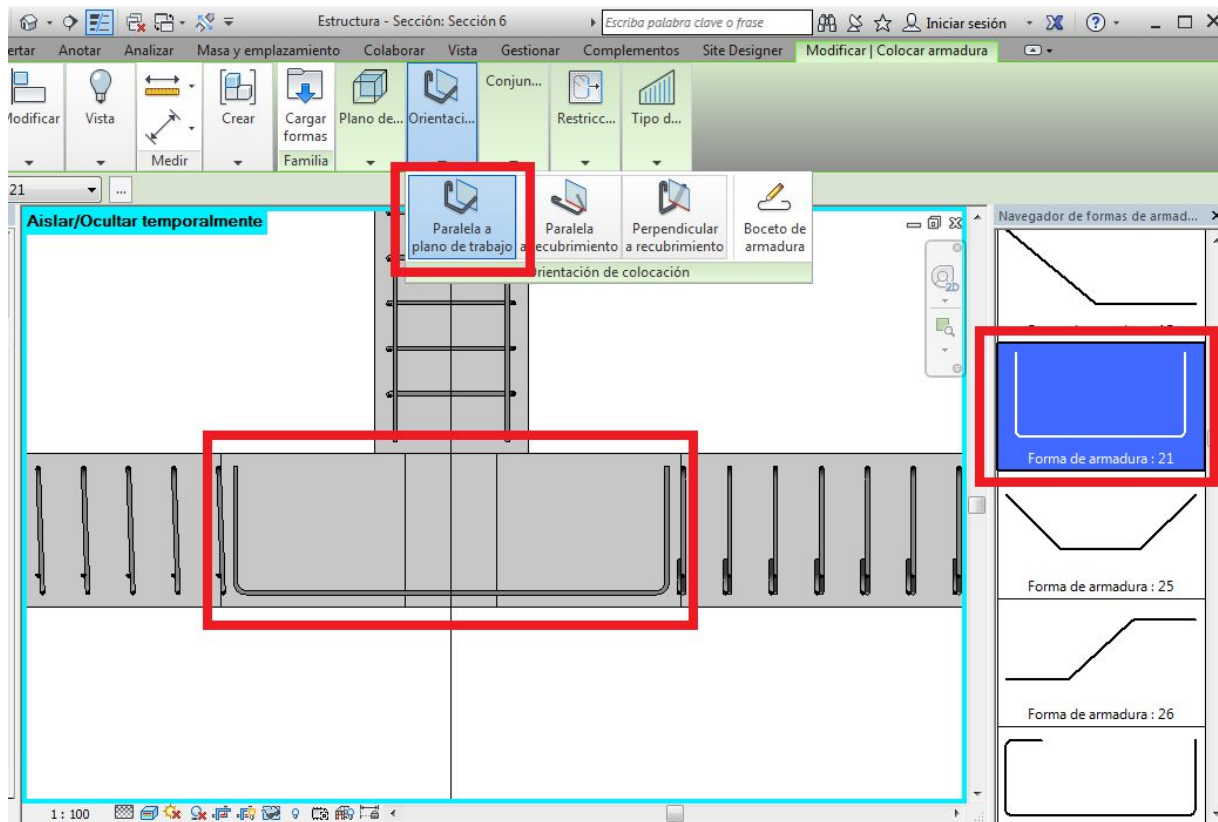


Figura 79. Armadura en zapata (II).

Ahora en vista 3D, dentro de propiedades de la armadura, se selecciona "Regla de diseño: Espaciado máximo" y en "Espaciado: 200mm". El resultado se muestra en la Figura 80.

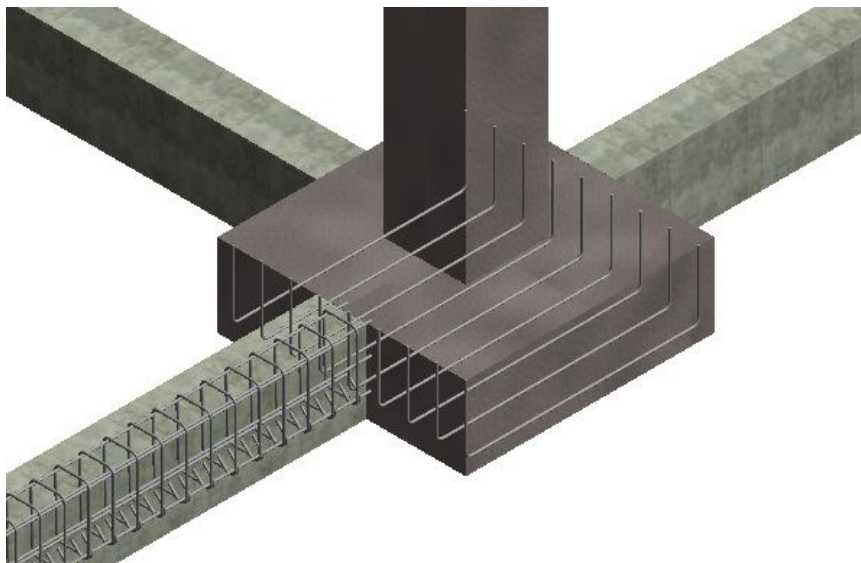


Figura 80. Armadura en zapata (III).

Ahora se repite el mismo proceso en la otra sección, y se obtiene el resultado de (Figura 81).

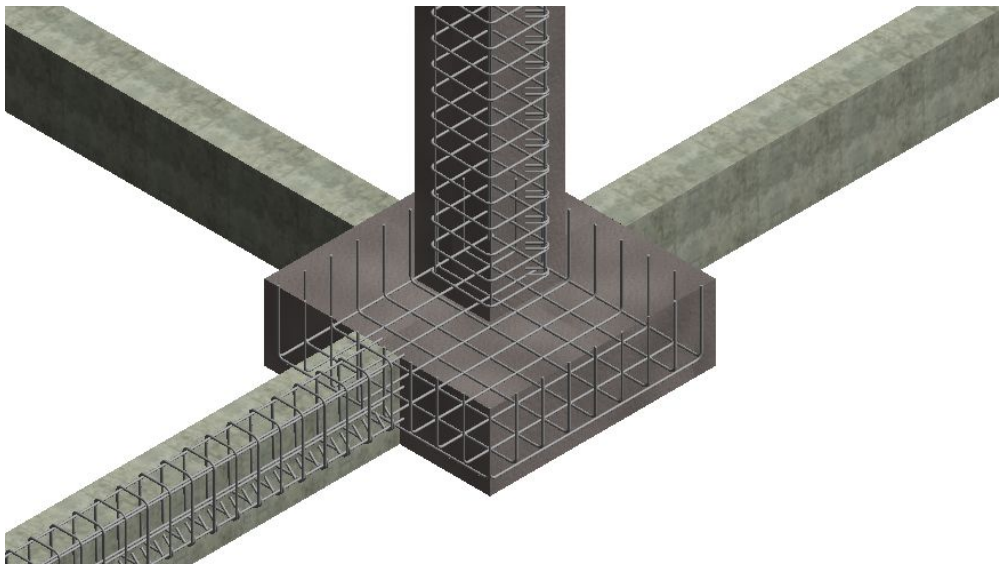


Figura 81. Armadura en zapata (IV).

A continuación debe unirse la armadura del pilar, con la armadura de la zapata, para ello, se seleccionan las barras de la columna en 2D, y se elige la opción de "modificar boceto" (Figura 82).

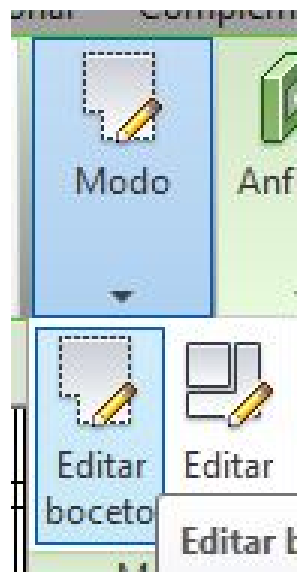


Figura 82. Editar boceto.

El boceto se edita alargando la líneas tal y como se muestra en la Figura 83.
El resultado final se encuentra en la Figura 84.

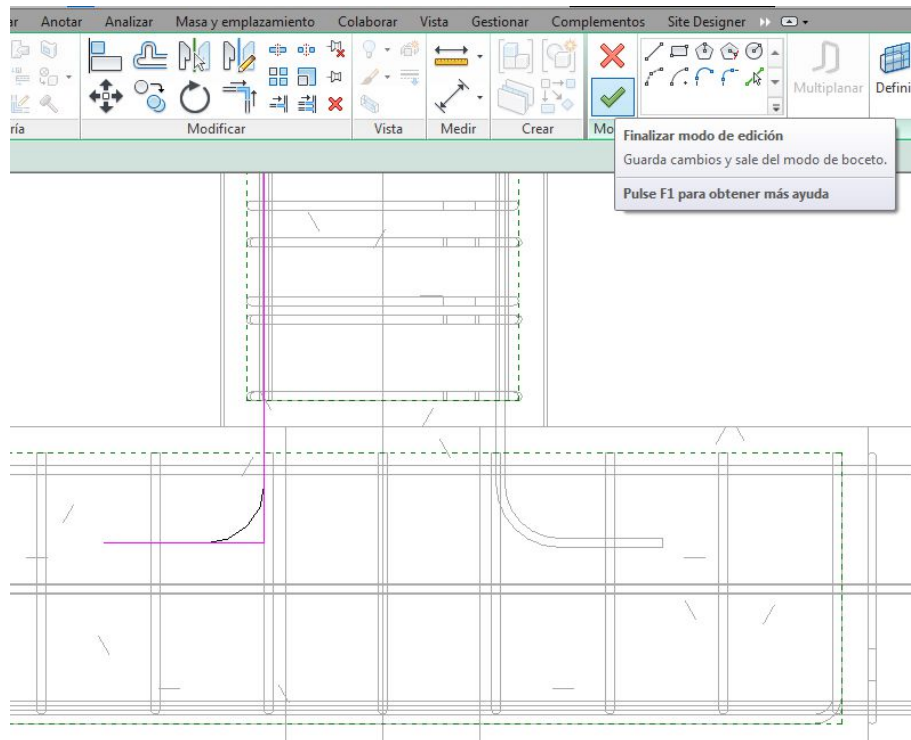


Figura 83. Editar boceto (II).

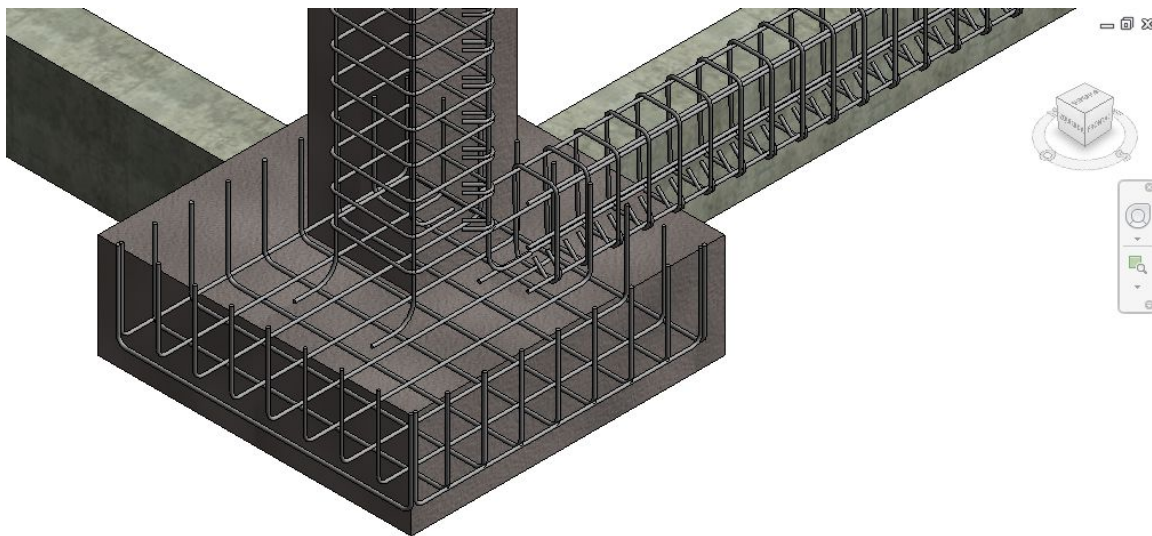


Figura 84. Armadura de la zapata completa.

6.5.4 Suelo estructural.

El suelo forma parte estructural también, entonces para hacerlo, en el menú "Estructura" se define "suelo" (Figura 85) con una línea de contorno el cual tiene que estar bien cerrado, si no salta un error. Se forma el suelo de "hormigón 160mm con chapa grecada 50mm" (Figura 86).

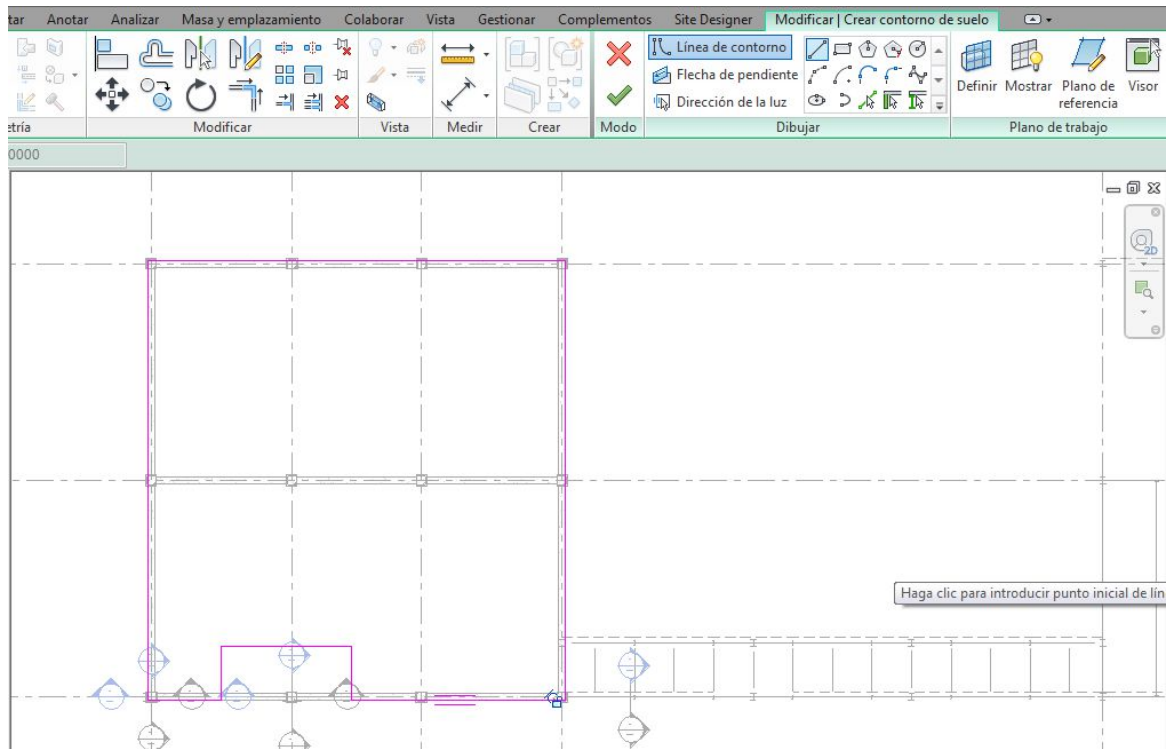


Figura 85. Línea de contorno del suelo.

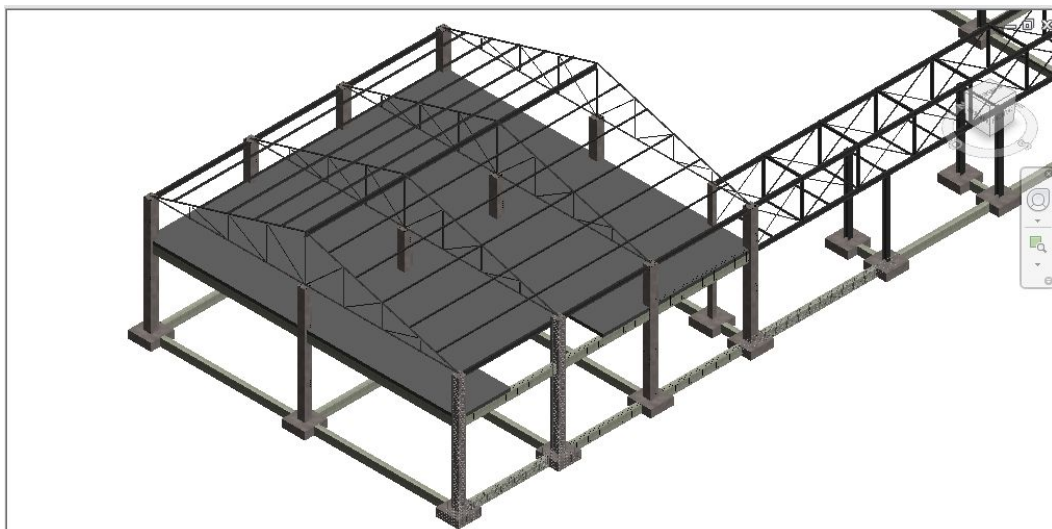


Figura 86. Suelo de hormigón en Planta 1 de Nave1.

Se tiene en cuenta el desfase del suelo, ya que no puede coincidir con las vigas, hay que ponerle un desfase de 0.21m. A continuación se muestra el suelo en la nave 1 (Figura 87), y en el puente (Figura 88 y Figura 89).

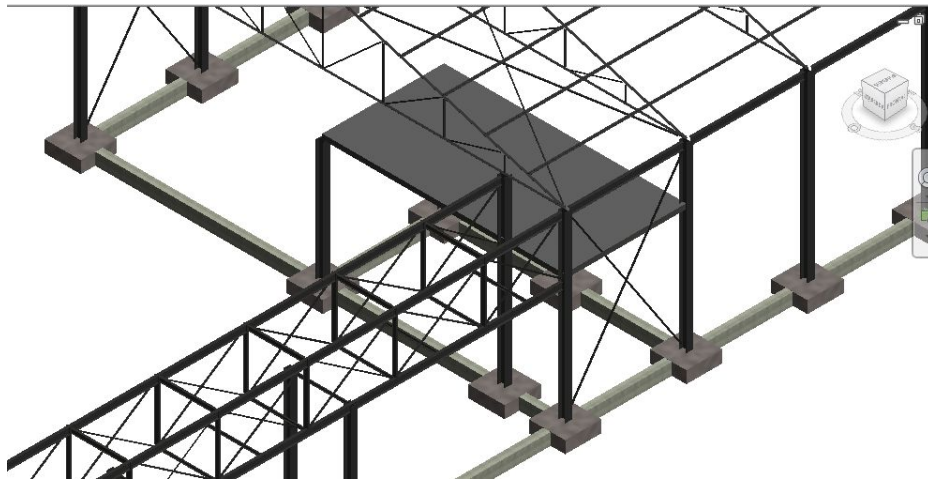


Figura 87. Suelo de hormigón en Planta 1 de Nave 2.

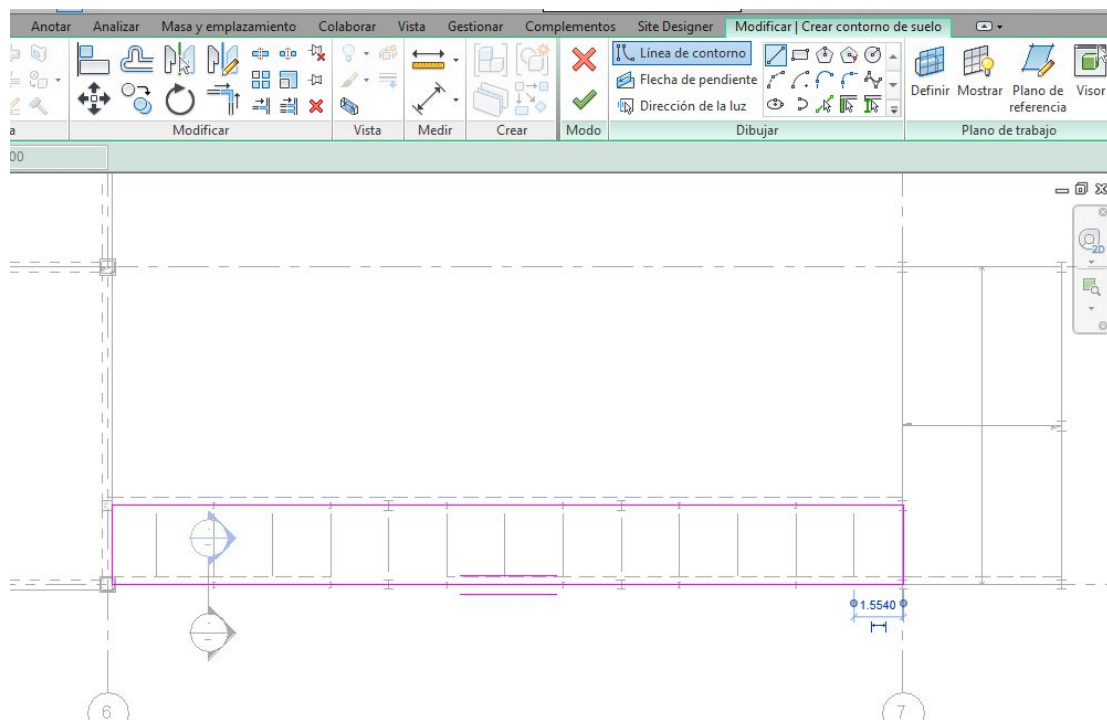


Figura 88. Línea de contorno del suelo en el puente.

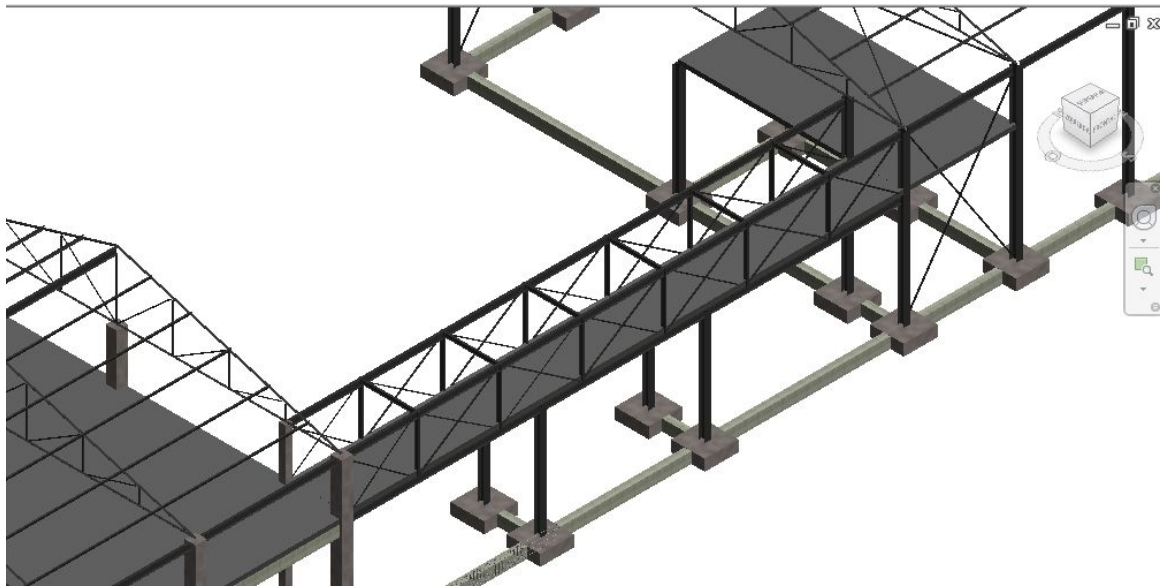


Figura 89. Suelo de hormigón en Planta 1 en el puente.

6.6 Modelo analítico.

Un modelo analítico es una representación 3D simplificada de toda la descripción de ingeniería de un modelo físico estructural. El modelo analítico está formado por los componentes estructurales, la geometría, las propiedades de materiales y las cargas que constituyen un sistema de ingeniería, y se puede exportar a aplicaciones de análisis y de diseño.[11]

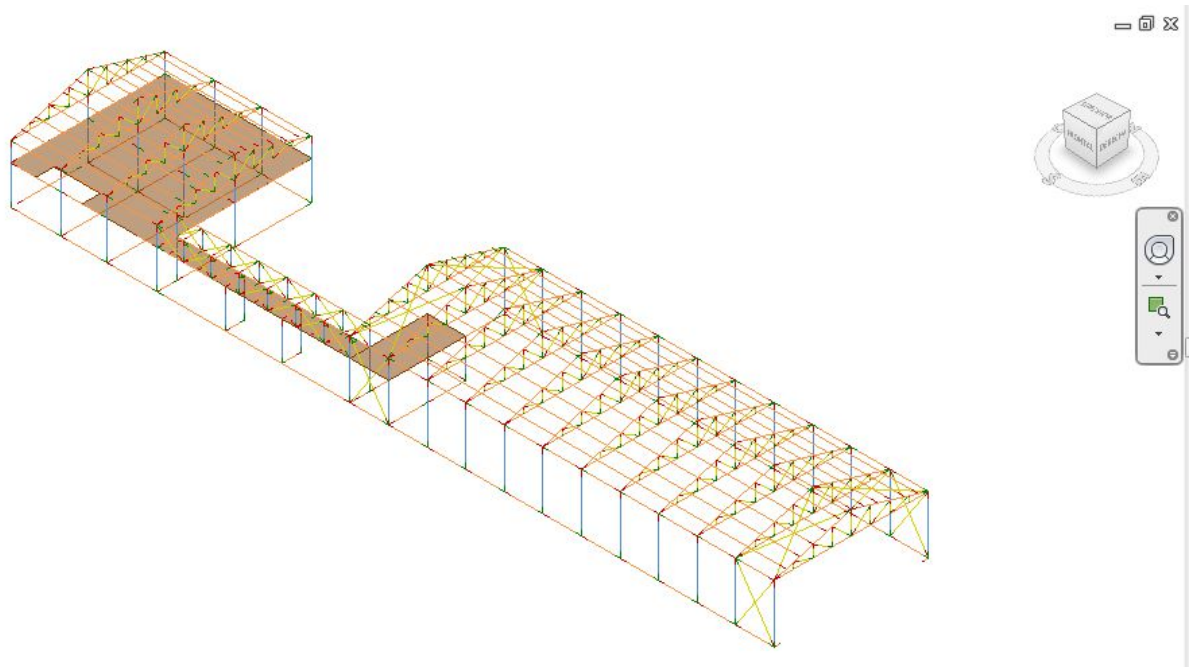


Figura 90. Modelo analítico.

El modelo analítico formado se muestra en la figura 90, esto demuestra que el software aporta información tanto visual como técnica a medida que se modela. Revit 2017, ofrece un modelo analítico de Cargas, y Condiciones de contorno, junto con Casos de carga y combinaciones de carga. Se profundiza mucho en esta versión pero es más fiable el uso de software especializado para este tipo de tareas.

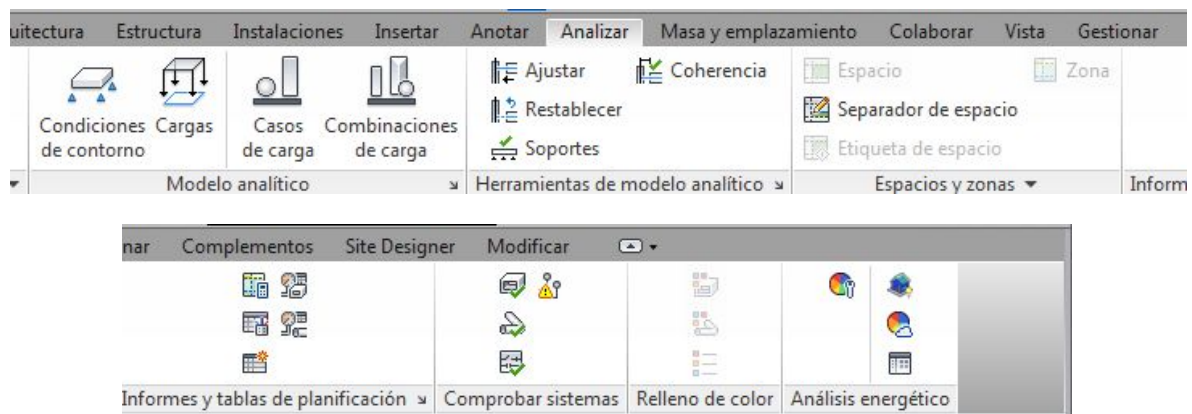


Figura 91. Comando analizar.

7. MODELO ARQUITECTÓNICO.

Para la realización del modelo arquitectónico se hace un nuevo formato de Revit. Una vez abierto Revit se muestra la pantalla de inicio, pero esta vez se selecciona "Plantilla Arquitectónica" (Figura 92).

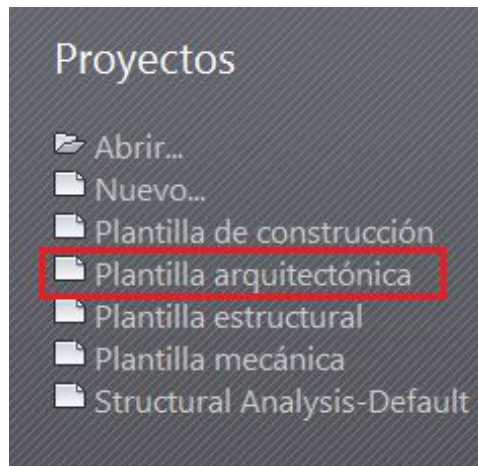


Figura 92. Proyectos Revit.

En "Plantilla Arquitectónica" se inserta la plantilla estructural. Al hacer esto, si se modifica la plantilla estructural, al estar vinculado en la plantilla arquitectónica, se modificara también. Esto hace posible el modelado de varias personas al mismo tiempo, por ejemplo un grupo en la parte estructural y otro en la arquitectónica.

Para introducir la " Plantilla estructural" se selecciona "Insertar" (Figura 93), una vez hecho esto se carga en "Plantilla arquitectónica" la "Plantilla estructural".

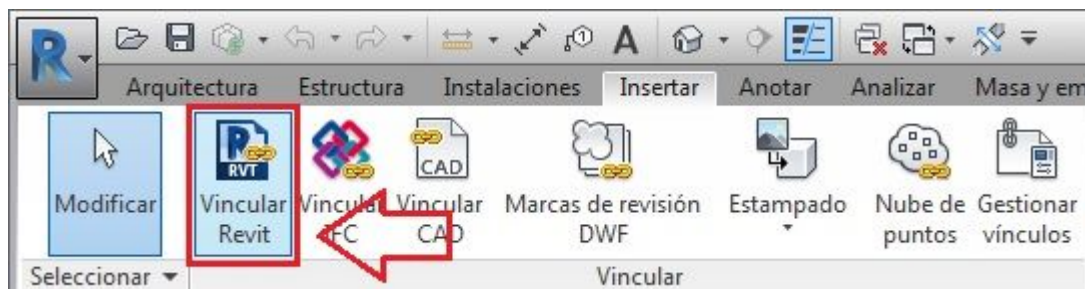


Figura 93. Vincular Revit

Ahora a partir de plantilla Arquitectónica se modelan los cerramientos, suelos y escaleras del proyecto. El primer paso es hacer los suelos de la planta baja y la planta 1. Pero primero se definen las plantas, ya que si no, no se puede modelar. Para la realización de las plantas en el menú "Arquitectura" dentro del apartado "Referencia" se selecciona el icono de la figura 94.



Figura 94. Referencia en Plantilla de Arquitectura.

Una vez seleccionado se definen los siguientes niveles en el "proyecto arquitectónico" (Figura 95).

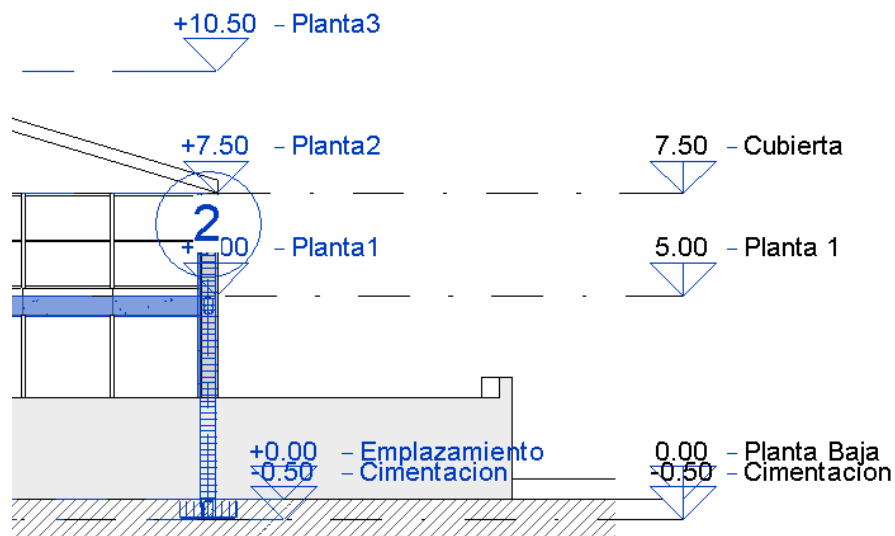


Figura 95. Niveles en el proyecto.

7.1 Suelo.

Para definir el suelo, dentro del menú de arquitectura, se selecciona "Suelo", se despliegan 3 opciones, se usa la opción de arquitectónico, y se define la superficie de suelo. (Figura 96).

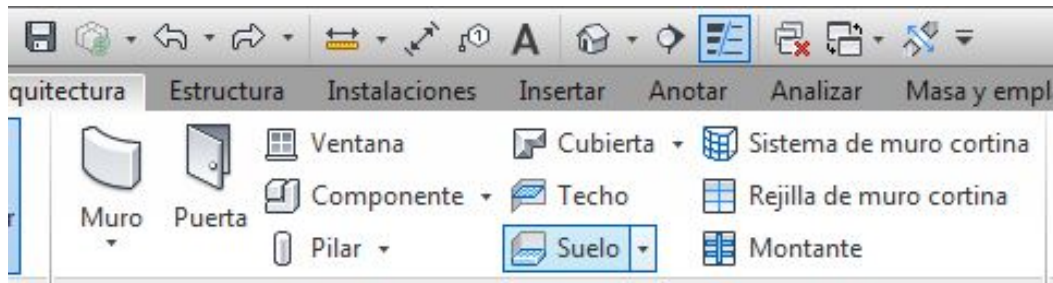


Figura 96. Suelo.

Realizado el paso anterior, se delimita el suelo primeramente en la planta baja, y después en la planta 1, pero primero se debe elegir como hacer el suelo en el proyecto definiendo el tipo de línea de contorno deseada. (Figura 97).



Figura 97. Suelo II.

Primero se selecciona el punto 1, aquí se elige elegir la línea de contorno que queremos, después se pulsa el punto 2 ya que se va a delimitar el suelo a partir de líneas. Se dibuja en el plano seleccionado (Planta Baja) y se delimita en el dibujo (Figura 98) y seleccionamos el punto 3 (tic verde).

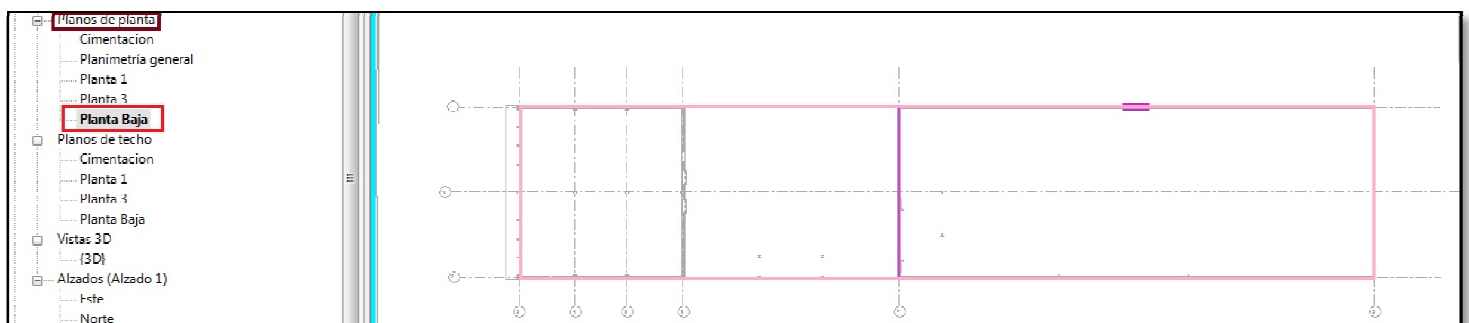


Figura 98. Suelo III.

Ahora se selecciona el tipo de suelo para el modelado, para la zona de planta baja, se usa un pavimento de suelo técnico (Figura 99) y para la zona de la planta 1, se usa un pavimento con chapa grecada (Figura 100). Muy importante es el desfase que se da a los suelos ya que se van a apoyar sobre las zapatas y vigas respectivamente (Figura 99) (Figura 100).

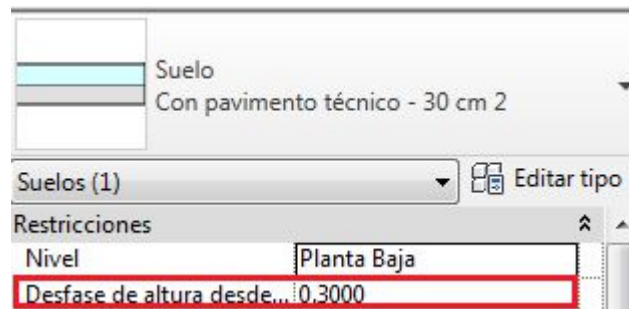


Figura 99. Suelo con pavimento técnico.

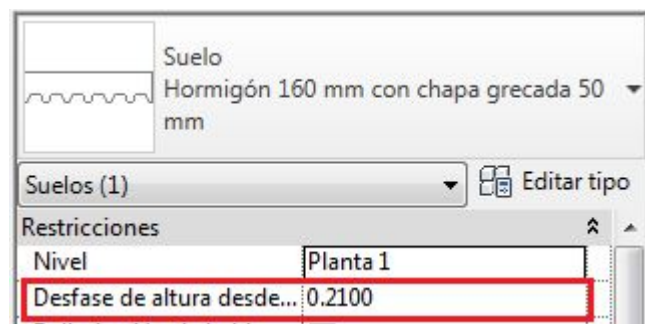


Figura 100. Suelo de Hormigón con chapa grecada.

El resultado de modelar el suelo se muestra en la Figura 101. Se tiene en cuenta el hueco de las escaleras, y se deja el espacio delimitado para ellas.

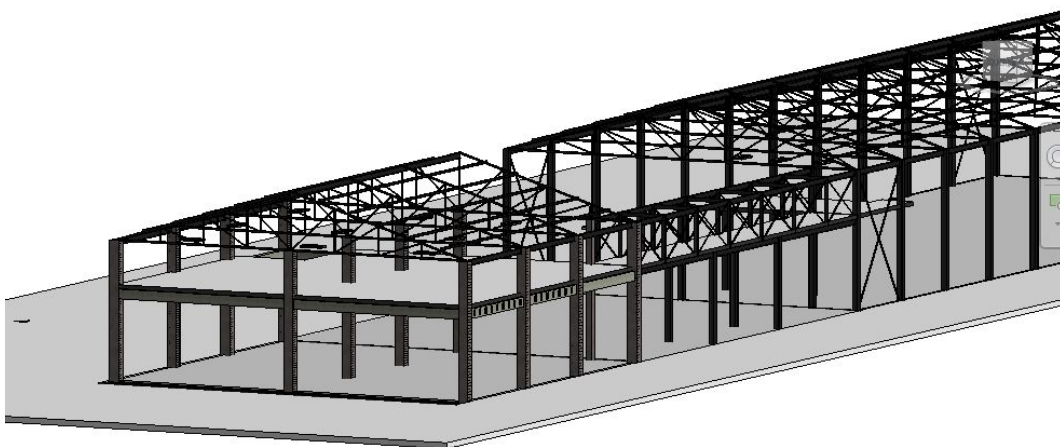


Figura 101. Resultado de suelos.

7.2 Cerramientos.

Para realizar los cerramientos en menú "Arquitectura" se selecciona "Muro Arquitectónico" (Figura 102).



Figura 102. Muros.

Una vez hecho esto, se selecciona "planta baja" en nuestro navegador de proyectos, y se elige el muro más adecuado para cada edificio. En la nave 2 se selecciona un muro de hormigón con cara vista de ladrillo (Figura 103). Para la nave 1, un muro hormigón con enlucido (Figura 104). Se tiene en cuenta la altura del muro, y hasta que planta llega, todo incluido en las figuras 103 y 104. En la figura 105 y 106 se muestran los cerramientos en 2D de la nave 1 y nave 2.

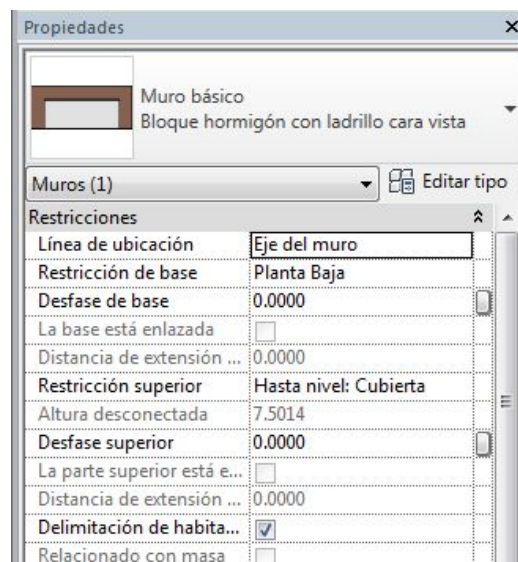
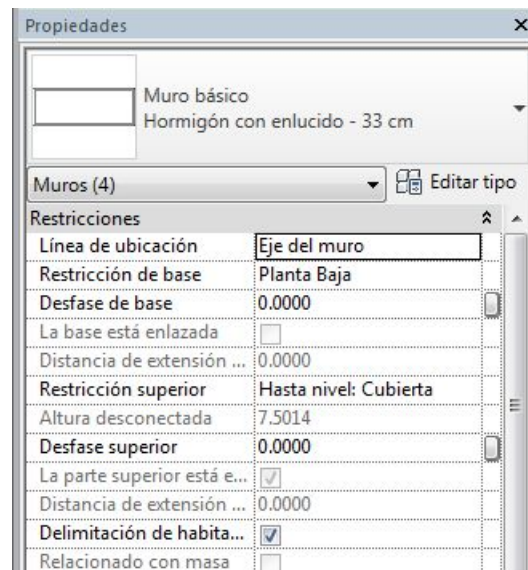


Figura 103. Muro en Nave 2.

**Figura 104. Muro en Nave 1.**

Como se comprueba en las figuras 103 y 104, la "restricción de base" es desde el nivel "planta baja" hasta la "restricción superior" en el nivel "Cubierta". En la Nave 1, hay ciertos muros en donde su restricción superior es solo hasta la planta 1, esto es debido al puente.

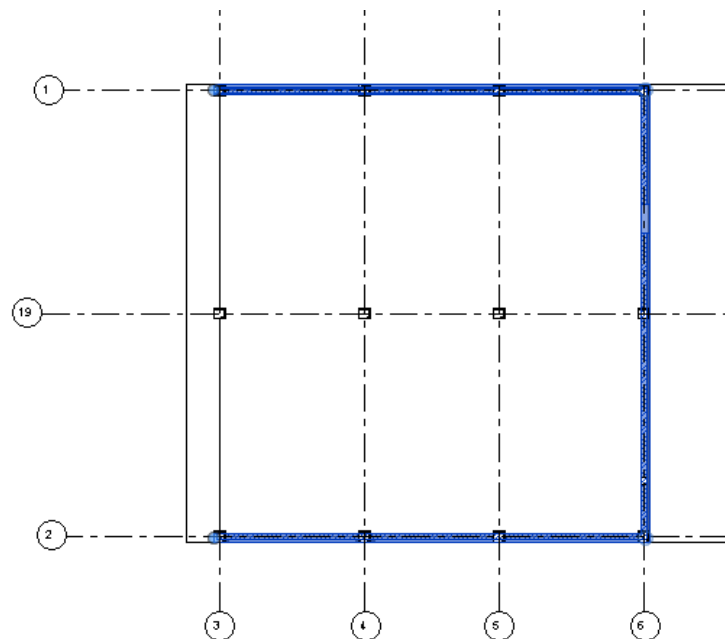
**Figura 105. Muro en Nave 2 (II).**



Figura 106. Muro en Nave 1 (II)

El resultado final en 3D de la realización de muros se muestra en la Figura 107, en tal figura se delimita el terreno con otro muro, el cual es, básico de hormigón de 30 cm.

Para separar el interior, se usa tabiquería de 10cm de ancho, el proceso es el mismo que el previamente mencionado.

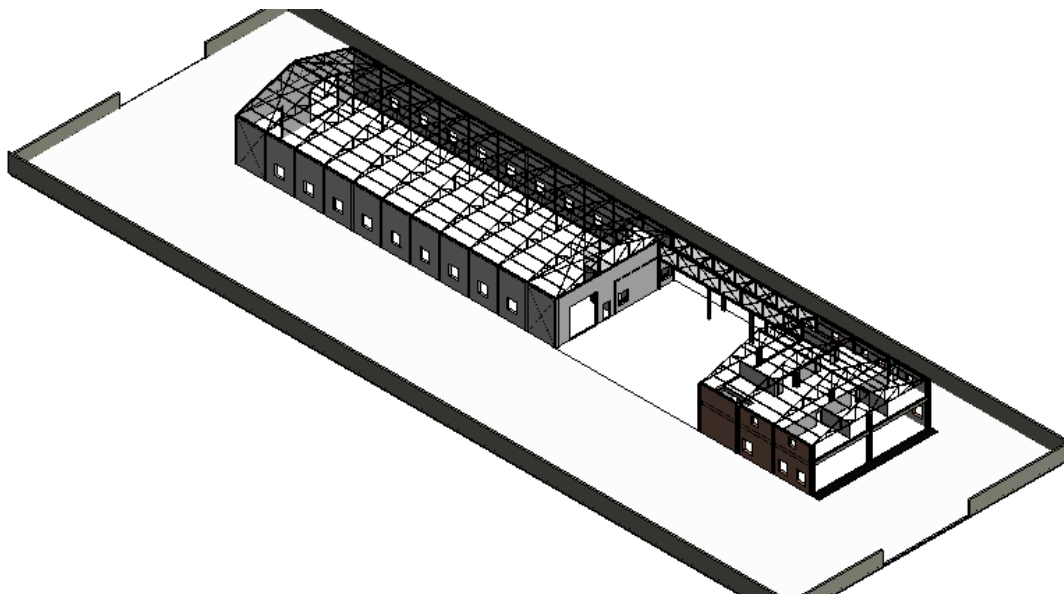


Figura 107. Resultado muros (I).

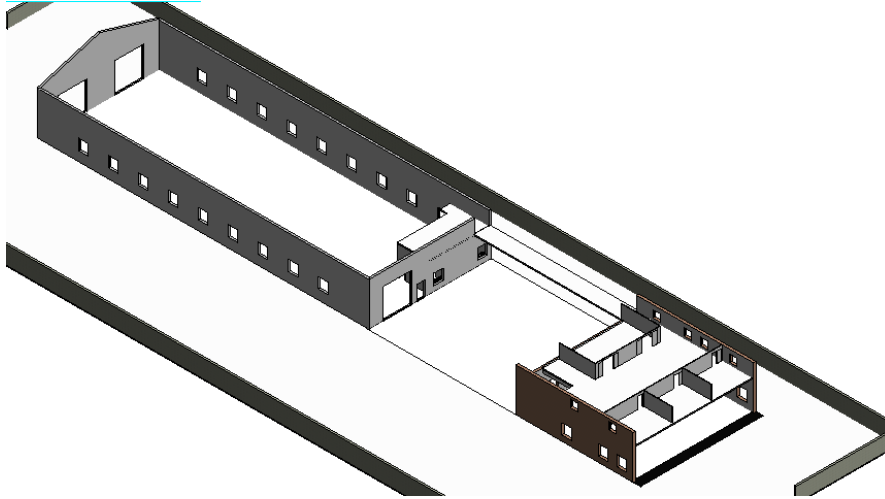


Figura 108. Resultado muros (II).

7.3 Muros cortina.

Los muros cortina son los muros tipo escaparate, muros de cristal, el muro cortina modelado se usa para el muro en la fachada principal, y para el cerramiento del puente. En la parte de detrás de la oficina también se modela un muro cortina. Dentro de la nave 1 se modela otro muro cortina para visionar bien todo el espacio la nave.

Los muros cortina se introducen al igual que los otros muros, con la diferencia que estos de cristal, transparentes. Están localizado al final de los muros, se selecciona el tipo simple para que se edite de modo libre. (Figura 109).

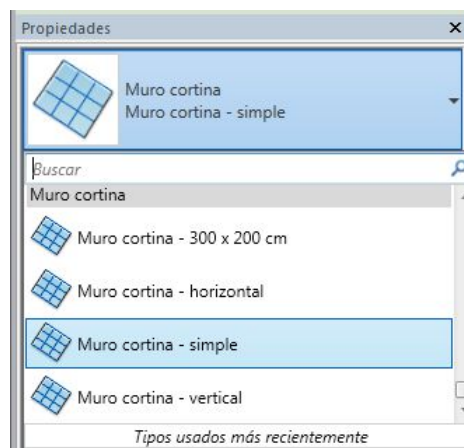


Figura 109. Muro cortina.

Para editar el muro cortina, se seleccionan sus opciones dentro de menú arquitectura en la opción "Rejilla de muro cortina" (Figura 110), y se divide el muro cortina según la necesidad del modelado (Figura 111 y 112).



Figura 110. Rejilla Muro cortina.

A continuación se muestra cómo se divide en este modelado el muro cortina, se deja listo para poner los montantes. (Figura 111 y 112)

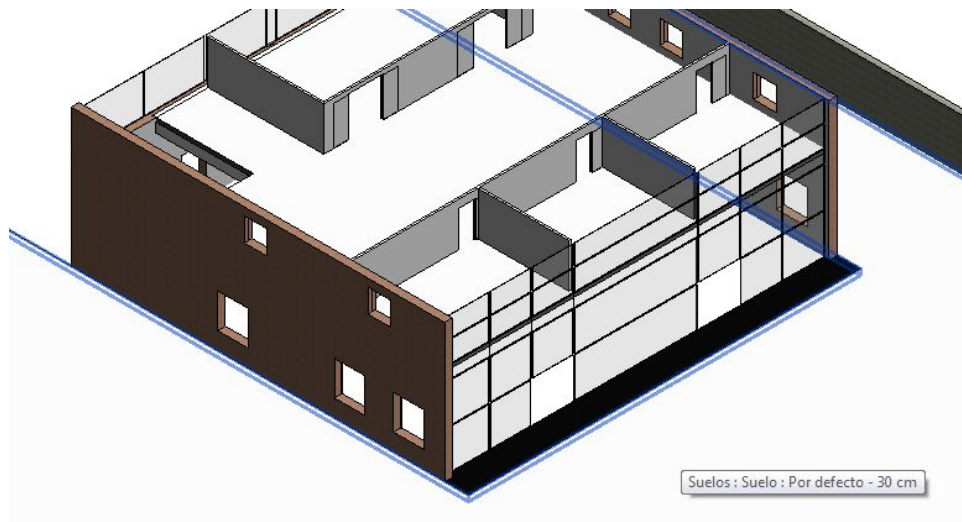


Figura 111. Rejilla muro cortina (I)

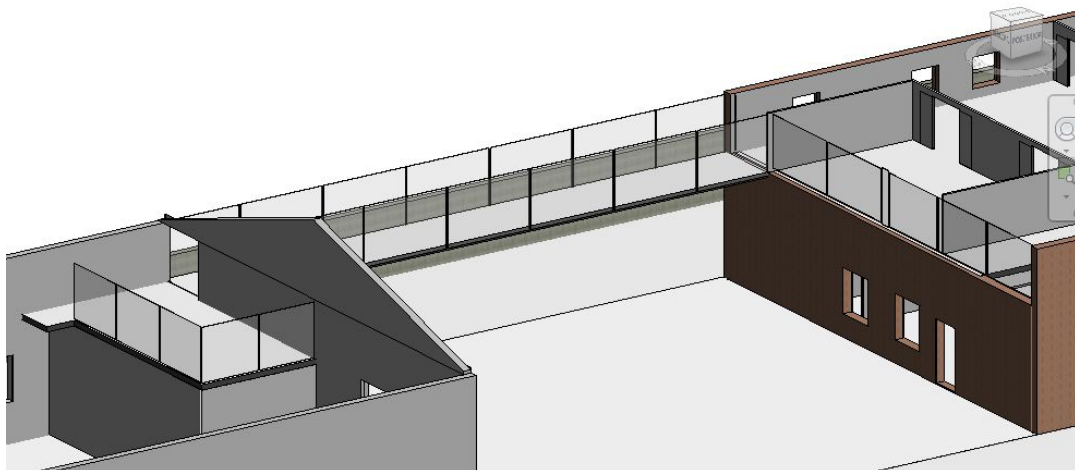


Figura 112. Rejilla muro cortina (II)

Una vez se han realizado las rejillas en los muros cortina, se pasa a introducir los montantes, los cuales están disponibles de diferentes tamaños y formas (Figura 113).

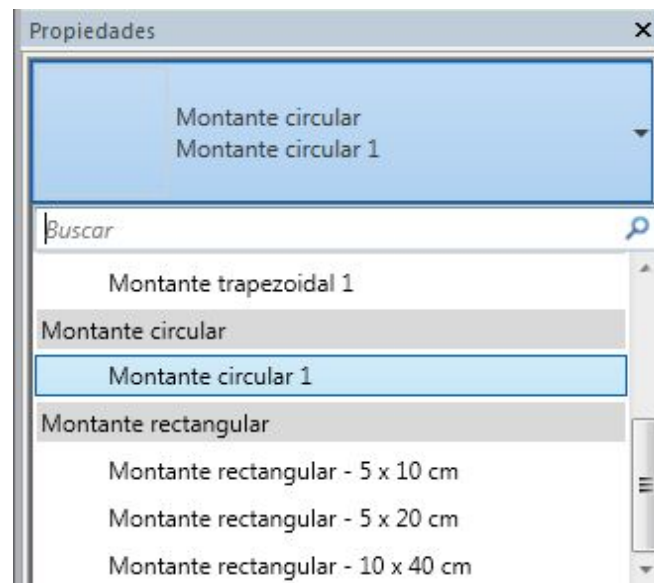


Figura 113. Tipos de montantes.

El resultado final de los montantes se muestra en las figuras 114 y 115. Los montantes no se pueden modelar si previamente no se han realizado las rejillas en el muros cortina, ya que se necesita el hueco para que pueda ser modelado.

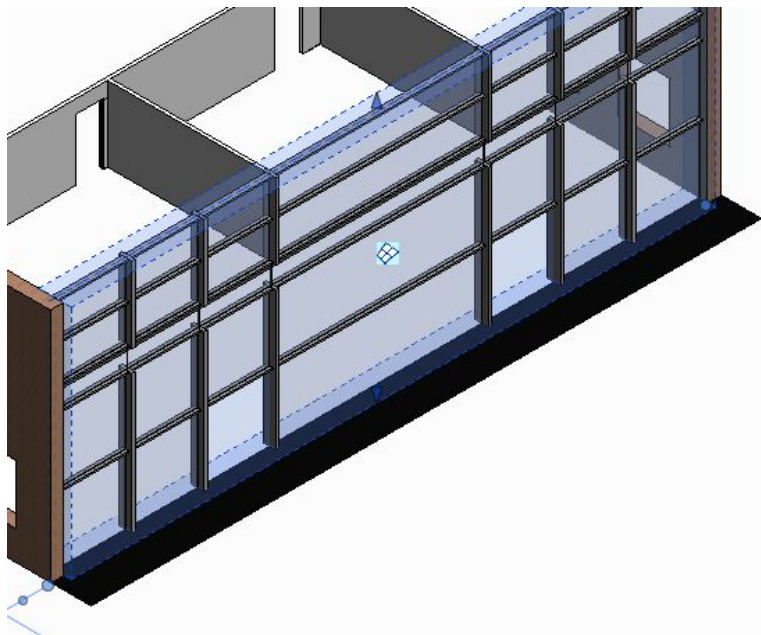


Figura 114. Montantes en fachada principal.

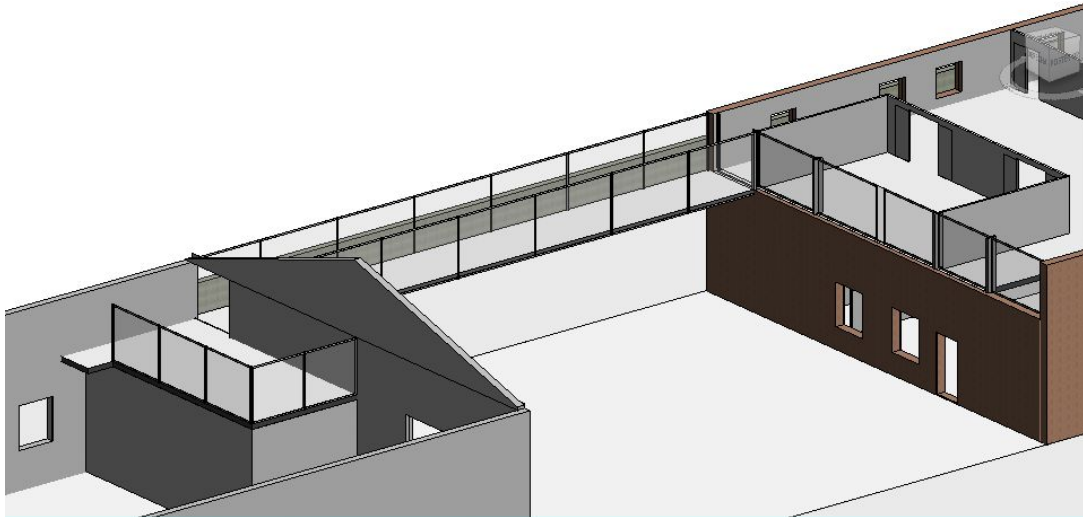


Figura 115. Montantes en fachada trasera.

Una vez modelados los muros cortina, se procede a la creación de puertas en ellos. Se carga una familia de puertas, dentro de la familia de puertas, la cuales son especiales para muros cortina (Figura 116). Una vez cargadas se selecciona el panel del muro cortina donde se introduce la puerta, esto se hace pulsando TAB y pulsando con el ratón al mismo tiempo sobre el panel. Después se selecciona la puerta cargada con anterioridad.

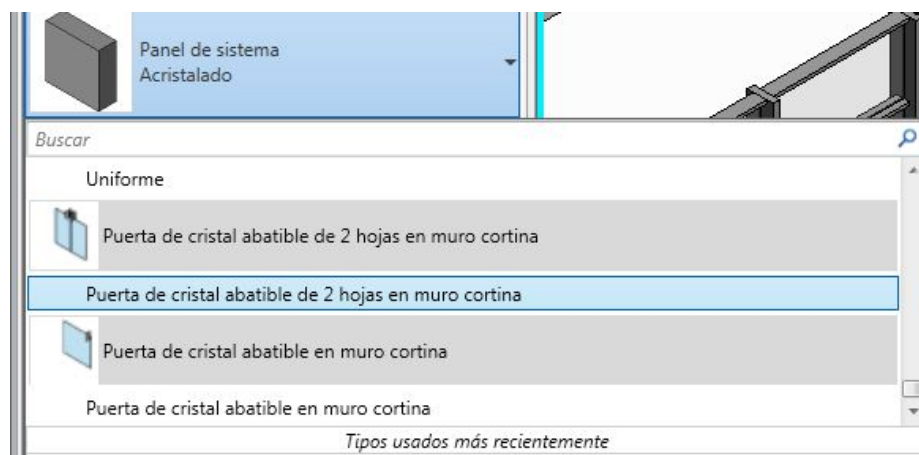


Figura 116. Puerta muro cortina.

Las puertas se modelan en la fachada principal del escaparate, en los extremos del puente, y en la salida para bajar a la zona de trabajo, en la nave 1. A continuación, en las figuras 117 y 118 se muestra el resultado de las puertas introducidas en el muro cortina.

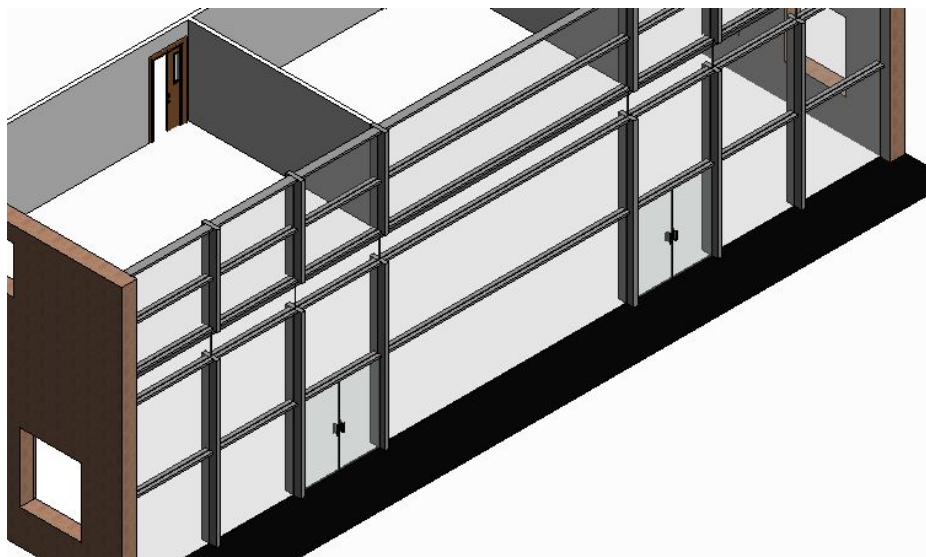


Figura 117. Puertas en muro cortina (I)

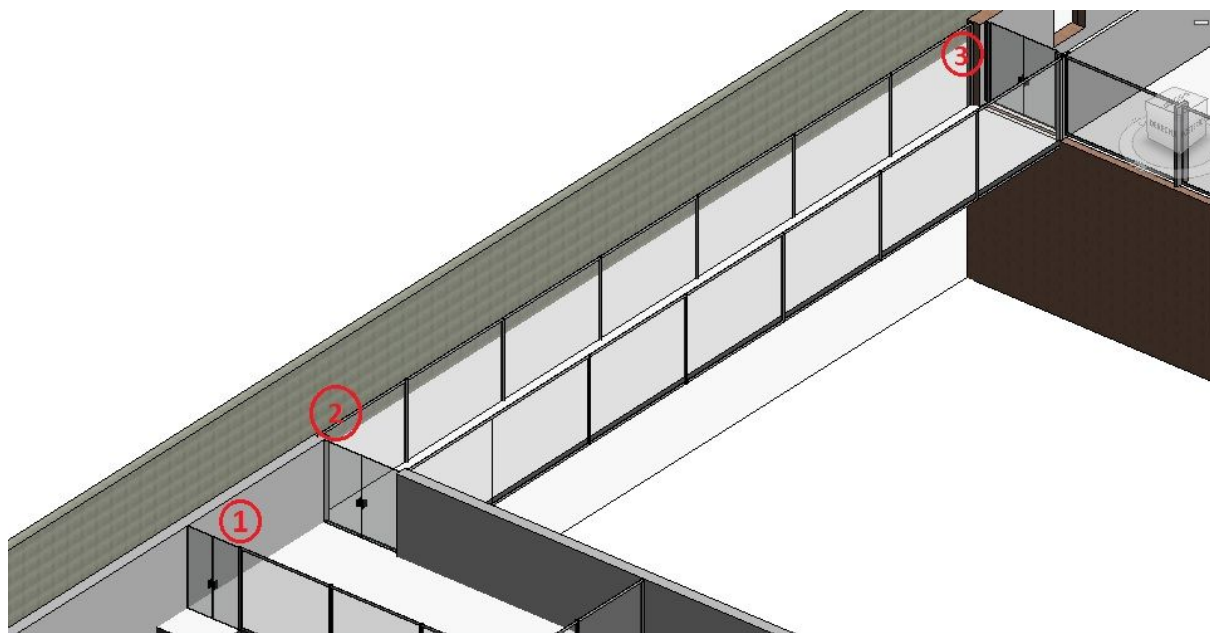


Figura 118. Puertas en muro cortina (II)

7.4 Puertas.

El modelado de puerta se hace en menú "Arquitectura", donde se selecciona "Puerta", (Figura 119). Las familias de puertas cargadas son solo las básicas, se procede a cargar el resto para cubrir todas las necesidades que puedan surgir al modelar.

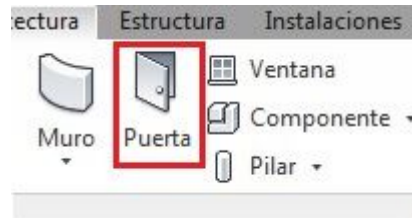


Figura 119. Puerta.

A continuación se modelan todas las puertas de la planta Baja, acto seguido en la planta 1, esto se hace seleccionando en el Navegador de proyectos, Planta Baja e introduciendo el tipo de puerta necesaria para ese espacio (Figura 120). El resultado en 2D se muestra en las Figuras 121 y 122.



Figura 120. Tipos de puertas.

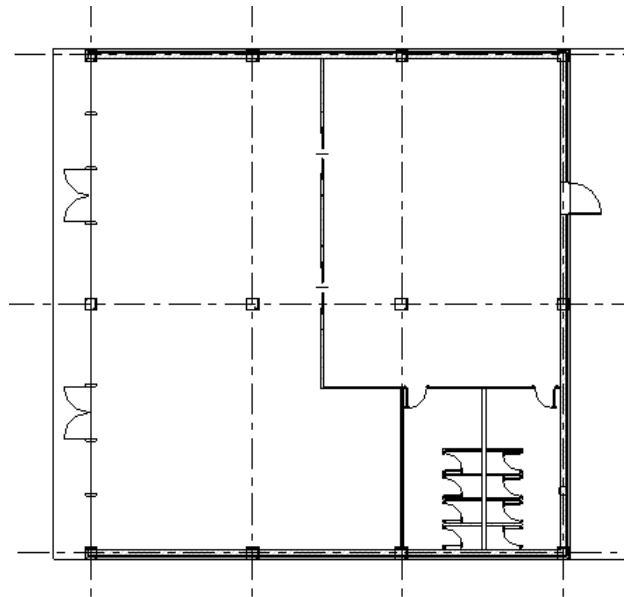


Figura 121. Puertas en planta baja Nave 2.

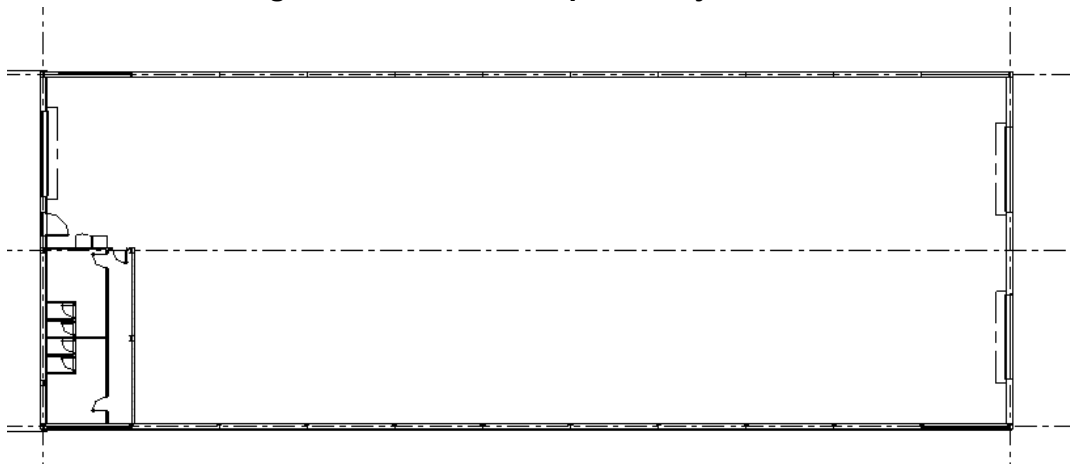


Figura 122. Puertas en planta baja Nave 1.

Una vez se colocan en la planta baja, se colocan en la planta 1, a continuación se muestra el resultado en la planta 1 en 2D (Figura 123).

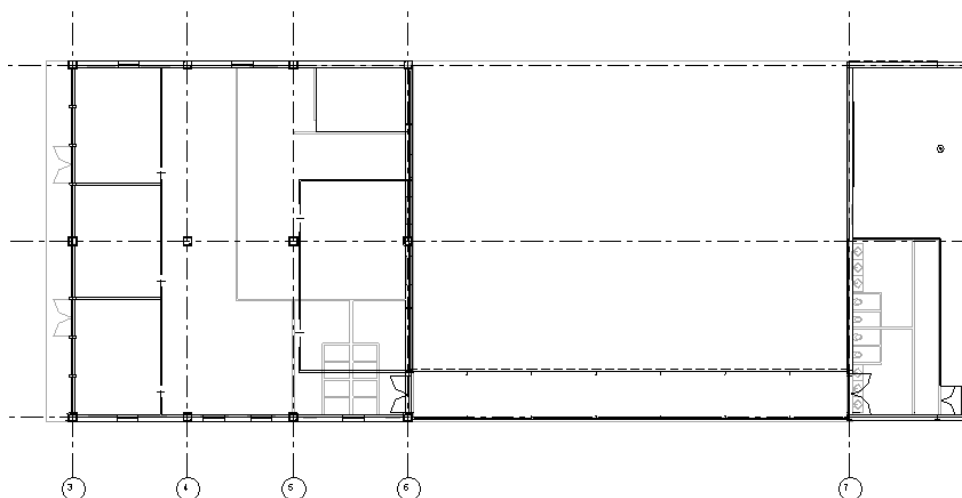


Figura 123. Puertas en planta 1.

Hay un problema, en el que la dimensión de algunas puertas no es la adecuada para el proyecto. La solución adoptada en Revit, es la de modificar sus familias y poner las medidas que cubren las necesidades del proyecto. A continuación se editan las familias. Esto se ha hecho para las puertas de la nave 1. Para editarlas se la puerta, "puerta basculante enrollable" en este caso, y se marca la opción editar (Figura 124).

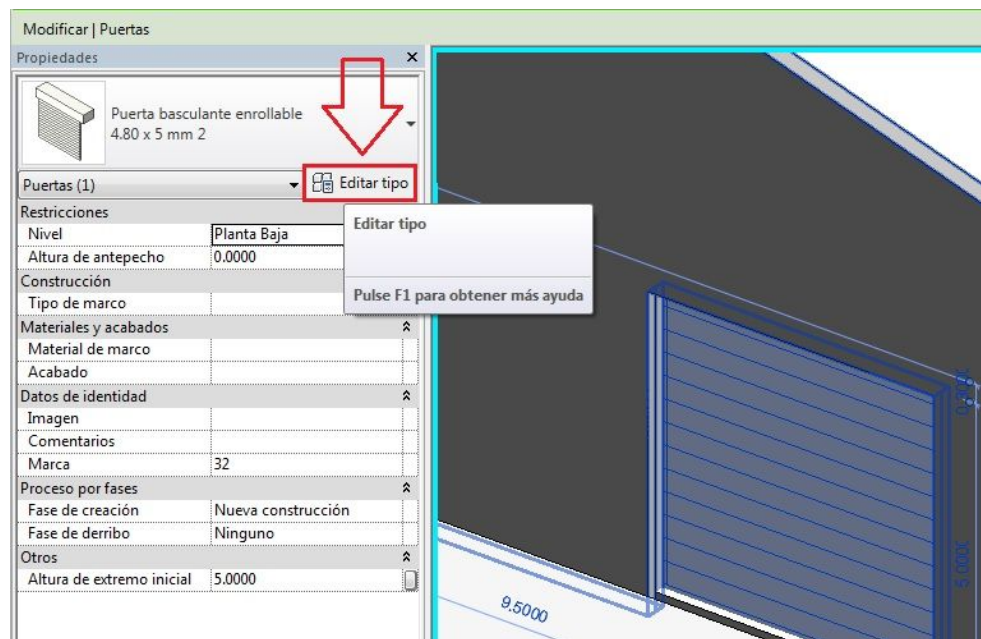


Figura 124. Editar puerta (I).

Una vez dentro de editar tipo (Figura 125), se siguen los pasos que se muestran en la figura 125, primero se duplica la familia, una vez duplicada, en la ventanita, se introduce el nombre con las medidas que se dan a la nueva puerta. Después se cambian la cotas por las que se necesitan. El resultado obtenido se muestra en la figura 124.

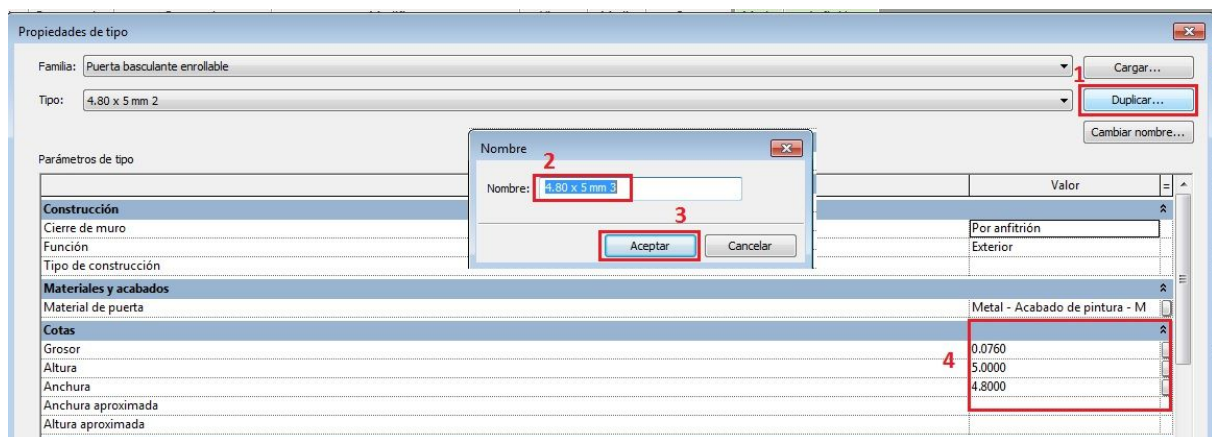


Figura 125. Editar puerta (II).

7.5 Ventanas.

Para el modelado de ventanas se realiza el mismo procedimiento que para las puertas. Primero se cargan las familias de ventanas se quieren modelar, acto seguido, en el navegador de proyectos se elige su ubicación en planta, y se introducen las ventanas con medidas oportunas (Figura 126 y 127). 3D se muestra en la Figura 128.

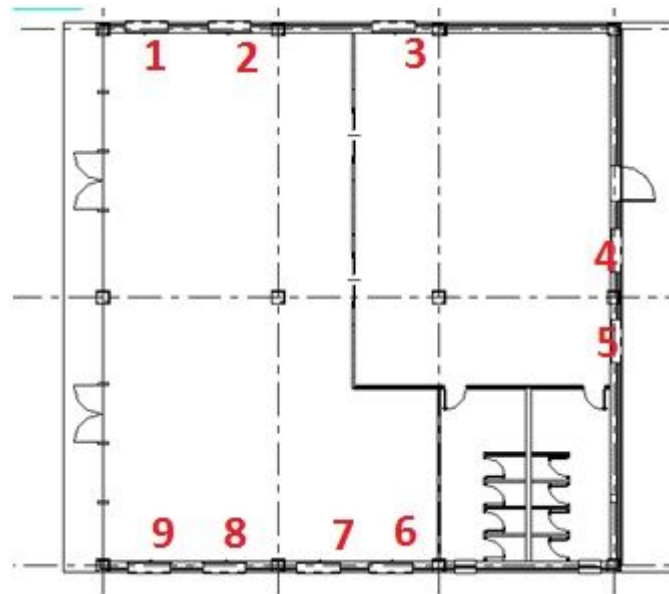


Figura 126. Ventanas 2D Nave 2.

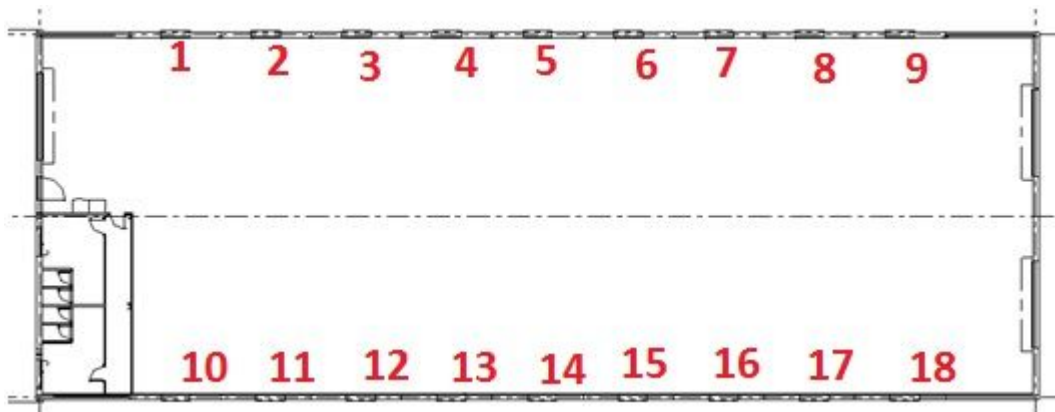


Figura 127. Ventanas 2D Nave 1.

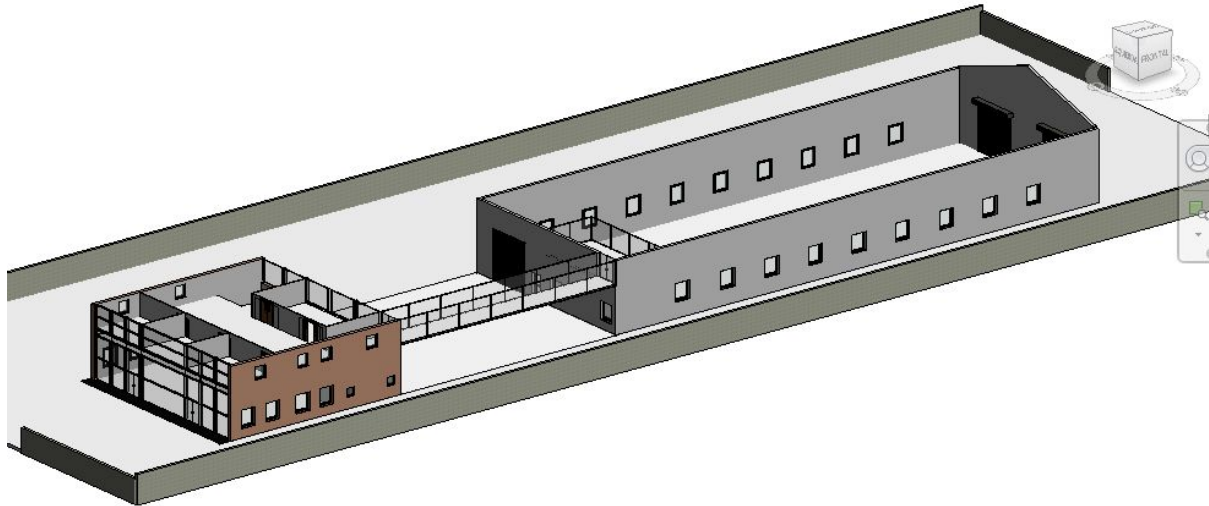


Figura 128. Ventanas en edificación 3D.

7.6 Escaleras.

Para el modelado de escaleras, en el menú "Arquitectura", se selecciona "Escaleras" y "Escalera por boceto" (Figura 129). Se tienen en cuenta las propiedades de las escaleras ya que causan problemas entre plantas.

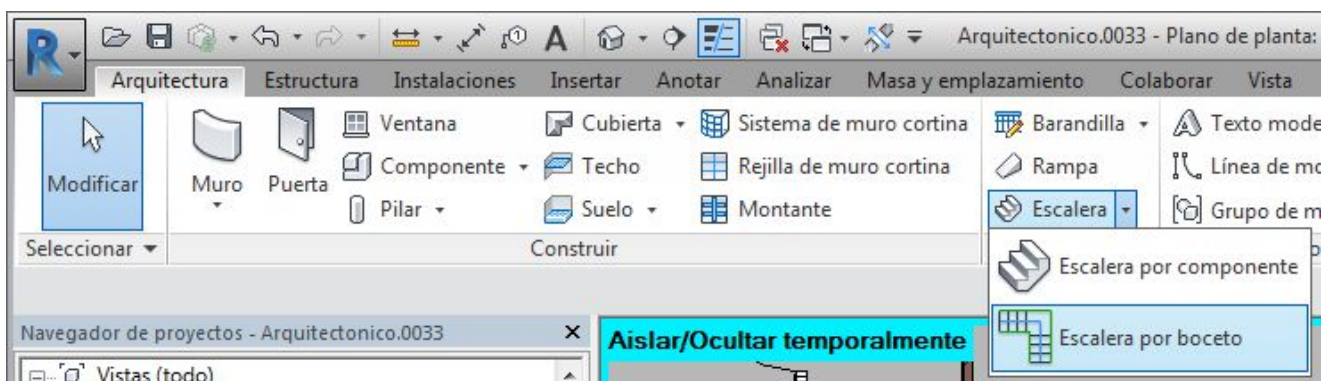
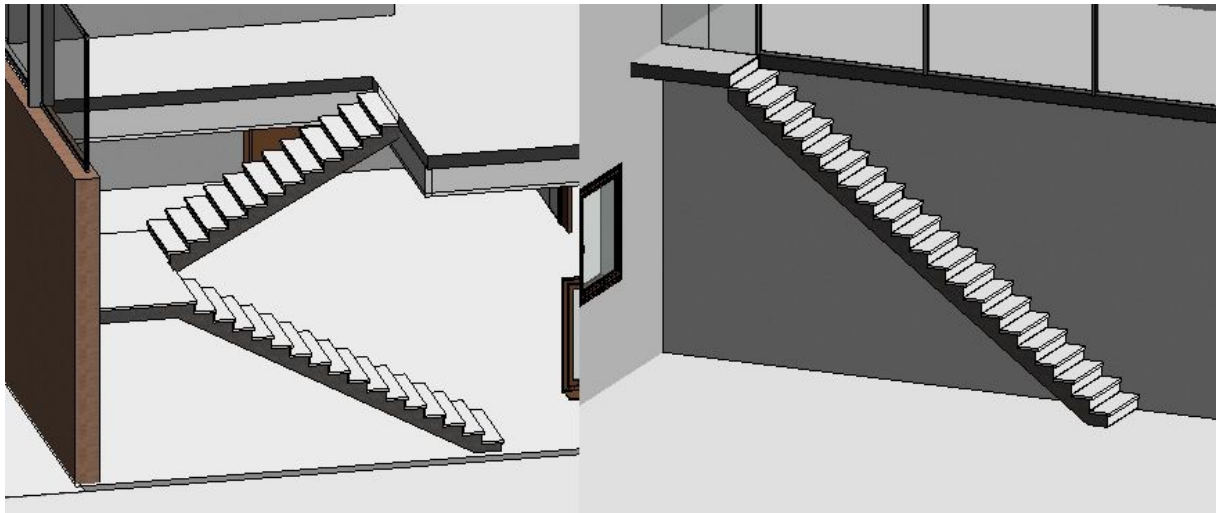
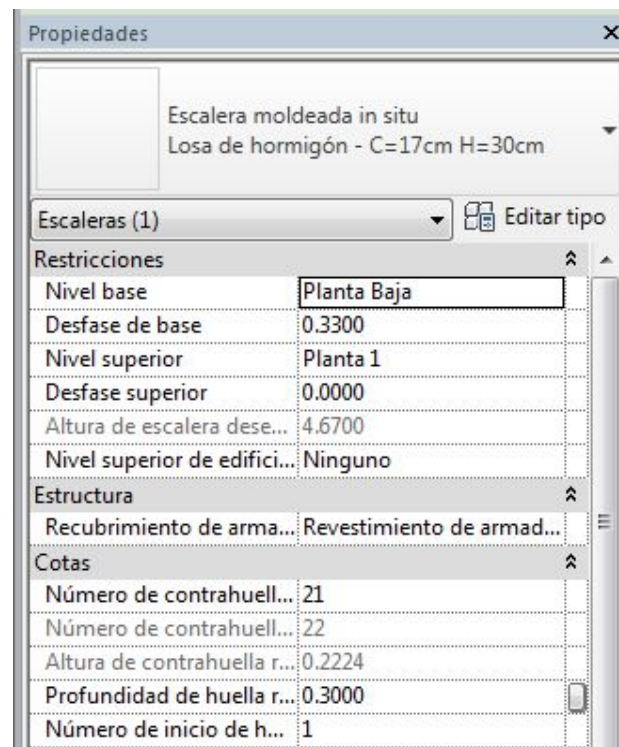


Figura 129. Escalera por boceto.

Una vez se seleccionada escalera por boceto, se dibuja el boceto en la planta más baja donde se quiere introducir. El resultado obtenido de muestra en la Figura 130. La modificación de cualquier característica de la escalera se hace en la tabla de propiedades (Figura 131).

**Figura 130. Resultado Escaleras.****Figura 131. Propiedades Escalera.**

7.7 Barandilla.

El modelado de barandillas se realiza en el menú de "Arquitectura" seleccionando la opción de "Barandilla (Figura 132). En este caso vamos a usar ambas opciones. Una para escalera, y otra para la planta 1.

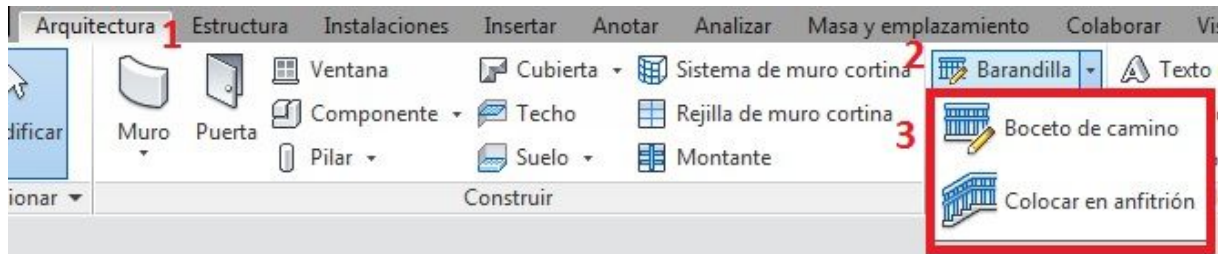


Figura 132. Barandilla.

En la parte de boceto de camino, primero se selecciona en qué planta se modela la barandilla, y el tipo de línea para ponerla, una vez hecho esto, se elige el camino para la barandilla (Figura 134).

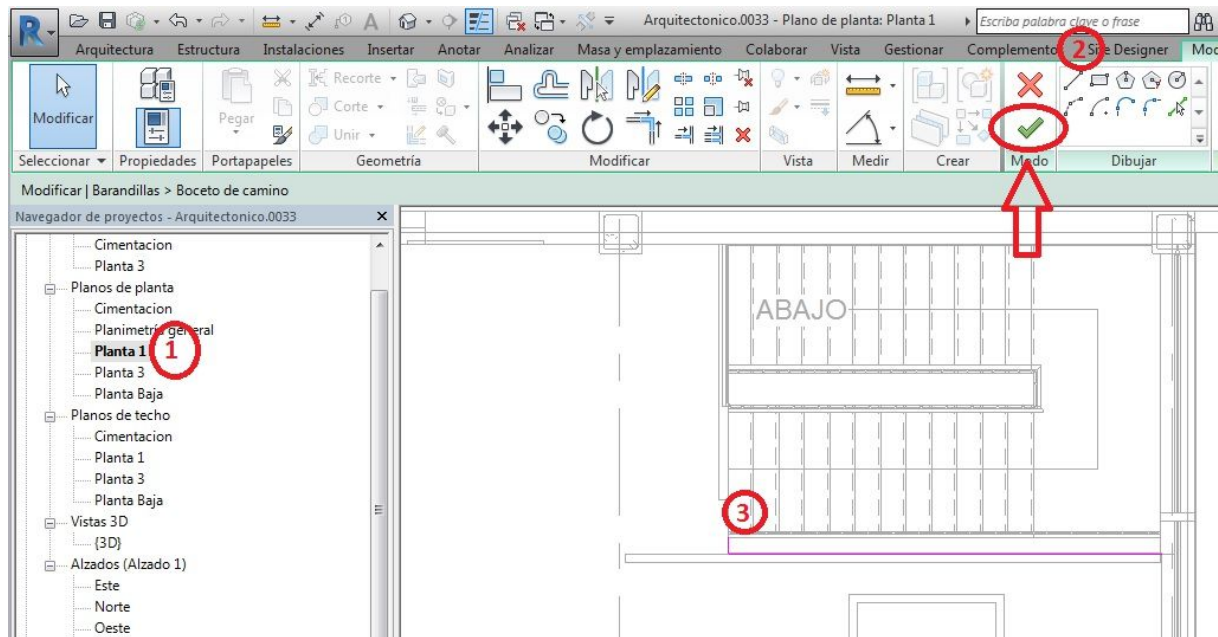


Figura 133. Boceto de camino de barandilla.

El resultado final está mostrado en la Figura 135. Se muestran dos tipos de barandilla. La modificación de cualquier característica de barandilla se hace en sus propiedades.



Figura 134. Barandillas finalizadas.

7.8 Cubierta.

El modelado de cubierta se hace en el menú "Arquitectura" dentro del apartado "Cubierta", seleccionando la opción "Cubierta por extrusión". (Figura 136).

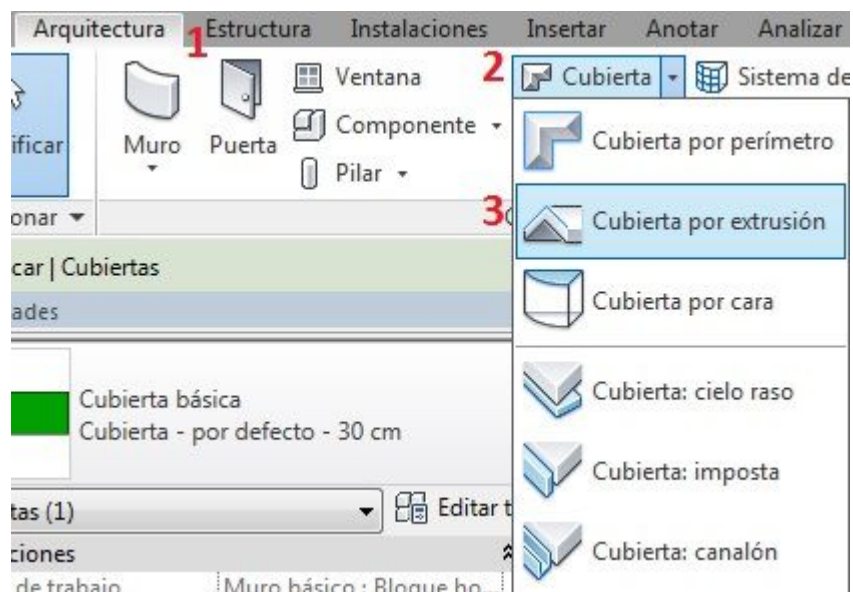


Figura 135. Cubierta por extrusión.

Se define el plano de trabajo (Figura 137). Se coloca la pantalla de modelado en el perfil de uno de los muros, y se define el plano de trabajo y a partir de ese plano se dibuja la cubierta. (Figura 137).

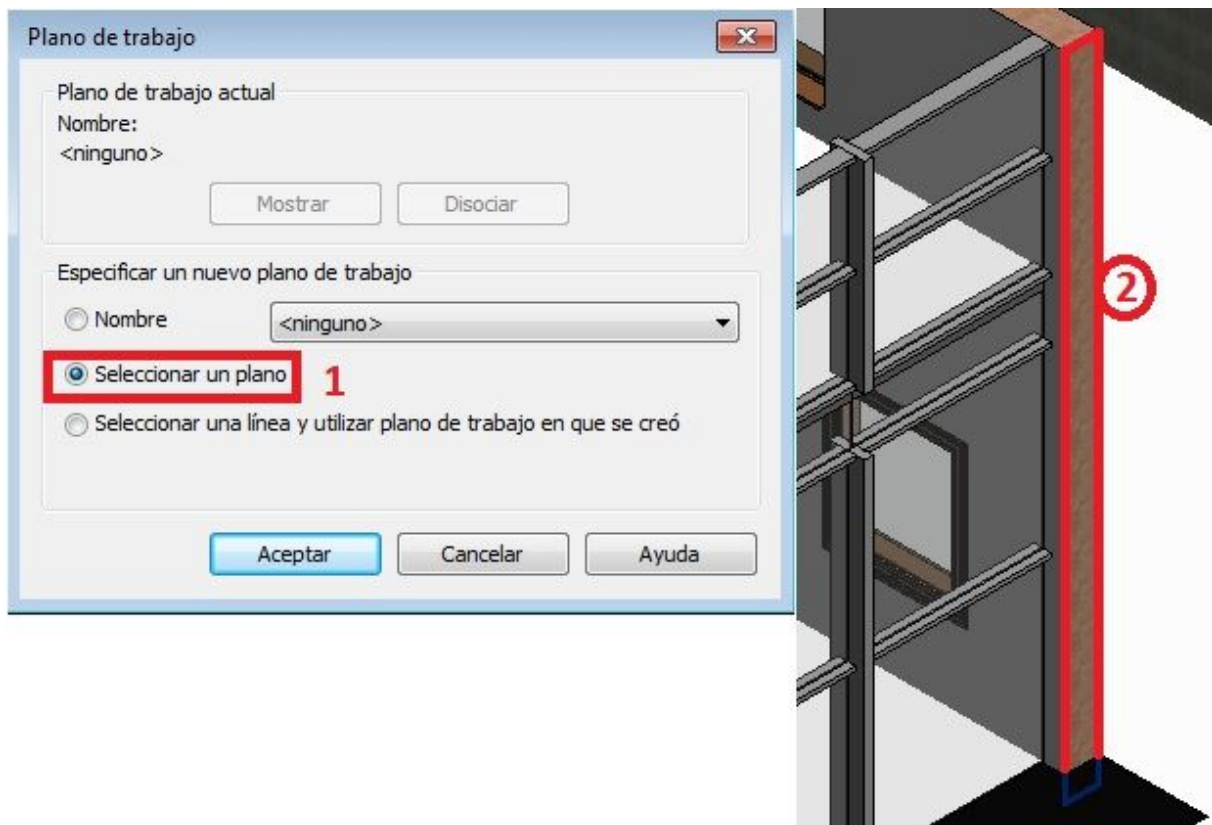


Figura 136. Plano de trabajo de cubierta.

Después, se selecciona el tipo de línea, y se dibuja en el plano de trabajo. Acto seguido se selecciona el tipo de cubierta y la medida de extrusión. (Figura 138)

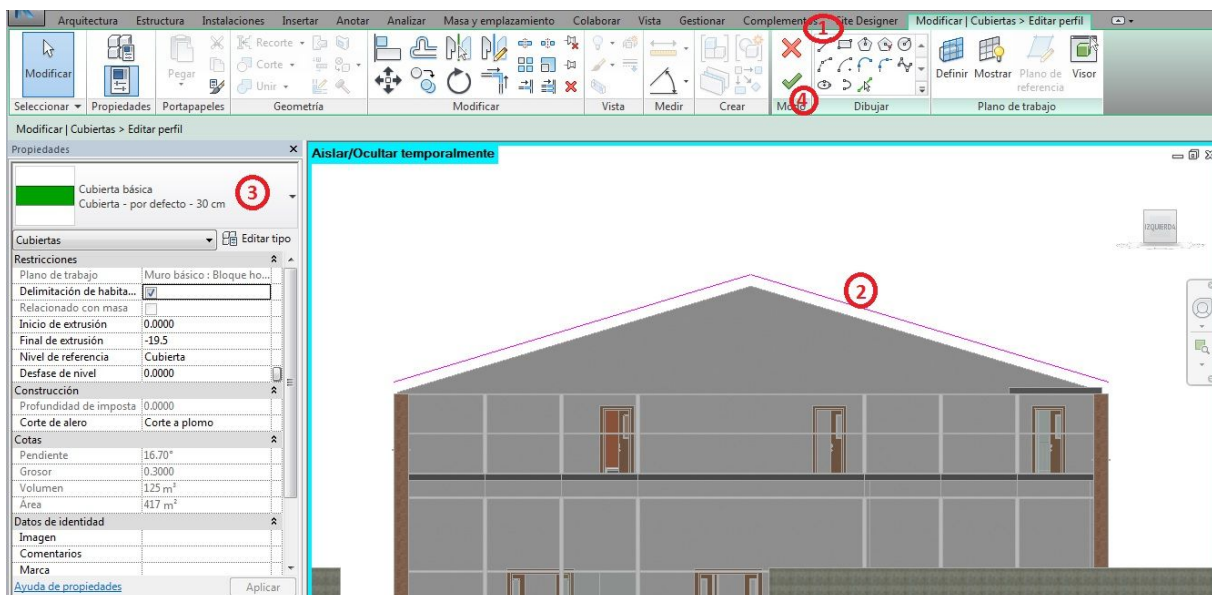


Figura 137. Plano de trabajo de cubierta.

En este proyecto hay dos tipos de cubiertas, el mismo tipo para la nave 1 y 2, la cual es Cubierta básica, 30cm (Figura 139). Pero distinta para el puente y aparcamiento, cubierta plana tipo deck, 16cm (Figura 139). El resultado obtenido se muestra en la figura 140.

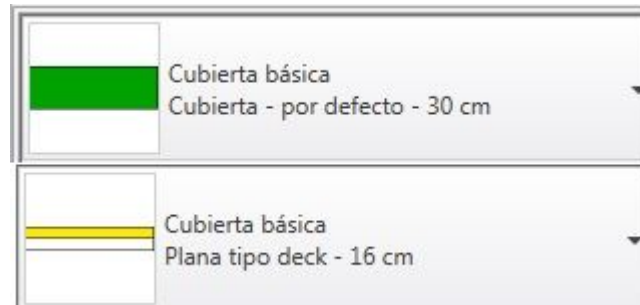
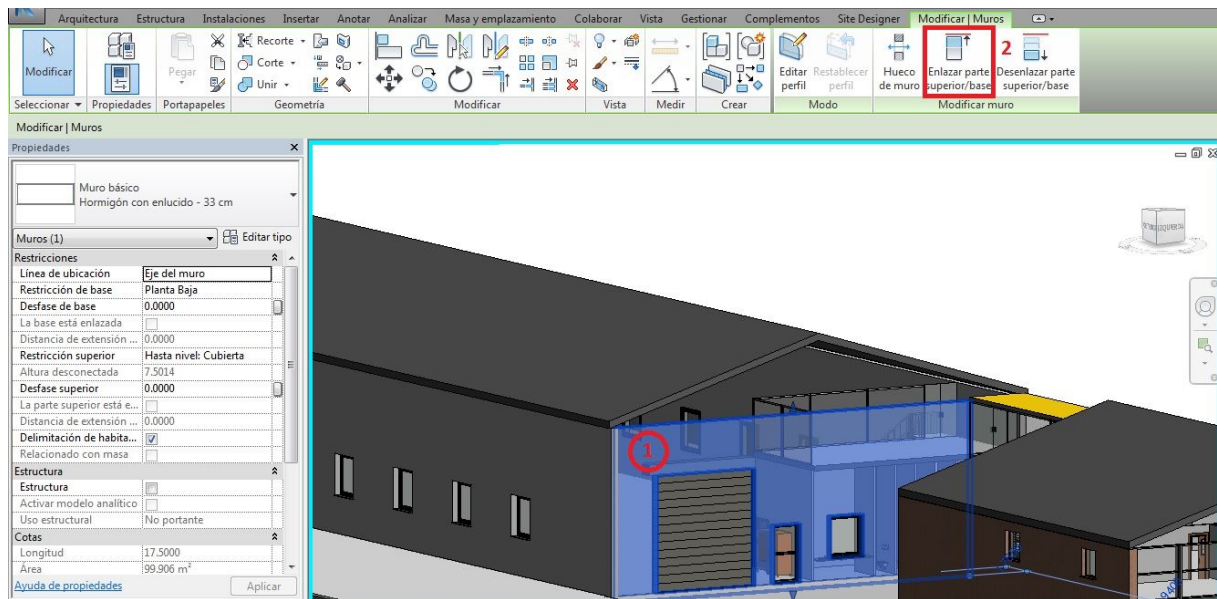
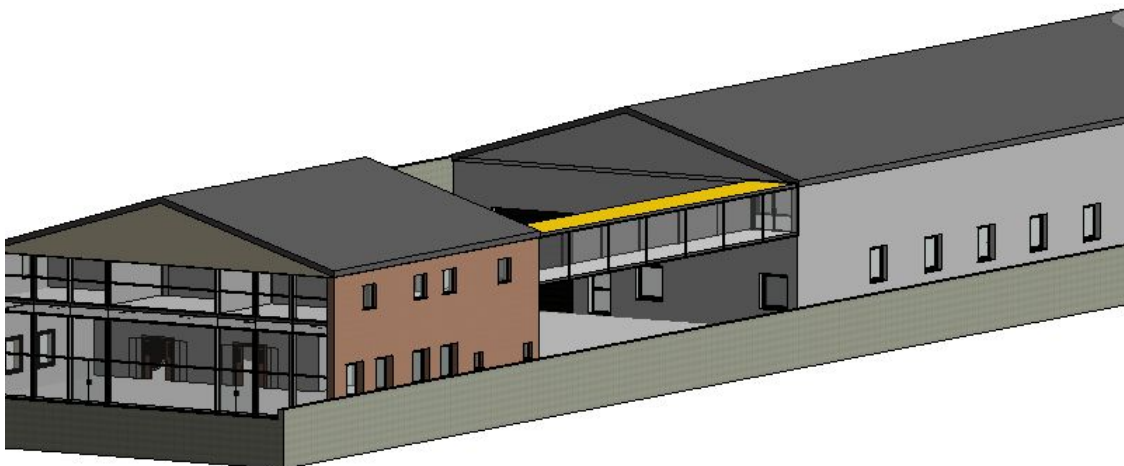


Figura 138. Tipos de cubierta.



Figura 139. Cubiertas instaladas.

Como se puede comprobar queda un espacio entre las cubiertas y las naves, para solucionar este problema se selecciona en el muro y acto seguido se marca la opción de "enlazar con la parte superior" y automáticamente se enlaza. (Figura 140). El resultado obtenido se muestra en la figura 141.

**Figura 140. Enlazar.****Figura 141. Resultado de enlazar.**

7.9 Techo.

El modelado de cubierta se hace en "Navegador de proyectos" y se selecciona la planta en donde se modela el techo, en este caso "Planta baja" (Luego se realiza la misma operación con el resto de plantas". Después en el menú "Arquitectura" seleccionamos "Techo" (Figura 142). Una vez dentro seleccionamos Boceto de techo (Figura 142).



Figura 142. Techo (I).

Una vez seleccionado, se define el espacio reservado para el techo (Figura 143).

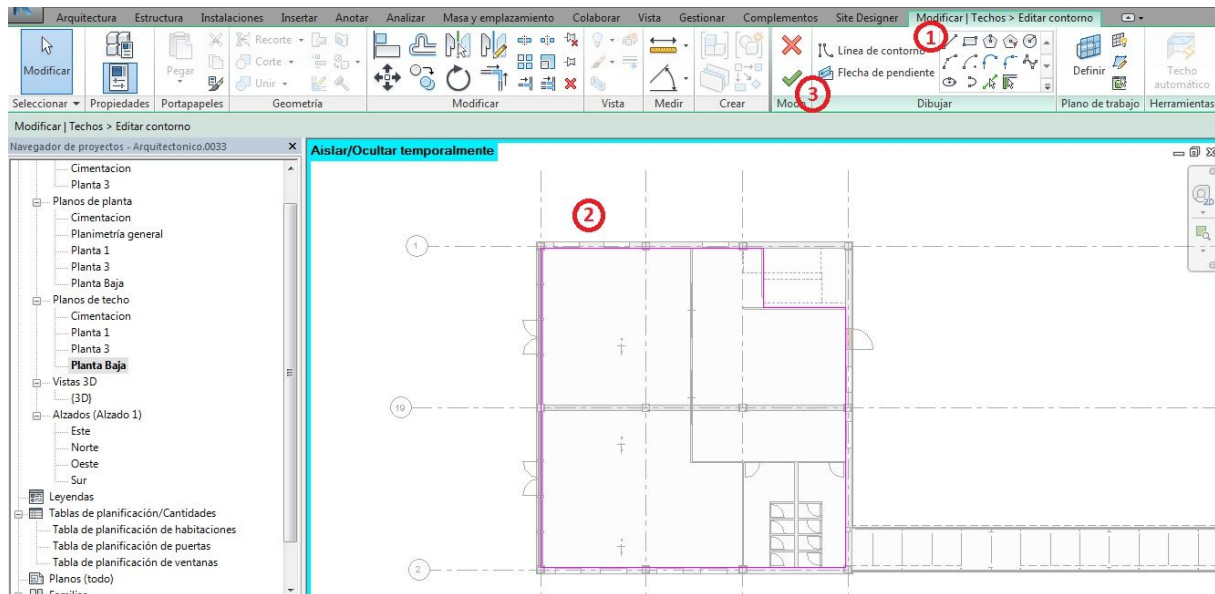


Figura 143. Techo (II).

Una vez hecho esto, se obtiene el techo, para modificar su altura se debe hacer en propiedades y seleccionar el desfase de altura desde nivel. (Figura 144).

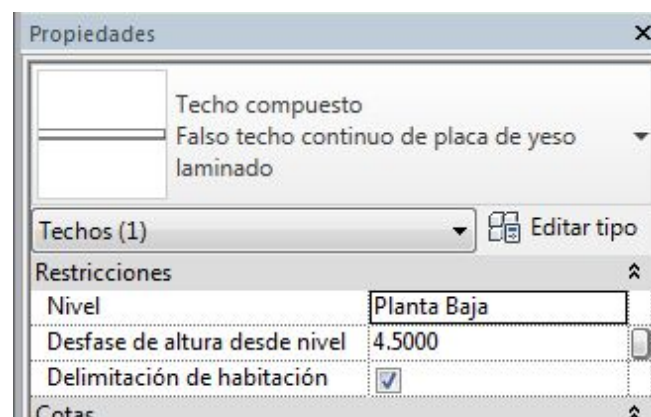


Figura 144. Propiedades de Techo.

Se tiene en cuenta que cuando los techos han sido modelados se crea en el "Navegador de proyectos" unas nuevas plantas, (Figura 146) que esto sirve más adelante para introducir la iluminación en el proyecto.

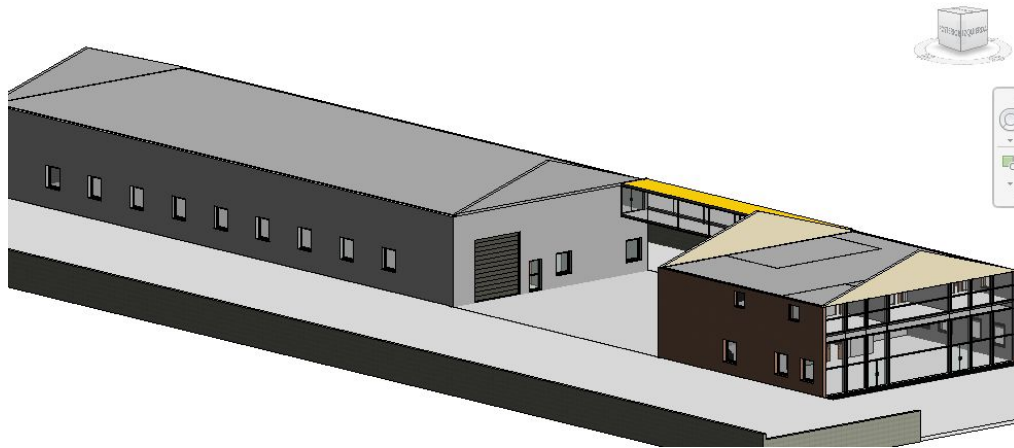


Figura 145. Techos montados.

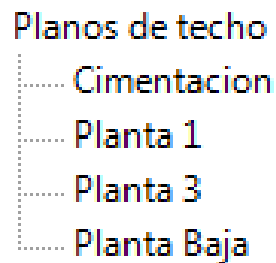


Figura 146. Planos de techo en Navegador de proyectos.

7.10 Instalaciones.

En este apartado se introducen todas las instalaciones básicas necesarias para el funcionamiento de la nave, es un apartado muy importante ya que se puede comprobar todo el potencial del que se dispone utilizando el software Revit. Se puede introducir desde sanitarios, hasta aparcamientos, e incluso mobiliario, a continuación se explica cómo se ha introducido este material.

7.10.1 Luminarias.

Las luminarias necesitan un techo instalado como anfitrión, para su modelado se selecciona el apartado del navegador de proyectos nombrado anteriormente, (Figura 146), ahí se selecciona en qué techo anteriormente modelado se introduce la iluminación, en este caso se realiza con la iluminación de la planta baja. Se selecciona planta baja y en la nave 2, para cargar las familias de iluminación se selecciona el menú de "Instalaciones", después "Electricidad" y finalmente "Luminaria" (Figura 147). En "luminaria" se cargan las familias elegidas, en este caso un "Cuadro lineal con 2 lámparas" (Figura 148)



Figura 147. Iluminación.

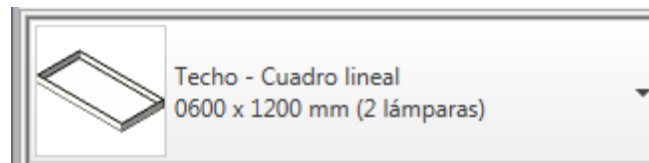


Figura 148. Cuadro lineal (2 Lámparas).

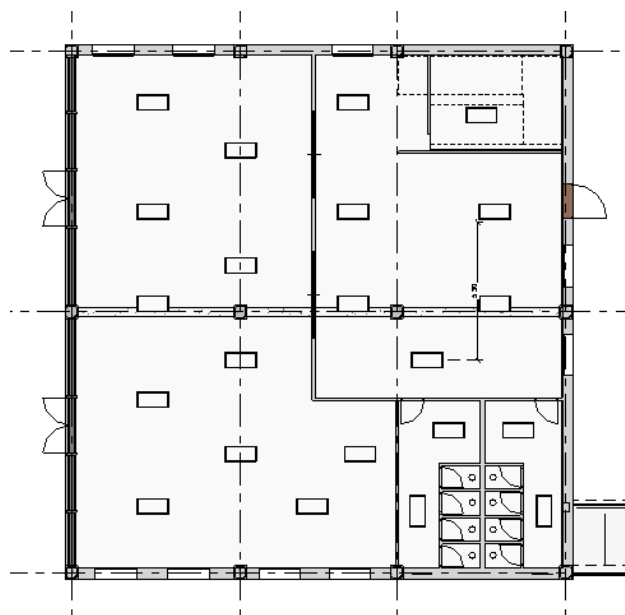


Figura 149. Iluminación planta baja nave 2, 2D.

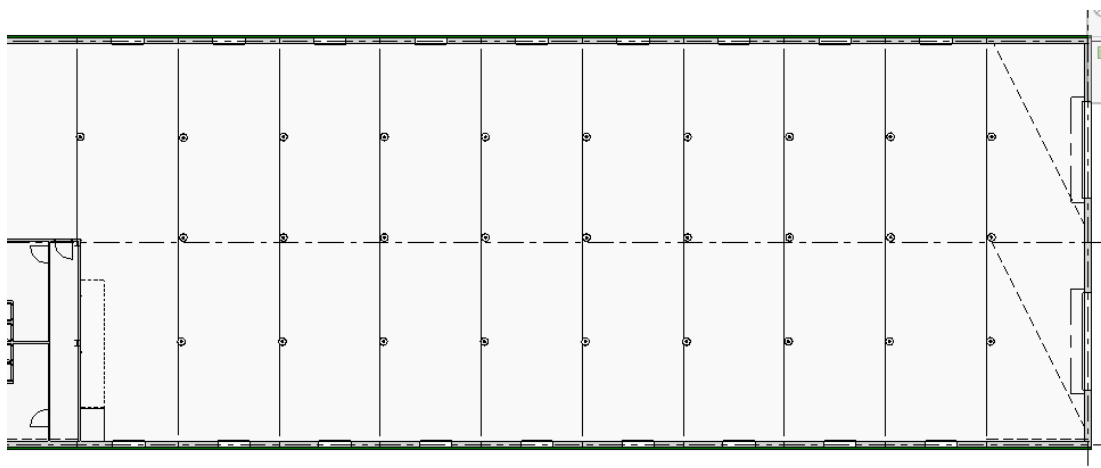


Figura 150. Iluminación planta baja nave 1, 2D.



Figura 151. Iluminación Nave 2, 3D.

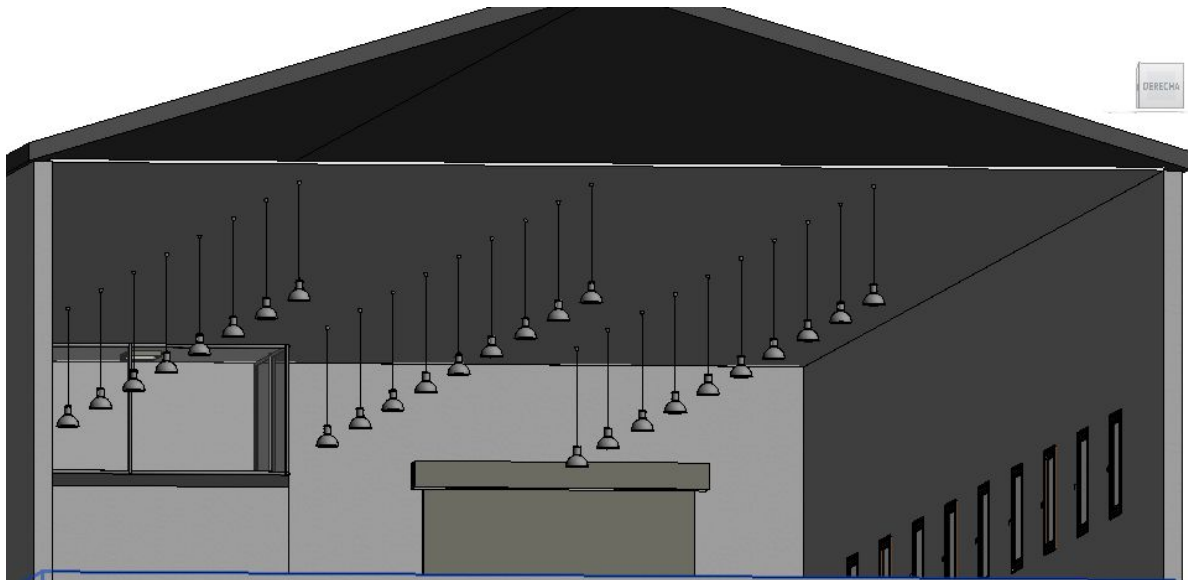


Figura 152. Iluminación Nave 1, 3D.

7.10.2 Sanitarios.

La instalación de sanitarios se realiza al igual que la de iluminación, solo que aquí se tiene en cuenta que en el "navegador de proyectos" se usan los planos de planta en vez de los planos de techo. Solo hay definidos sanitarios en la planta baja, de la nave 1 y nave 2 (Figura 154). Los sanitarios son familias que no vienen cargadas por tanto hay que cargarlas. En este apartado también se modelan los lavamanos. Para introducirlos se selecciona en el menú "Instalaciones", "Aparatos sanitarios" (Figura 153).

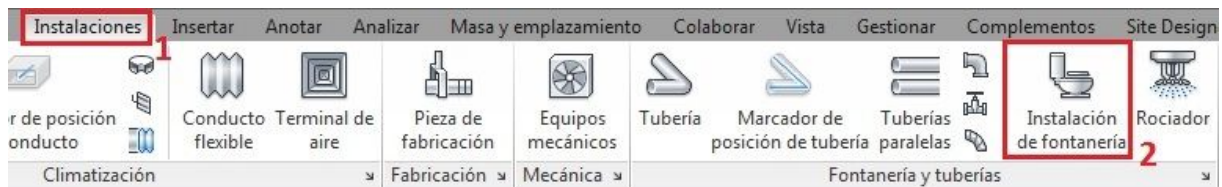


Figura 153. Instalación de fontanería.

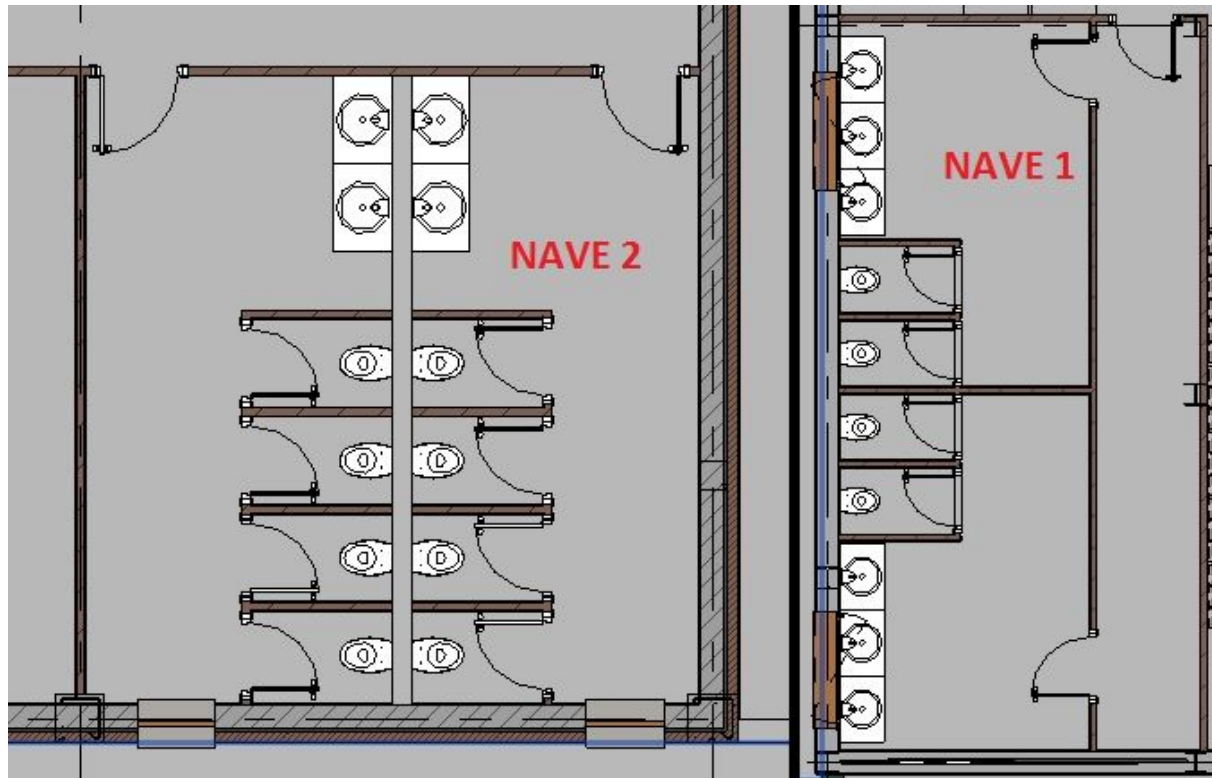


Figura 154. Sanitarios en Planta baja, 2D.

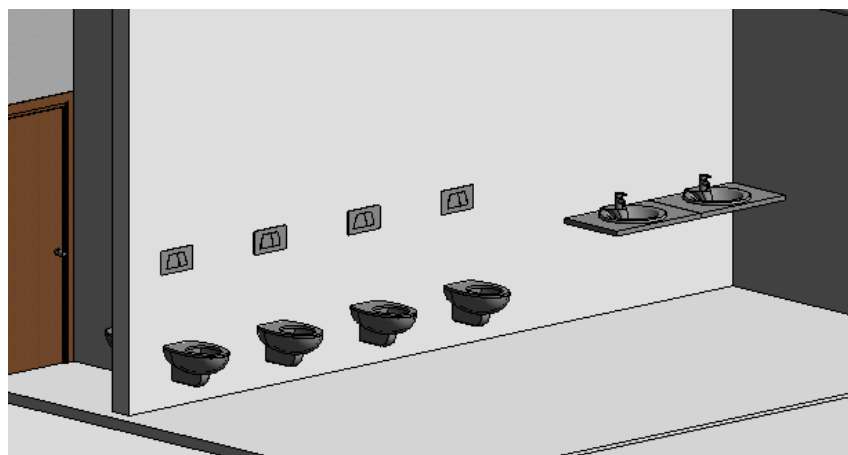


Figura 155. Sanitarios en 3D.

se comprueba que la terminación de las instalaciones de fontanería, y todo lo que conlleva tiene un buen acabado, si algo no es adecuado, se edita en "propiedades de sanitarios".

7.10.3 Mobiliario.

El mobiliario, al igual que anteriormente, se introduce desde el menú de instalaciones (Figura 156) se hace al igual que los anteriores, pero todas las familias se tienen que cargar. En la (Figura 157) se muestra el mobiliario introducido en 2D.

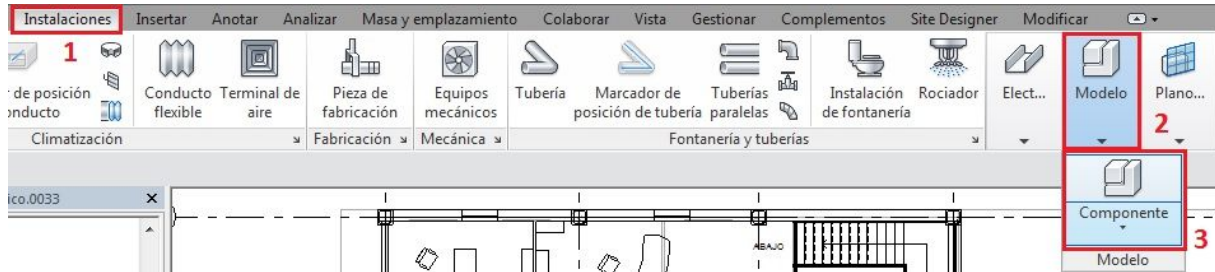


Figura 156. Introducir componente.

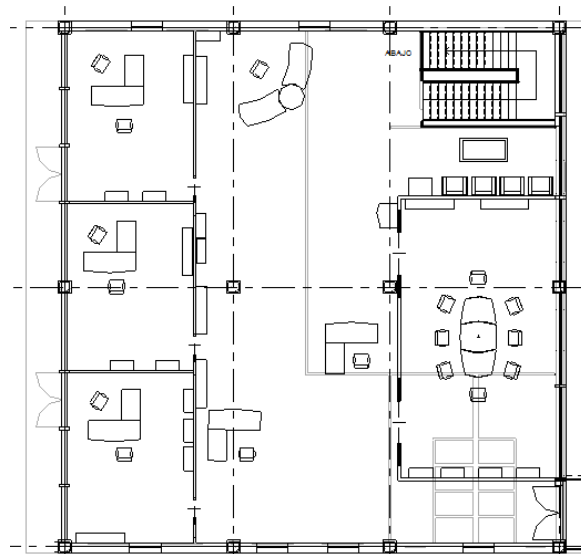


Figura 157. Mobiliario en Nave 2, 2D.

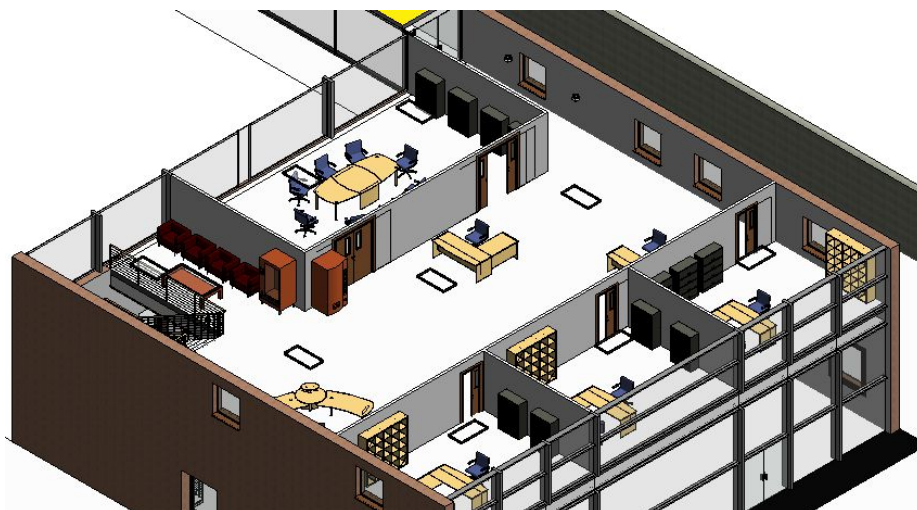


Figura 158. Mobiliario en Nave 2, 3D.

7.11 Parking.

El plan de ordenación municipal obliga la construcción de una plaza de aparcamiento por cada 122m² construidos, que son aproximadamente 16 plazas. En este caso se necesitan 20 plazas de aparcamiento, se ha optado por usar elementos que aporta Revit, cargando familias y modelando familias especialmente para este proceso.

La familias del aparcamiento se cargan desde el menú de "Masa y Emplazamiento" acto seguido se selecciona "Componentes de aparcamiento", y se obtiene el siguiente resultado. (Figura 159).

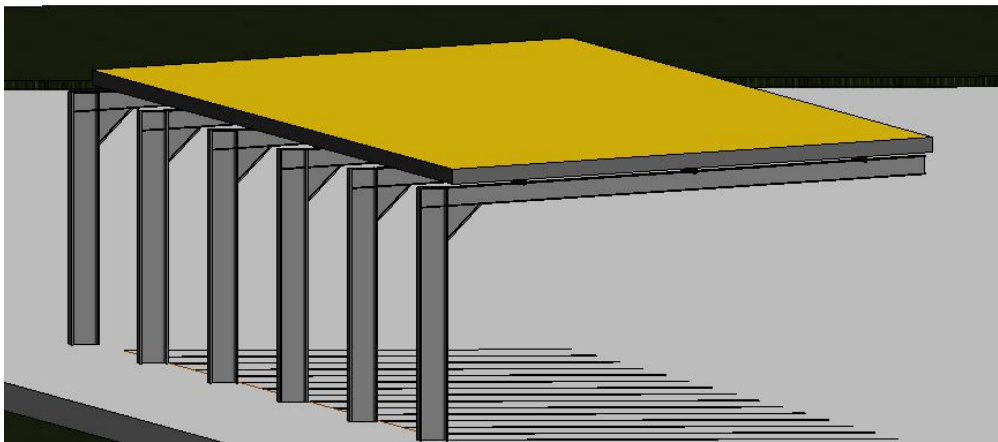


Figura 159. Parking (I)

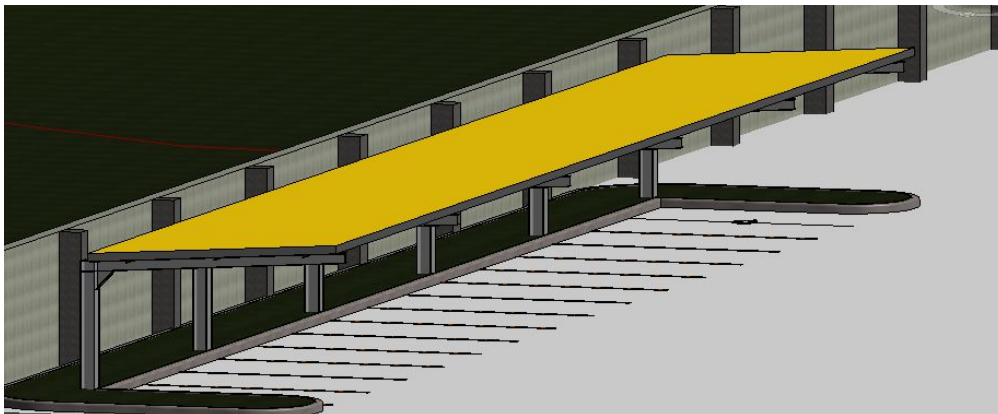


Figura 160. Parking (II)

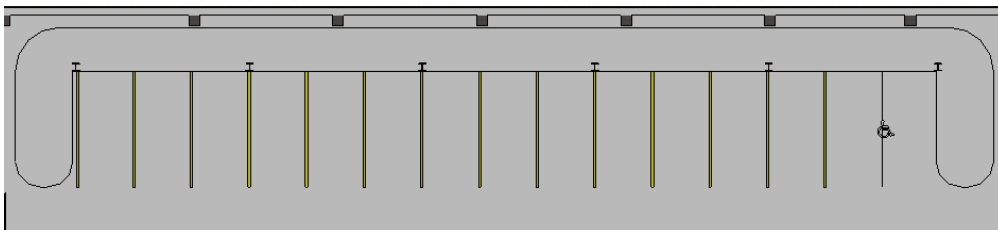


Figura 161. Parking (III)

7.12 Modelado de Familias.

A la hora de modelar el parking, se necesita una estructura para proteger los vehículos de los agentes del tiempo. Revit ofrece una solución que no encaja en los márgenes que se buscan en este proyecto. La solución optada es el modelado de una nueva familia. El modelado de una familia comienza en la pantalla de inicio de Revit, en el menú "Familias", seleccionando la opción "Nueva". (Figura 162).

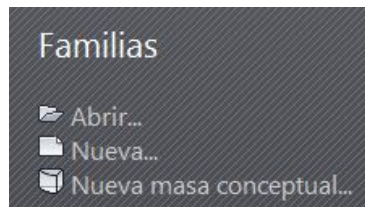


Figura 162. Nueva Familia.

Después se busca "Modelo genérico métrico". (Figura 163).

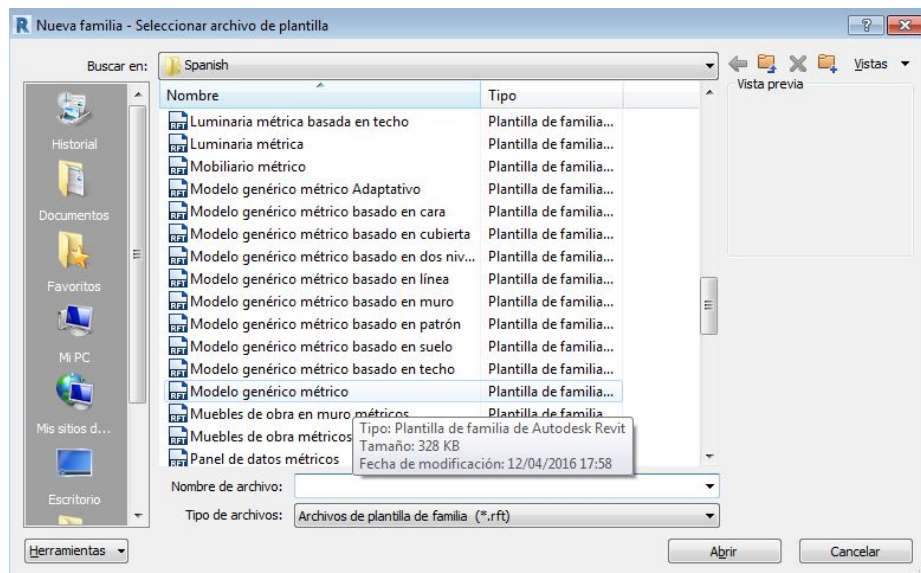


Figura 163. Modelo genérico métrico.

Al seleccionar "modelo genérico métrico", se abre una nueva página de diseño, donde se puede crear cualquier tipo de familia, se puede modificar el material, su resistencia y otras características importantes. La pantalla de inicio se muestra en la (Figura 164), es la pantalla de modelado, y la cruz verde es el plano para introducir la familia en el proyecto.

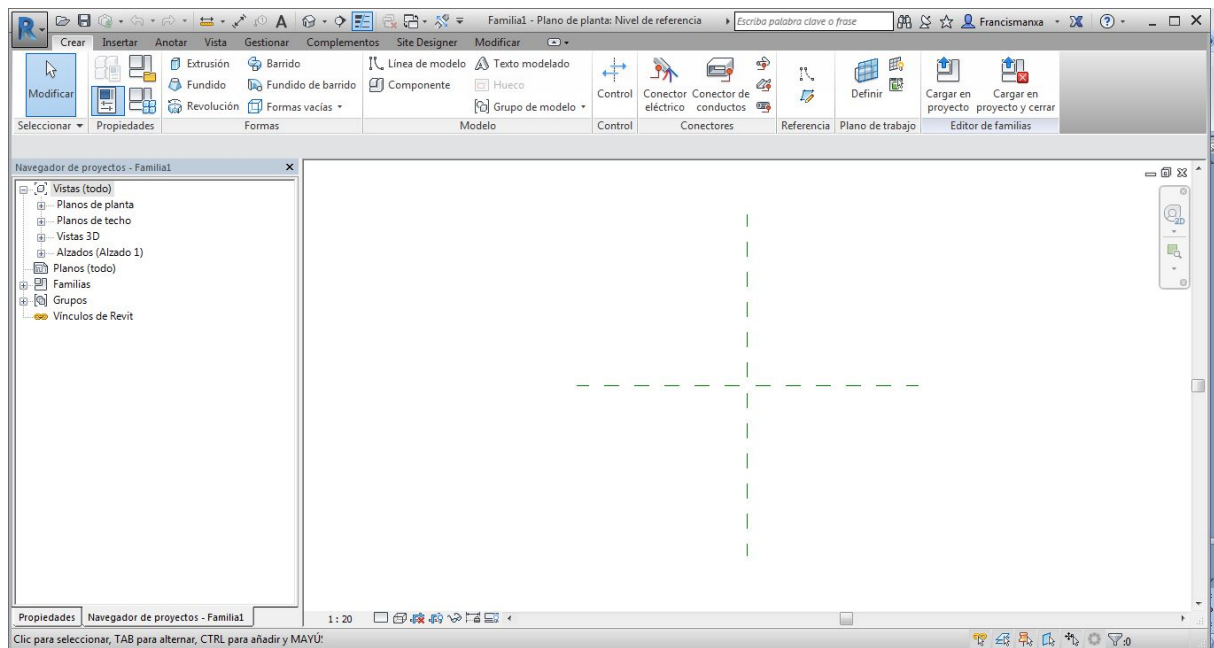


Figura 164. Pantalla de inicio para crear la familia.

El primer paso es seleccionar la opción de "extrusión" y en este caso se dibuja un perfil a extruir de un pilar HEB 300. (Figura 165 y 166).

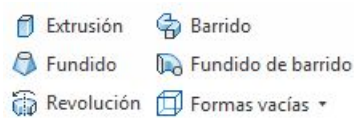


Figura 165. Extrusión.

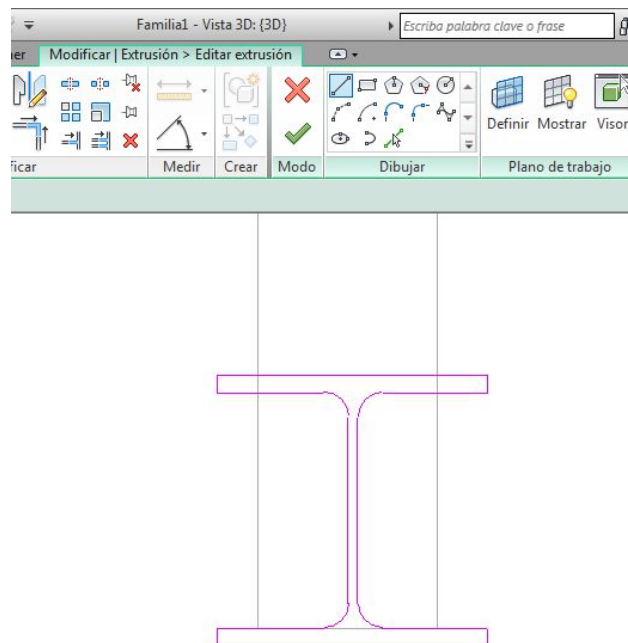


Figura 166. Perfil de la viga HEB 300.

Ahora se crea otra extrusión, pero se tiene que seleccionar el plano adecuado, este paso se muestra en la Figura 167.

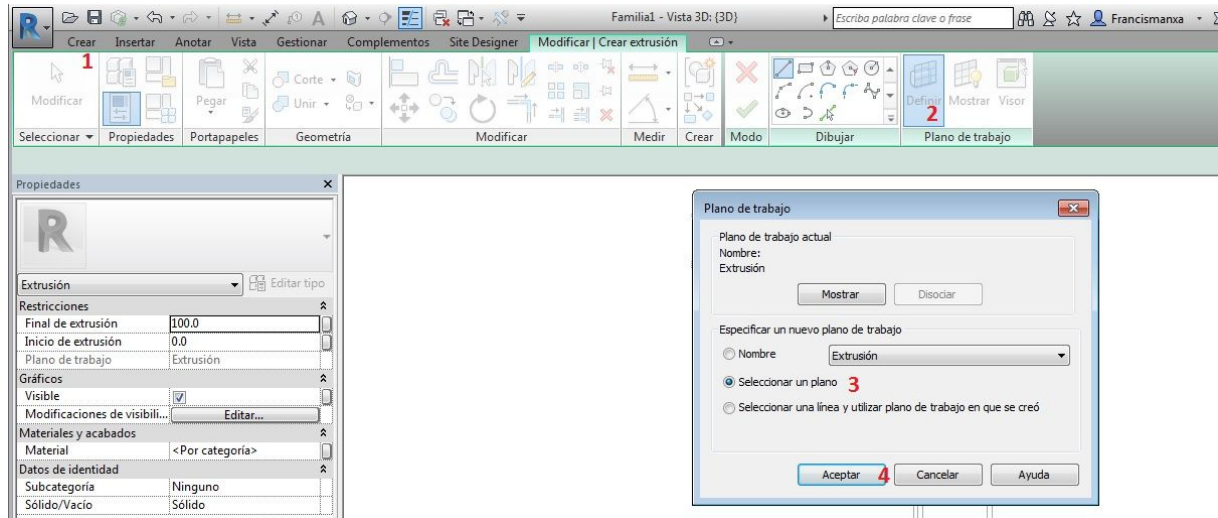


Figura 167. Extrusión en Planos de trabajo.

Una vez extruido y creado los refuerzos en la viga el resultado final es el siguiente:

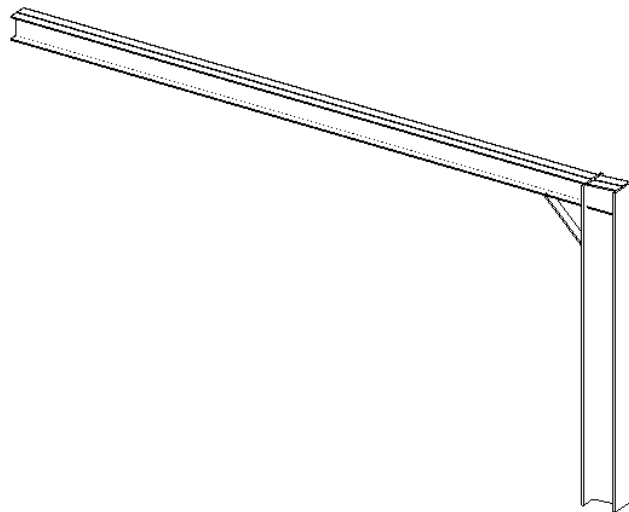


Figura 168. Familia para parking.

Una vez modelada la familia, se dispone a ver el tipo de material que mejor se adapte a este modelo, en este caso es un acero 345 Mpa. Esto se crea seleccionando "Gestionar", "Materiales" y "Nuevo material" (Figura 169).

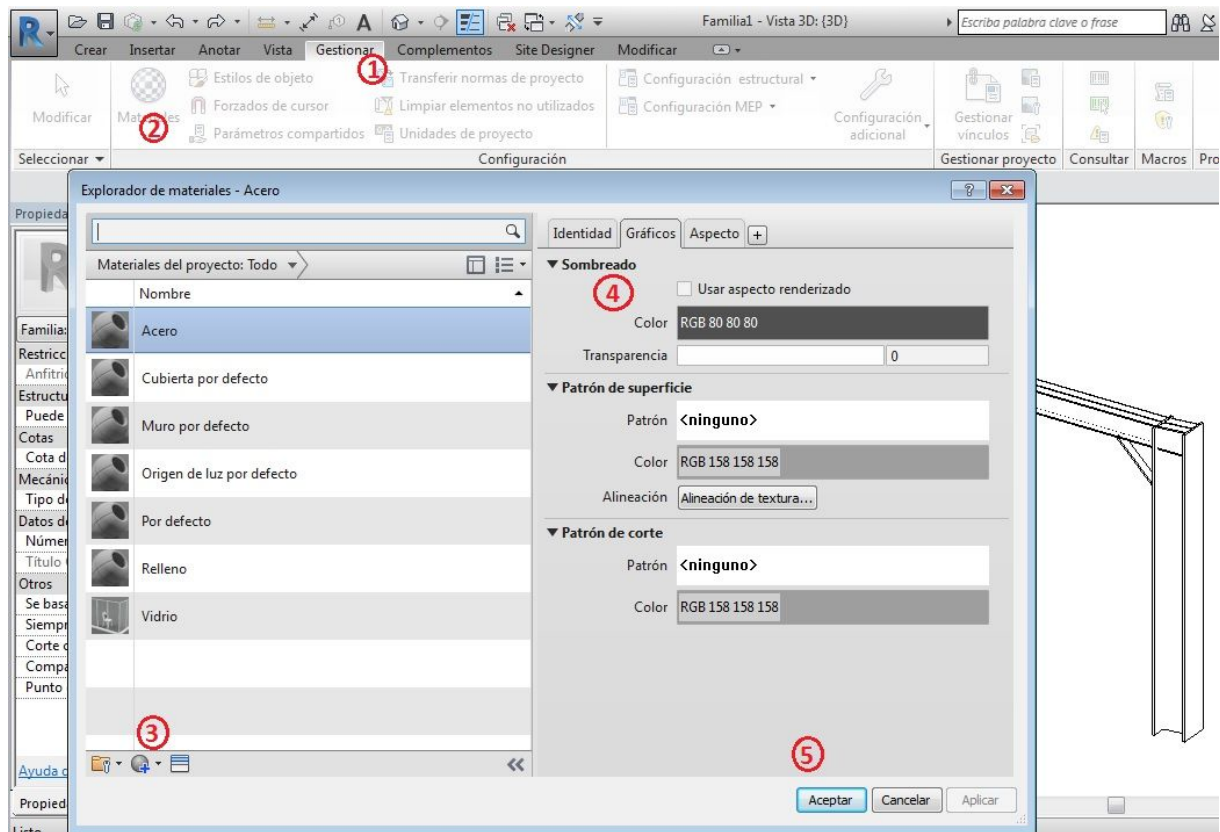


Figura 169. Creación de Material para familia.



Figura 170. Resultado final de la familia.

Anteriormente, en el apartado parking se ha podido comprobar el resultado de modelar esta familia.

7.13 Modelado del emplazamiento.

En este modelado se usan imágenes sacadas de la pagina del ministerio de hacienda y función pública, del apartado catastro. Se muestran las curvas de nivel que hay en el terreno y la situación de esta edificación. La diferencia entre las curvas de nivel no son muy pronunciadas en este caso, siendo casi nulas.

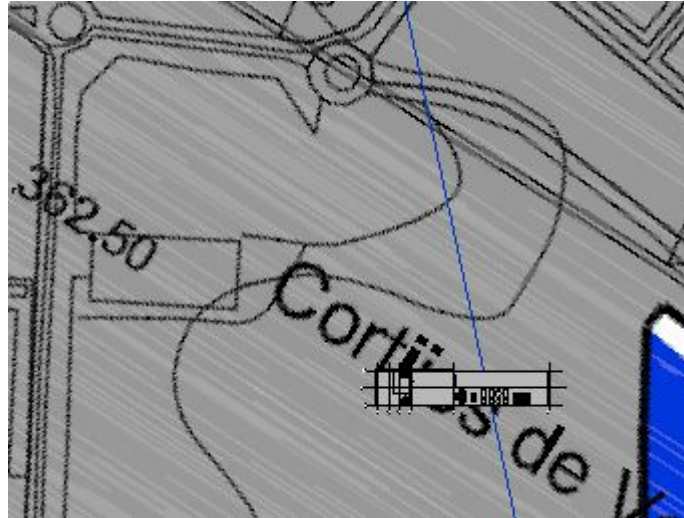


Figura 171. Curvas de nivel.

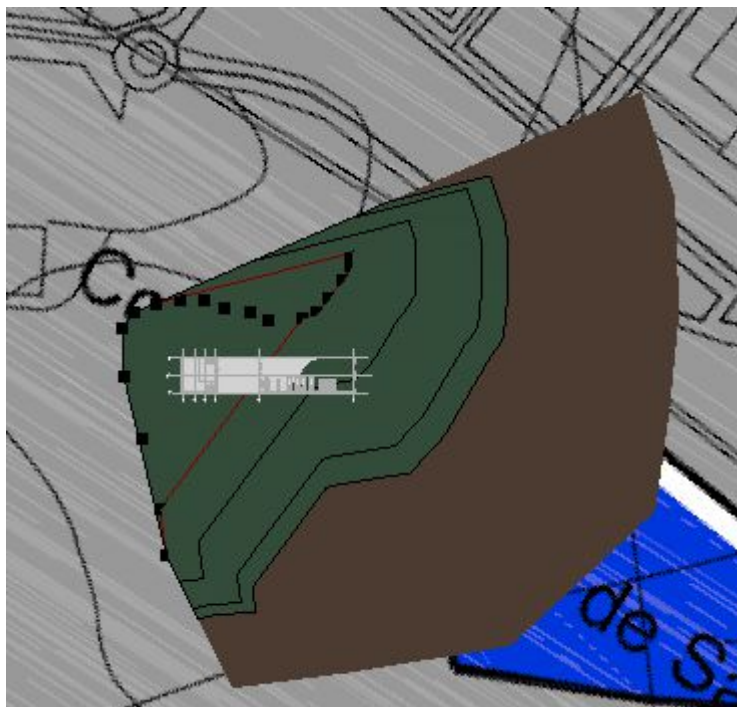


Figura 172. Masa creada a partir de las curvas de nivel.

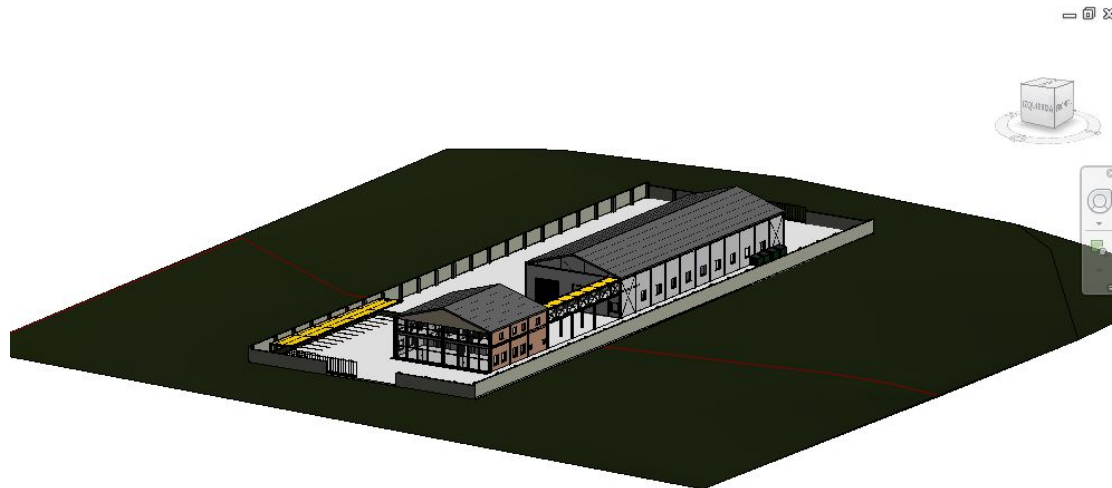


Figura 173. Masa en 3D.

8. INFORMACION DEL PROYECTO.

A continuación se obtiene toda la información del software utilizado en el proceso de modelado.

8.1 Ubicación del proyecto.

Revit aporta herramientas capaces de ubicar nuestro proyecto en el lugar de construcción, la georeferenciación del proyecto te da la opción medir la temperatura de alrededor. Estos datos son útiles para posibles cálculos de una instalación de aire acondicionado o de calefacción. El software Revit profundiza mucho en esta versión pero es más fiable el uso de software especializado para este tipo de tareas como Qgis.

Este apartado se realiza en el menú "gestionar", seleccionando en "ubicación de proyecto" el primer icono.

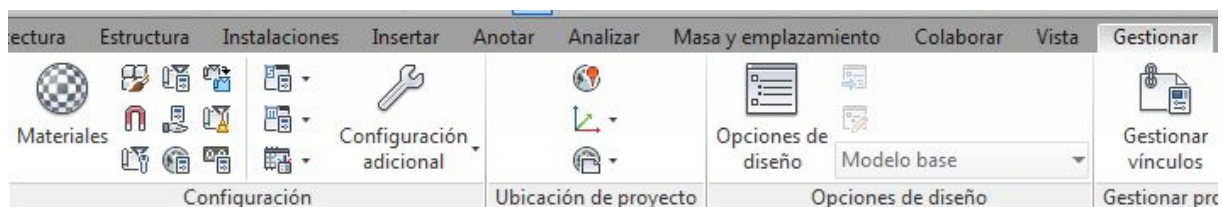


Figura 174. Ubicación de proyecto.

Acto seguido, se busca la localización en el mapa y software automáticamente mide las temperaturas que hay alrededor e informa con una tabla.

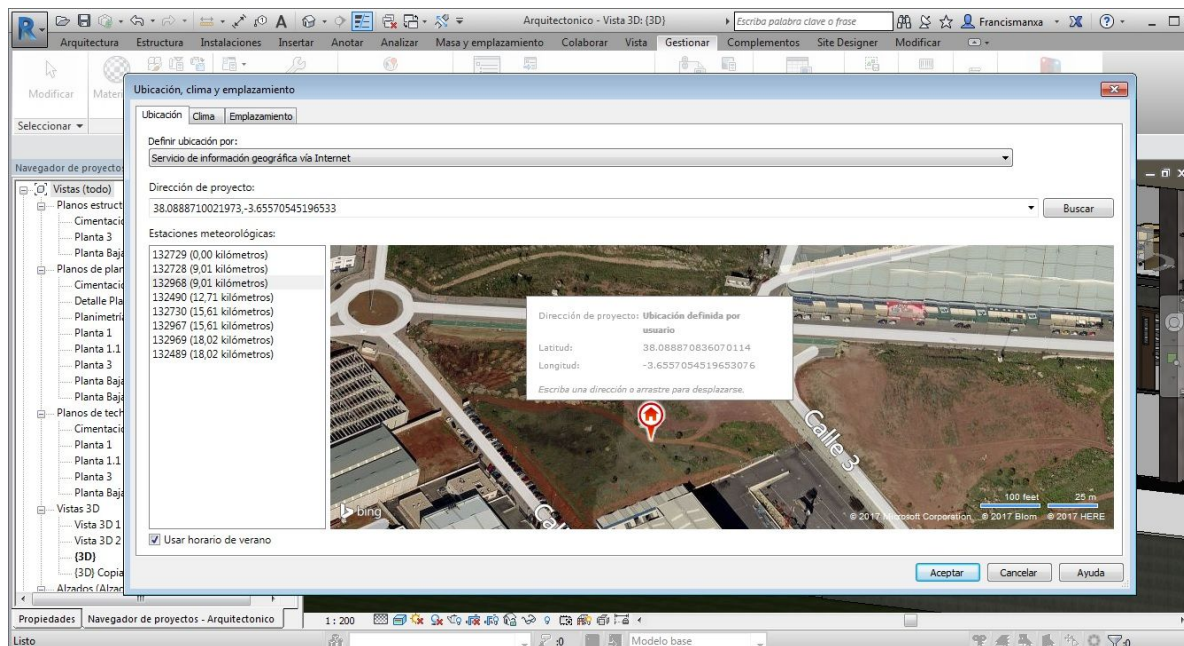


Figura 175. Localización del lugar.

Ubicación, clima y emplazamiento

Ubicación | Clima | Emplazamiento

☒ Usar datos de diseño de climatización de estación meteorológica (132968_2006)

Temperaturas de diseño de refrigeración

	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura seca	13 °C	16 °C	23 °C	26 °C	34 °C	36 °C	39 °C	37 °C	37 °C	29 °C	20 °C	15 °C
Temperatura húmeda	9 °C	11 °C	14 °C	14 °C	19 °C	18 °C	19 °C	17 °C	19 °C	16 °C	14 °C	12 °C
Oscilación media diaria	11 °C	11 °C	14 °C	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	18 °C	16 °C	14 °C	11 °C	13 °C

Temperatura de diseño de calefacción: -1 °C

Valor de claridad: 1.0

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 176. Tabla de temperaturas tomadas en el lugar.

Dentro de la opción "ubicación del proyecto" hay otras dos opciones, la primera es "coordenadas", la cual gestiona coordenadas para los modelos vinculados. Las coordenadas compartidas se emplean para recordar las posiciones respectivas de varios archivos vinculados. Los archivos vinculados pueden ser archivos de Revit, o una combinación de archivos Revit, DWG y DXF.

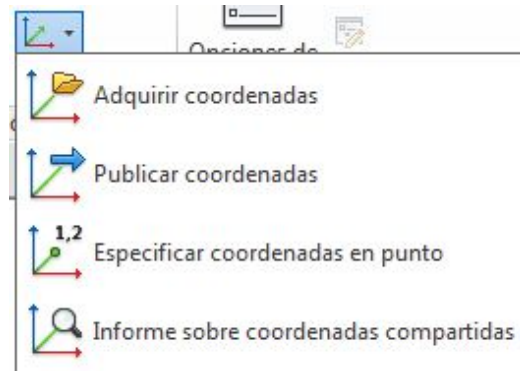


Figura 177. Coordenadas.

Y el ultimo que es "posición", controla la posición del proyecto en el emplazamiento mediante coordenadas compartidas. Para ver resultados de reubicación de un proyecto, el proyecto anfitrión debe contener ejemplares vinculados en ubicaciones compartidas. Las herramientas de posición modifican la posición de todos los elementos del proyecto y cualquier ejemplar de importación que no esté vinculado. Los ejemplares vinculados que no se encuentren en emplazamientos compartidos se moverán con relación a todos los ejemplares vinculados en emplazamientos compartidos.

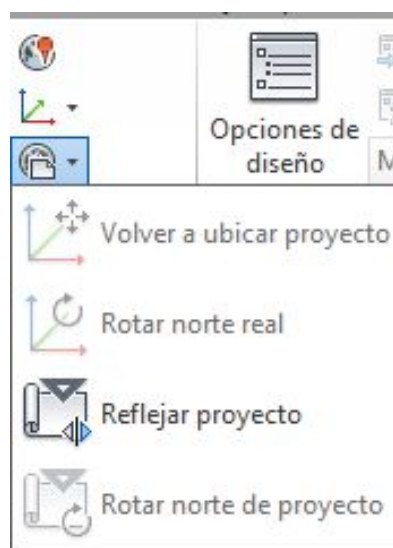


Figura 178. Posición.

8.2 Cómputo de materiales y tablas de planificación.

Haciendo referencia a la introducción, donde se explica la importancia de saber con exactitud los materiales necesarios para una construcción, y como BIM ayuda a conocer esta información el software Revit lo hace posible.

Una vez que se ha finalizado el modelado del proyecto, la realización del cómputo de materiales se hace en la plantilla de modelado, en el caso de la plantilla estructural se hace un cómputo de todos los pilares y los armazones estructurales. En la plantilla arquitectónica hace un cómputo de muros, ventanas, suelo etc. Este tipo de cómputo se realiza en el menú "Vista" y en la figura 179 se explican los pasos a seguir.

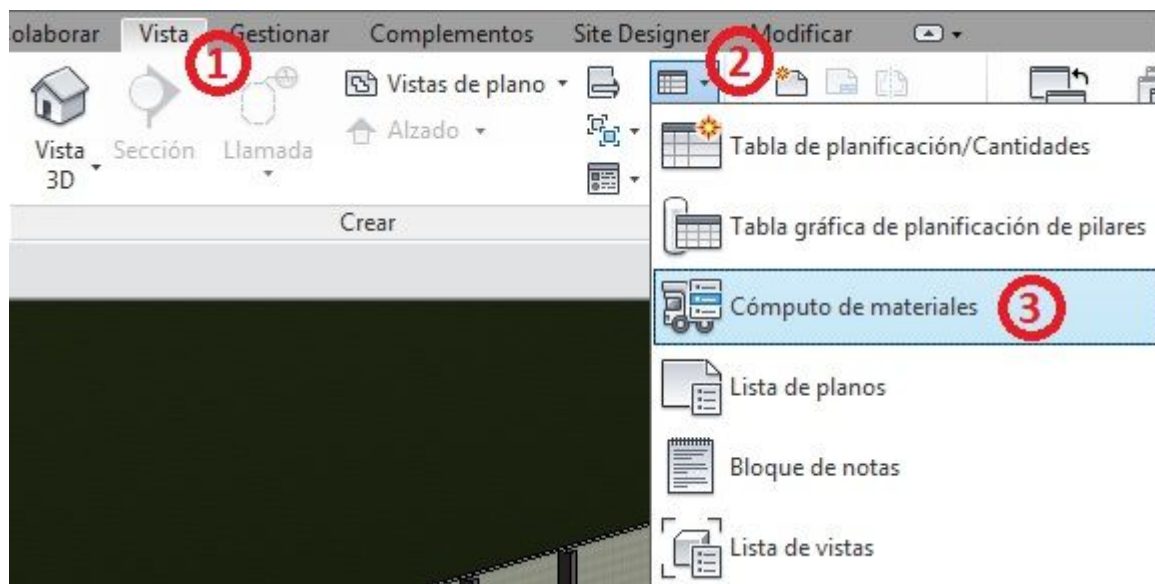


Figura 179. Cómputo de materiales.

Después se obtiene una ventana repleta de opciones para saber donde se desea hacer el cómputo. Esta ventana contiene los parámetros: Aparatos eléctricos, aparatos sanitarios, almacén estructural, cimentación estructural, conexiones estructurales, cubiertas, emplazamiento, entorno, equipos eléctricos, equipos especializados, equipos mecánicos, escaleras, luminarias, mobiliario, modelos genéricos, montajes, muebles de obra, muros, paneles de muro cortina, piezas, pilares, pilares estructurales, puertas, sistemas de mobiliario, suelos, techos y ventanas. Es general contiene todos los elemento usados en el modelado. (Figura 180)

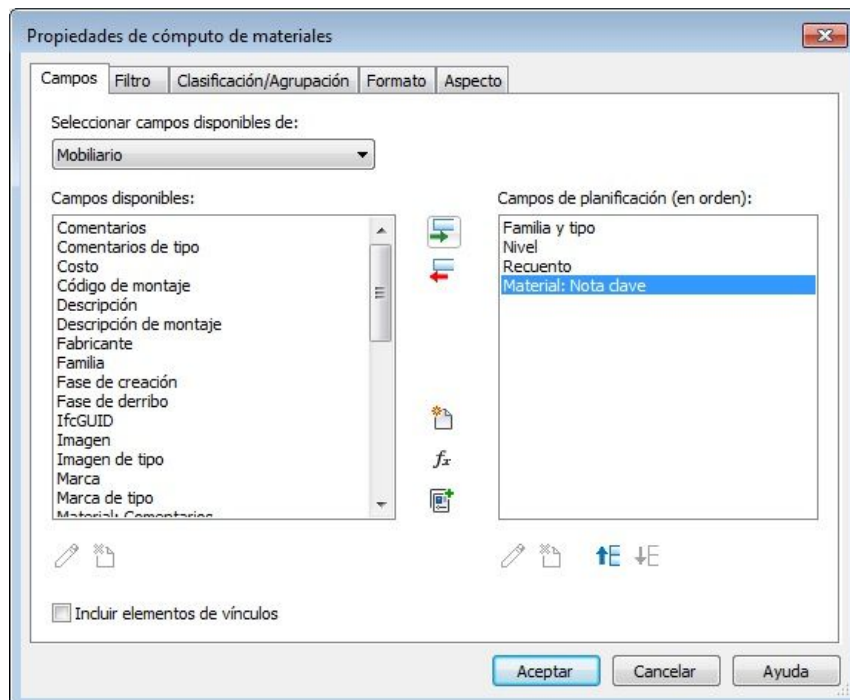


Figura 180. Propiedades de cómputo de materiales, Campos.

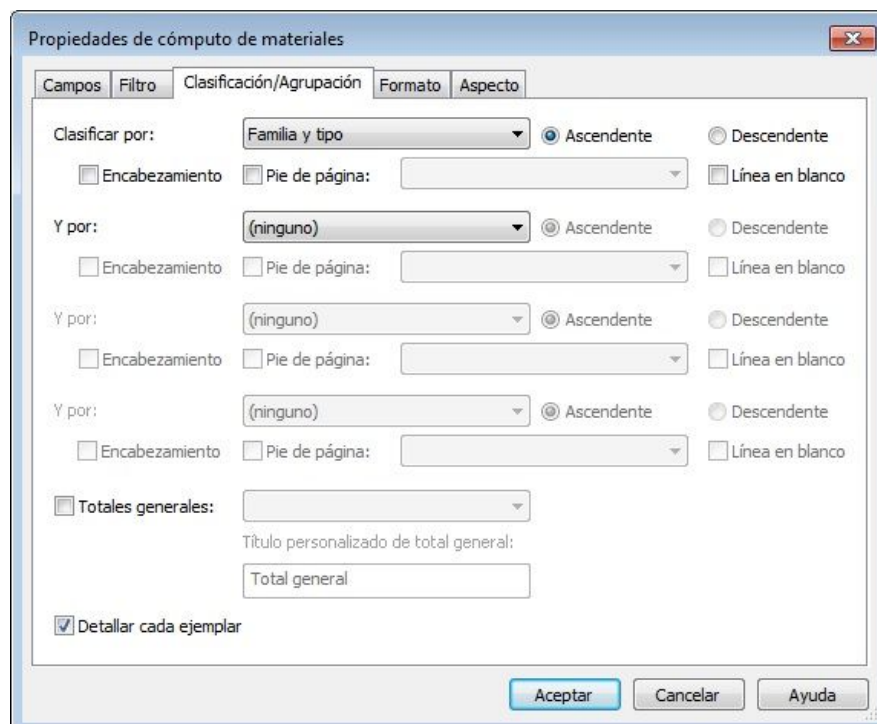


Figura 181. Propiedades del cómputo de materiales, Clasificación/ Agrupación.

Esta última opción se utiliza para agrupar los materiales, Revit profundiza mucho en esta versión pero el resultado final obtenido es extenso. Se complementa con el software Excel y se obtienen resultado más comprimido y precisos que usando solo Revit.

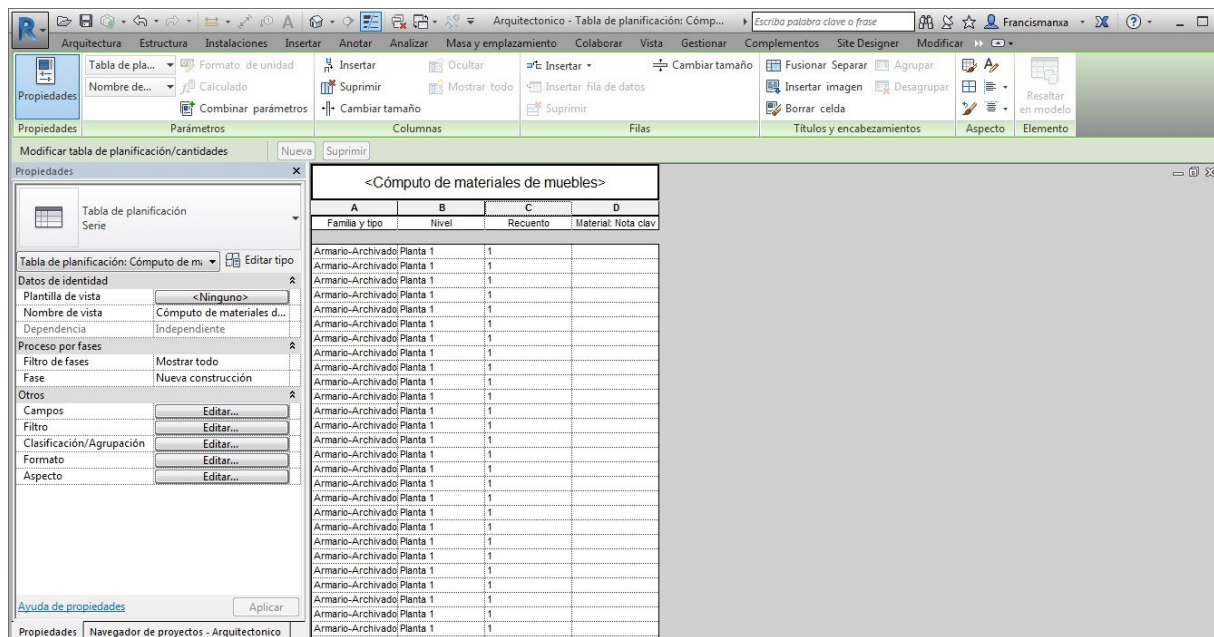


Figura 182. Tabla de materiales.

Tabla que se obtiene de Revit se muestra en la figura 182, esta tabla es demasiado extensa, pero el archivo se exporta a Excel para trabajar con los datos. La exportación de datos se muestra en la figura 183.

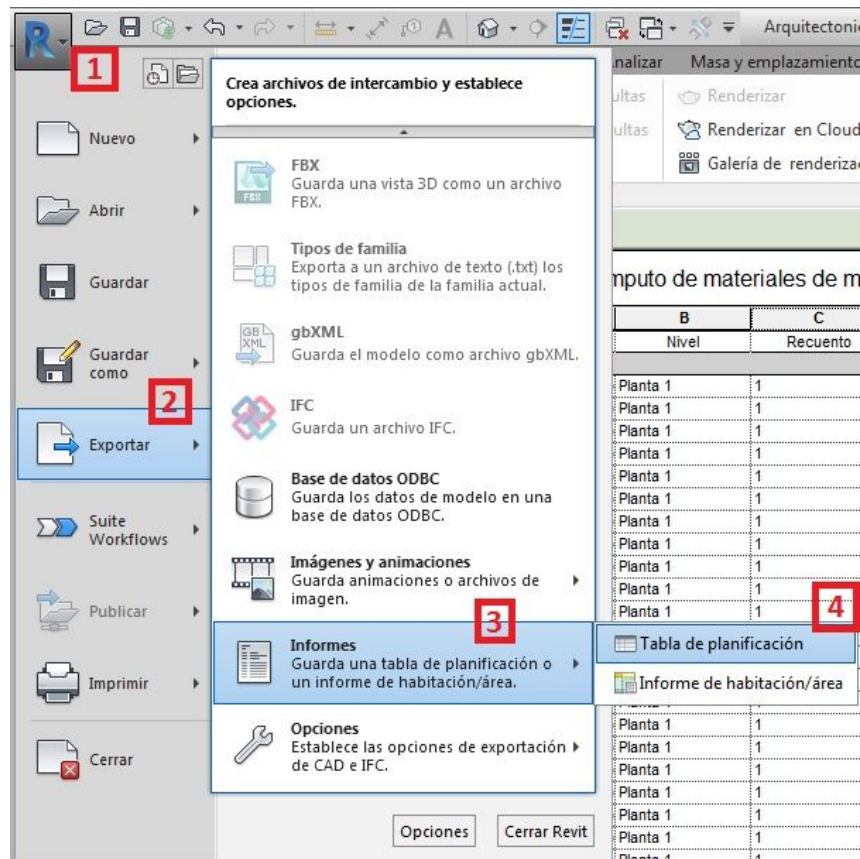


Figura 183. Exportar tablas de planificación.

8.3 Creación de Planos.

Para la creación de planos en el proyecto se usan las herramientas que el software Revit aporta. La creación de planos se realiza modelando una familia, explicado anteriormente, pero esta vez la familia es creada como bloque de título, y plantilla A3. (Figura 184).

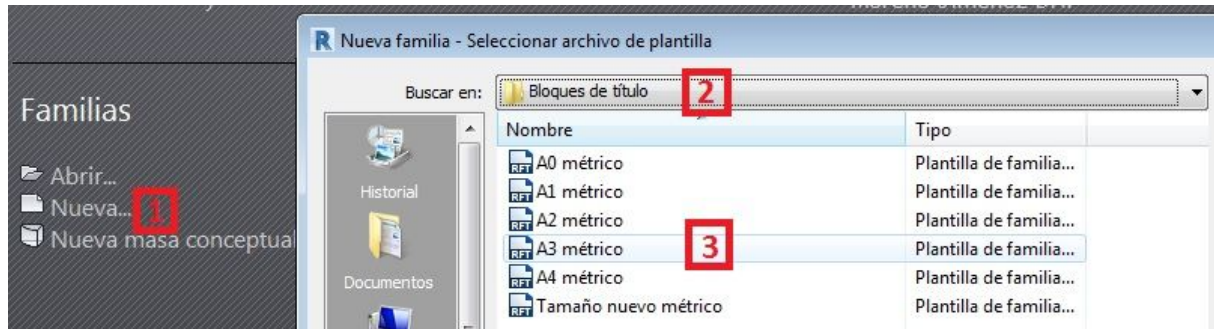


Figura 184. Bloques de título.

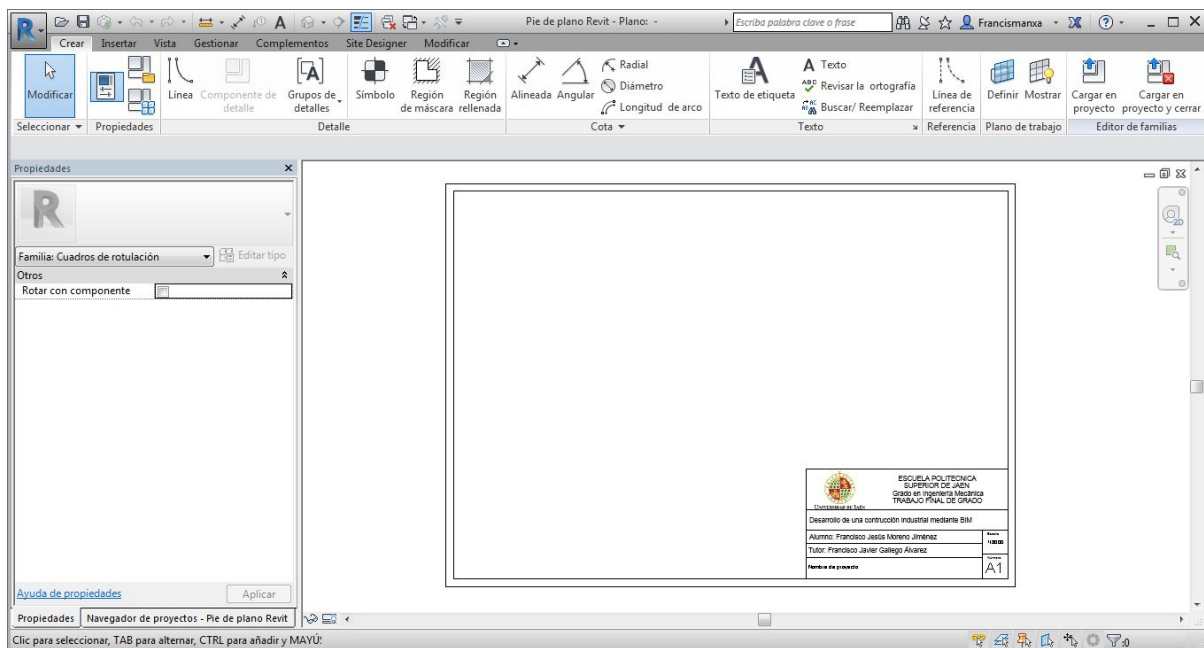
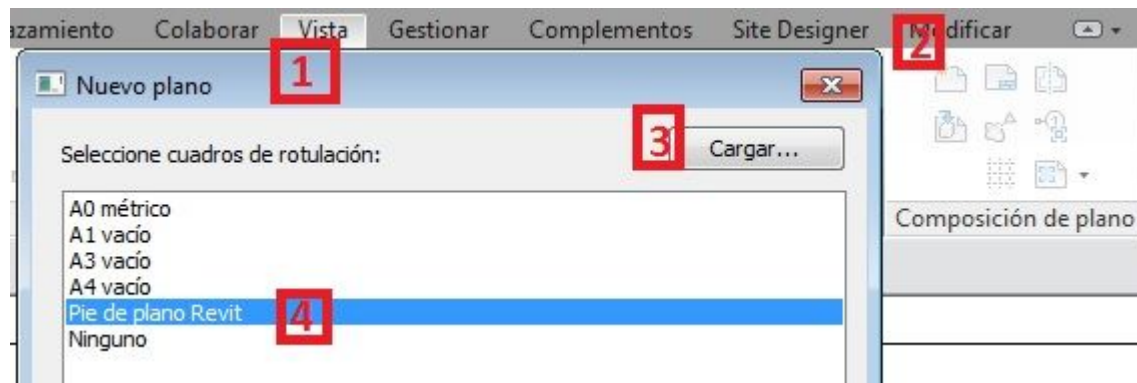


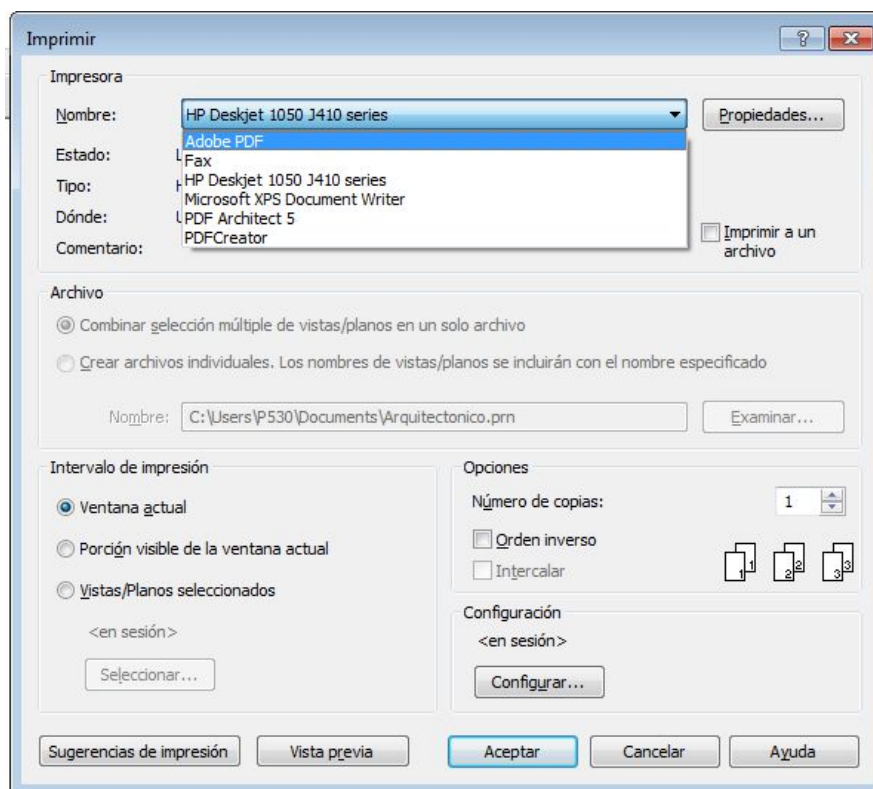
Figura 185. Resultado de dibujar nuestro cajetín.

Una vez en el archivo Revit, se carga el cajetín previamente modelado introducir los planos.

Dentro del menú "Vista", se selecciona el apartado "composición de un plano", y "creación de un plano". Ahora se carga la familia de cajetín creada anteriormente. (Figura 186)

**Figura 186. Inserción de plano.**

El cajetín se introduce en el proyecto, y con el navegador de proyectos se cargan las vistas necesitadas para la composición del plano. Se seleccionan y se arrastran al cajetín y automáticamente se obtienen las vistas en el cajetín. Para guardarlo en PDF, es imprimido, pero en vez de elegir impresora, se elige PDF. (Figura 187).

**Figura 187. Convertir a PDF.**

Todos los planos obtenidos junto con el computo de materiales, están disponibles en los Anexos.

8.4 Vista 3D.

La opción de vista 3D, es la herramienta utilizada para mostrar el proyecto a las partes interesadas, por ese motivo se considera una parte importante.

Para la creación de vistas 3D en el proyecto, dentro del menú "vista", se selecciona la opción "Vista 3D" si se obtiene una ventana con 3 opciones, la primera vista 3D con la que se ha trabajado en todo momento en el proyecto, la segunda, la opción cámara se usa para la realización de renders, y la tercera opción, la de recorrido, se usa para la realización de videos por fotogramas del proyecto (Figura 188).

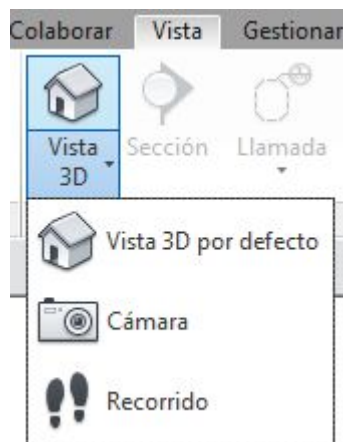


Figura 188. Vista 3D.

8.4.1 Cámara.

El uso de esta herramienta se hace desde el navegador de proyectos, se elige el plano de planta en donde se quiere hacer la foto. En este caso se hace en la planta 1 de la Nave 2. (Figura 189)

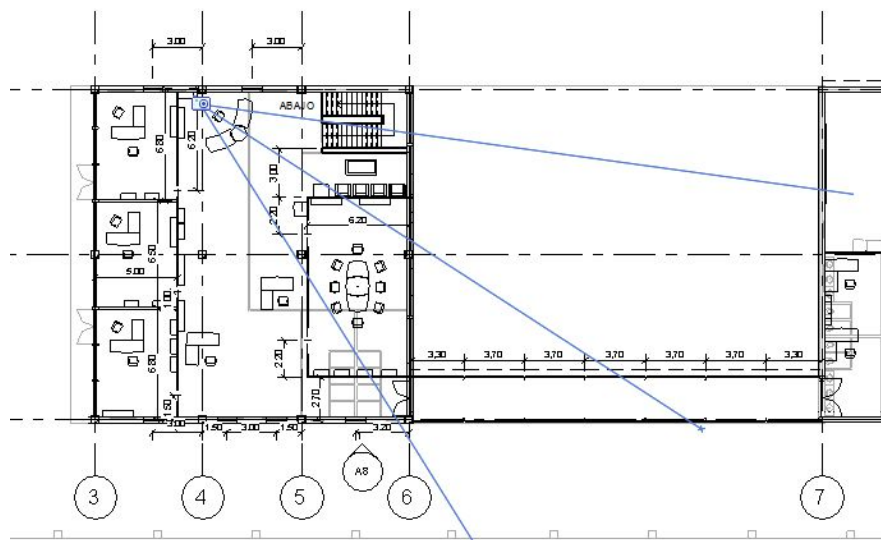


Figura 189. Opción cámara.

La visión de la cámara se delimita por las líneas azules, una vez colocada el resultado se muestra en la Figura 190.



Figura 190. Opción cámara, 3D.

A partir de estas fotos se obtiene el renderizado de la imagen, el proceso de renderizado se explica en el punto 8.5.

8.4.2 Recorrido.

La función recorrido hace pequeño video de fotogramas del recorrido que se indica, el procedimiento es igual que el de cámara, pero en vez de señalar solo un punto, se seleccionan múltiples puntos. (Figura 191).

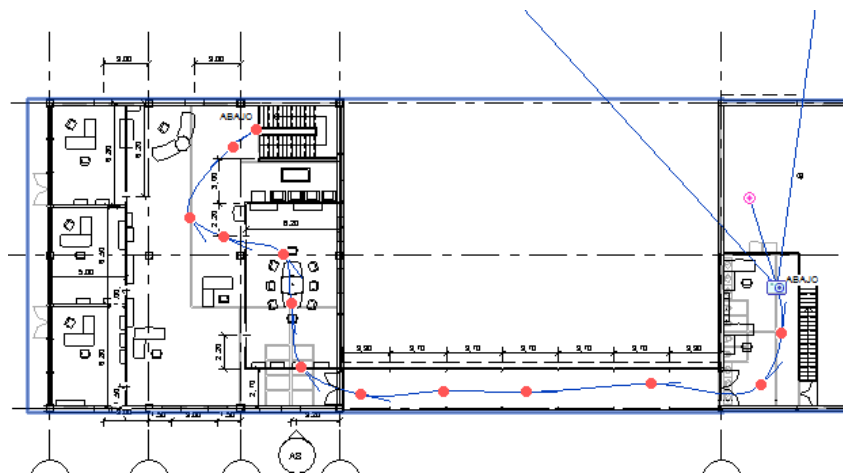


Figura 191. Recorrido.

8.5 Renderizado.

El renderizado trata de aportar realismo usando el comportamiento de luces, texturas y materiales. Revit proporciona esta herramienta, en el menú vista seleccionando "renderizar". Se abre una ventana con opciones y se modifican acorde con las necesidades de la imagen que se quiere obtener. (Figura 196).

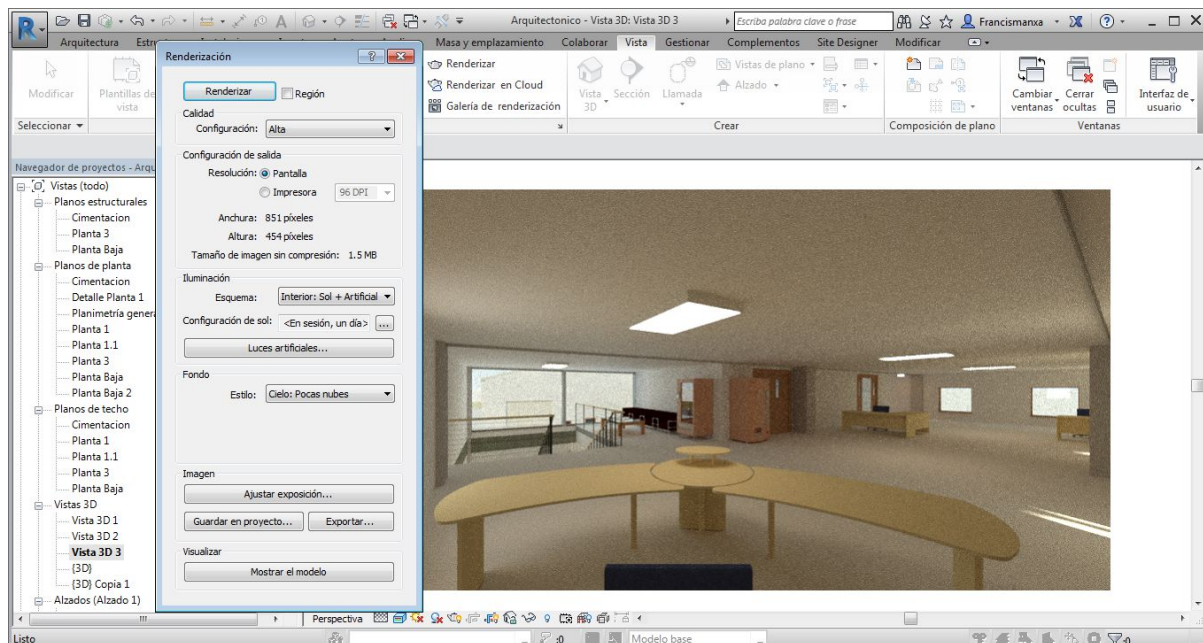


Figura 192. Opciones renderizado.

8.5.1 Imágenes Renders.



Figura 193. Render (I)



Figura 194. Render (II)



Figura 195. Render (III)



Figura 196. Render (IV)



Figura 197. Render (V)

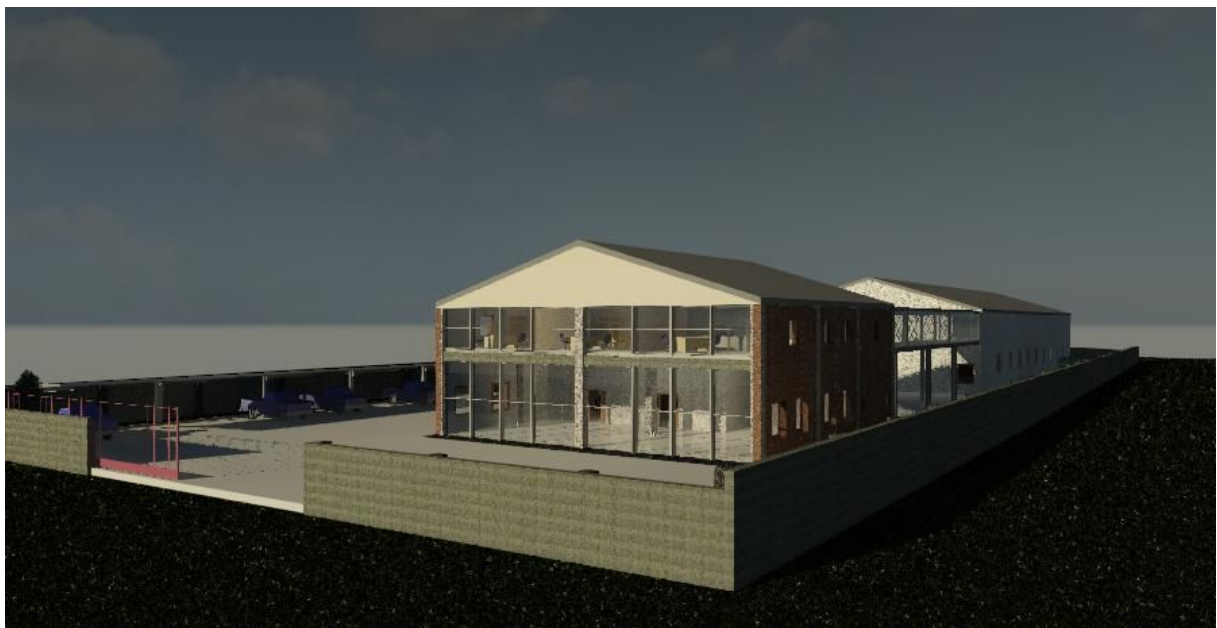


Figura 198. Render (VI)



Figura 199. Render (VII)



Figura 199. Render (VIII)

9. CONCLUSIÓN.

Una conclusión general es la importancia de BIM en el mundo actual de la construcción, y de que va a llegar a formar parte clave en este sector como lo hicieron los programas de CAD en su momento, proporcionando numerosas facilidades y optimización en los procesos, que proporciona en un ahorro de dinero considerable lo que se traduce en poder proporcionar un presupuesto más competitivo.

Respecto al software Revit, se comprueba que es muy intuitivo y ágil, lo cual resulta una herramienta útil fácil de utilizar para cualquier ingeniero a la hora de realizar una construcción industrial.

Revit aporta una gran cantidad de información, y no deja de actualizarse en cada versión, añadiendo nuevas funciones y mejorando las existentes. Revit aporta una herramientas finales como renderizado y recorrido que se convierten en gran un aliado a la hora de mostrar el proyecto a el promotor o al público, con lo cual se consigue buen marketing del modelado final.

Respecto a la utilidad del modelo desarrollado, se pretender mostrar a través del modelo, que se trata un proceso totalmente viable, a partir de la documentación aportada y que cumple todos los objetivos de aprendizaje para modelar en Revit.

Ventajas de BIM:

- Beneficios a promotores a la hora de hacer previsiones económicas en fases de estudios de viabilidad.
- Los ingenieros tienen toda la información del edificio accesible desde el primer momento.
- Para los constructores presenta una mejor definición del proyecto y ayuda para planificar bien las fases de obra.
- BIM consigue detectar fallos que en la mayoría de casos se detecta a final de la construcción.
- En la fase de explotación del edificio los gestores del edificio tienen toda la información posible haciendo un ahorro económico importante.

Las desventajas se han encontrado con este software son pocas, debido a que es un software muy completo. En el apartado de conexiones, se ha entrado un problema debido a que Revit no es capaz de realizar estas conexiones en ciertas

vigas utilizada. En el computo de materiales, ofrece listas extensas, siendo conveniente el uso de otro programa. En el apartado de localización y estructura es poco potente si se compara con programas específicos para ello.

Se plantea la mejora del software utilizado, ya que Revit. La empresa Autodesk hace un gran esfuerzo por mejorar el software Revit lo que abre un amplio abanico de posibilidades entrando en el campo de programación de software, o ampliando las funciones de dicho software con la introducción de otros programas de cálculo estructural como Robot[®] o Cype[®].

Como trabajo futuro de este TFG se plantea la opción de hacer todas las instalaciones necesarias de elementos eléctricos, y sistemas de refrigeración y calefacción, abarcando un nuevo objetivo dentro de este modelado.

10. BIBLIOGRAFIA.

- [1] Ministerio de fomento "Implantación del BIM en España"
[Online; Consulta Mayo 2017] <http://www.esbim.es/>
- [2] Hildebrandt Gruppe, Empresa consultora de Arquitectura e Ingeniería.
[Online; Consulta Mayo 2017] <http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-el-modelo-bim/>
- [3] RICHARDS M. BEW M. Bew-Richards BIM Maturity Model. 2008.
[Consulta; Mayo 2017]
- [4] Bill Adams, Redstack "Levels of Development / Levels of Detail / LOD explained"
[Online; Consulta Mayo 2017] http://redstack.com.au/support/blog_posts/lolevels-of-developent--explained
- [5] "LOD 500 en Modelo Estructural"
[Online; Consulta Mayo 2017] <https://oliebana.com/2014/03/31/od500-en-modelo-estructural/>
- [6] "Implantación del BIM en España"
[Online; Consulta Mayo 2017] <http://www.esbim.es/es-bim/>
- [7]"Instituto Tecnológico del Cantábrico"
[Online; Consulta Mayo 2017] <http://itcformacionyconsultoria.com/bim-espana-europa/>
- [8] Familia Autodesk "REVIT"
[Online; Consulta Mayo 2017] <https://www.autodesk.es/products/revit-family/overview>
- [9] Hildebrandt Gruppe, Empresa consultora de Arquitectura e Ingeniería.
[Online; Consulta Mayo 2017] <http://www.hildebrandt.cl/que-es-revit-y-para-que-sirve-en-el-modelado-bim/>
- [10] Plan parcial de ordenación municipal Linares.

ANEXOS.

Anexo I. Tablas de planificación

Cómputo de materiales de Cimentación						
Familia y tipo	Grosor (m)	Anchura (m)	Longitud (m)	Nº Zapatas	Volumen Zapata (m³)	Peso Unitario
M_Zapata-Rectangular: 1500 x 1500 x 500mm	0,5	1,5	1,5	45	1,13	25 kN/m³
				Total:	50,85	

Cómputo de materiales de pilares estructurales				
Familia y tipo	Nº Elementos	Longitud (m)	Material estructural	Peso unitario
Hormigón-Cuadrado-Pilar: 500x500	12	90	Hormigón moldeado in situ	25 kN/m³
Hormigón-Cuadrado-Pilar: 300 x 300	1	7,5	Hormigón moldeado in situ	25 kN/m³
H_Ala ancha-Pilar: HE300A	32	222,5	Acero, 45-345	77.0 kN/m³
IPN- Secciones en I con alas cónicas - Pilar: IPN 180	12	30	Acero, 45-345	77.0 kN/m³
Total	57	350		

Cómputo de materiales de armazón estructural				
Familia y tipo.	Nº Elementos	Longitud (m)	Material estructural	Peso unitario
Hormigón-Viga rectangular: 300 x 600mm	121	806,48	Hormigón, Moldeado in situ	25 kN/m³
L - Perfiles angulares de lados iguales: L 50x50x5	252	762,343	Metal - Acero - 345 MPa	77.0 kN/m³
L - Perfiles angulares de lados iguales: L 100x100x8	48	654,08	Metal - Acero - 345 MPa	77.0 kN/m³
IPN-Vigas: IPN280	34	322	Acero, 45-345	77.0 kN/m³
IPN - Secciones en I con alas cónicas: IPN 180	6	15	Acero, 45-345	77.0 kN/m³
UPN - Canales de ala cónica: UPN 120	33	773,645	Metal - Acero - 345 MPa	77.0 kN/m³
Total	494	3333,548		

Cómputo de materiales de muro			
Familia y tipo	Material: Volumen (m3)	Grosor (m)	Longitud (m)
Muro básico: Hormigón - 30 cm	291,01	0.3	334,24
Muro básico: Tabique - 10 cm	53,06	0.1	293,42
Muro básico: Hormigón con enlucido - 33 cm	345,97	0.33	340,18
Muro básico: Fachada ventilada con aislamiento interior	17,52	0.28	246
Muro básico: Bloque hormigón con ladrillo cara vista	142,32	0.44	235
Muro básico: Por defecto - 10 cm	0,47	0.1	9,71
Total	850,35		1458,55

Cómputo de materiales de suelo			
Familia y tipo	Material: Área(m²)	Nivel	Grosor (m)
Suelo: Hormigón 160 mm con chapa grecada 50 mm	965,28	Planta 1	0.21
Suelo: Por defecto - 30 cm	4379,15	Planta Baja	0.30
Suelo: Con pavimento técnico - 30 cm 3	7969,44	Planta Baja	0.30
Suelo: Acera 19 cm	91,95	Planta Baja	0.19
Total	13405,82		

Cómputo de materiales de cubierta			
Familia y tipo	Grosor (m)	Material: Volumen Total (m³)	Material: Área Total (m²)
Cubierta básica: Cubierta - por defecto - 30 cm	0,3	480,68	1602,26
Cubierta básica: Plana tipo deck - 16 cm	0,16	20,58	257,26

Tabla de planificación de techos		
Familia y tipo	Nivel	Área
Techo compuesto: Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Planta Baja	352.97 m ²
Techo compuesto: Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Planta 1	379.58 m ²
Techo compuesto: Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Planta 1	1075.36 m ²
	Total	1807,91

Cómputo de materiales de luminaria				
Familia y tipo	Nº Total lamparas	Potencia (W)	Planta baja	Planta 1
Lámpara de techo: 400 x 450	56	150	0	56
Techo - Cuadro lineal: 0600 x 1200 mm (2 lámparas)	99	80	63	36
Techo- Redondo plano: Incandescente 60 W	24	60	24	0
Techo- Redondo plano: Incandescente 100 W	6	100	0	6
Total	185		87	98

Tabla de planificación de aparcamientos		
Familia y tipo	Nº Aparcamientos	Nivel
Plaza de aparcamiento 2D: 4800 x 2400 mm - 90°	14	Planta Baja

Tabla de planificación de barandillas	
Familia y tipo	Longitud (m)
Barandilla: Con cables horizontales	22,96
Barandilla: Barrotes redondos	17,31

Tabla de planificación de aparato sanitario		
Familia y tipo	Nº Elementos	Planta
Combinación de WC (2): 540 x 360 mm	12	Baja
Lavamanos sobre encimera-3D: Norma	10	Baja
Injerto: Injerto	10	Baja
Total	32	

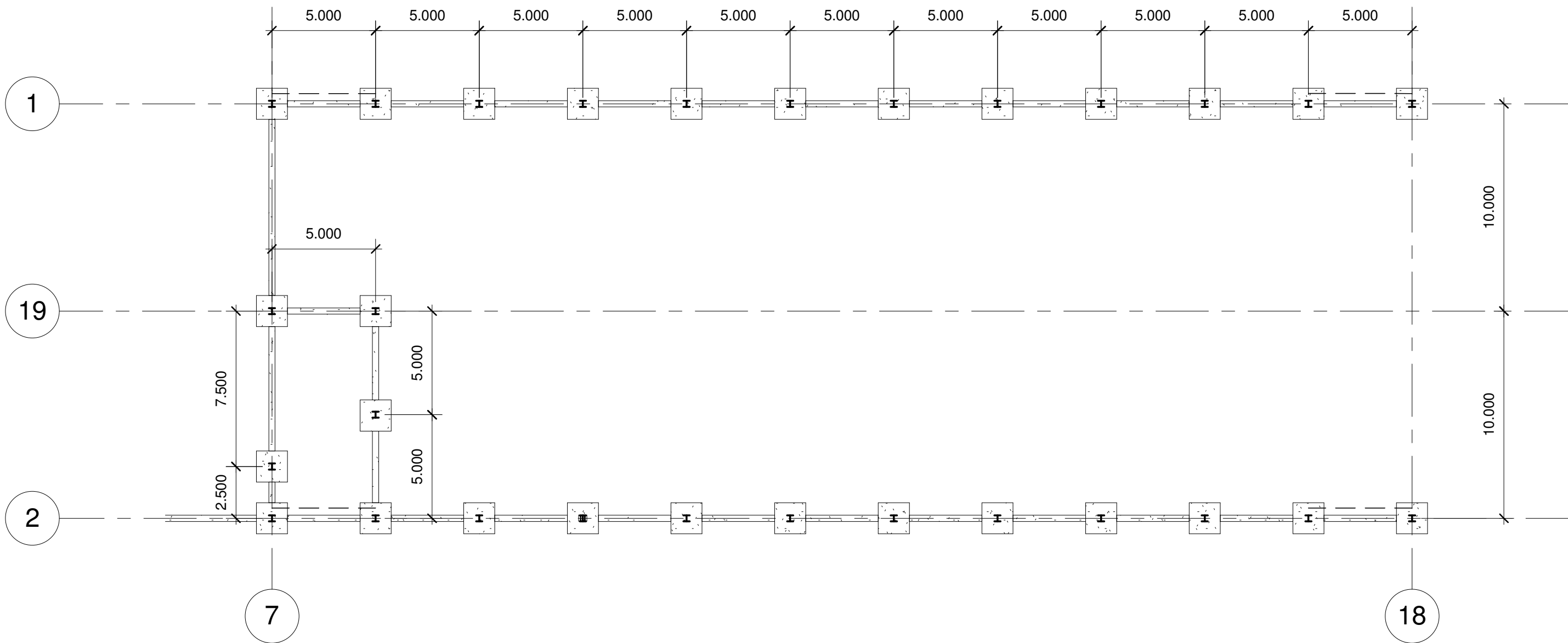
Tabla de planificación de mobiliario		
Familia y tipo	Nº Elementos	Planta
Sillería (4): Sillería (4)	19	1
Estante (1): 1850 x 1850 x 390 mm	9	1
Escritorio - Forma en L: 2000 x 2000 mm	7	1
Estante (1): 1850 x 1850 x 390 mm	9	1
Armario-Archivador 4 cajones: 0915 x 0380 mm Lat.	14	1
Silla - Diseño (1): Silla - Diseño (1)	4	1
Mostrador de recepción: 3800 x 1950 mm	1	1
Mesa de reuniones - Grande: 3100 x 1400 mm	1	1
Mesa de café 2: 0915 x 1830 x 0457 mm	1	1
Total elementos	65	

Tabla de planificación de montantes		
Familia y tipo	Nº Montantes	Longitud (m)
Montante circular: Montante circular 1	74	206,82
Montante rectangular: Montante rectangular - 5 x 10 cm	4	9,16
Montante rectangular: Montante rectangular - 10 x 40 cm	27	45,96
Montante rectangular: Montante rectangular - 5 x 20 cm	35	95,5
Total	140	357,44

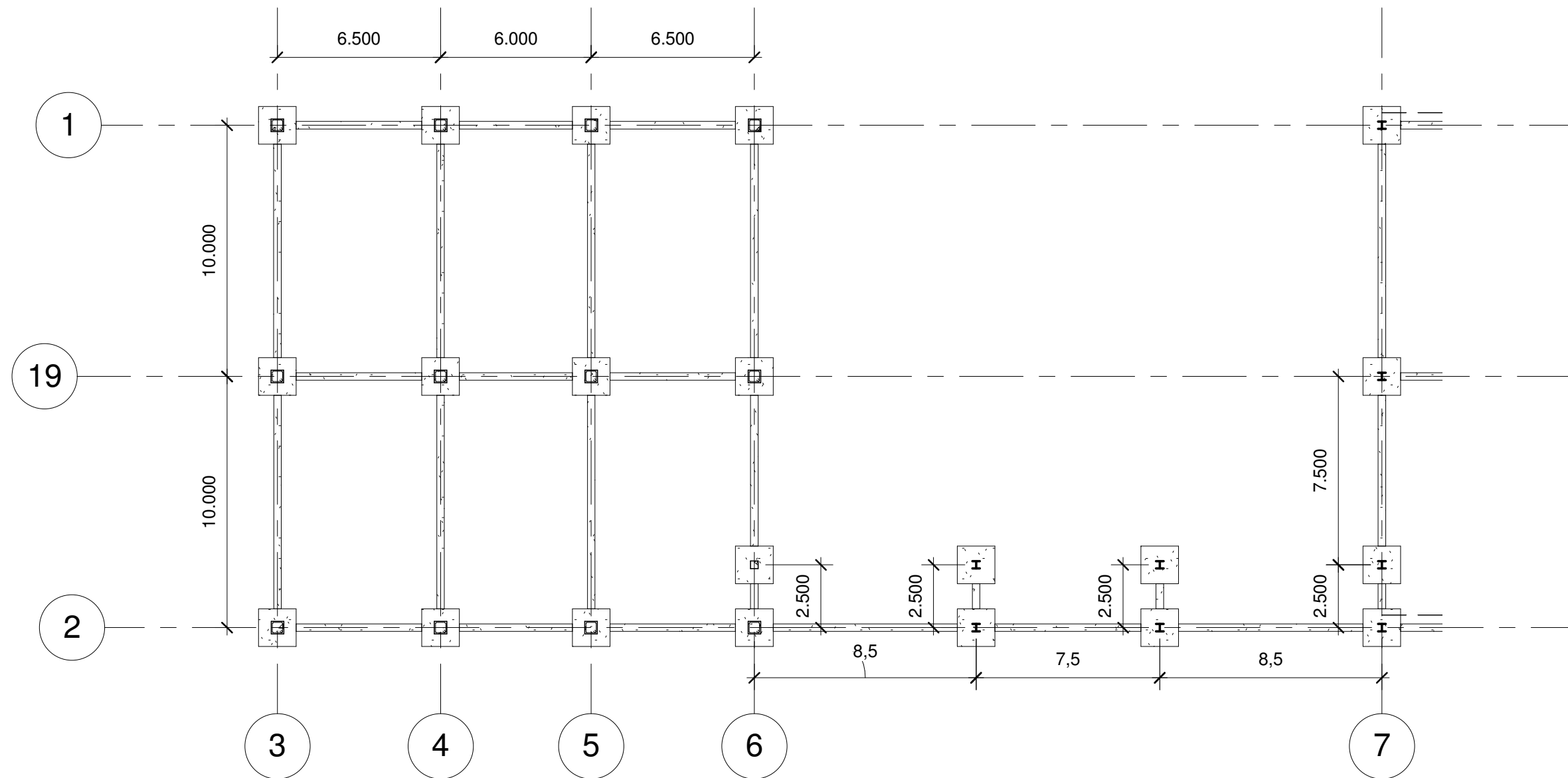
Tabla de planificación de ventanas			
Familia y tipo	Nº Ventanas	Nivel	Resistencia Termica
Ventana pivotante, 1 hoja: 1600 x 1800mm	20	Planta Baja	0.2711 (m ² ·K)/W
Ventana simple con alféizar profundo: 120 x 120 cm	6	Planta 1	0.2711 (m ² ·K)/W
Ventana simple: 80 x 80 cm	2	Planta Baja	0.1491 (m ² ·K)/W
Ventana basculante: 1600 x 1800mm	9	Planta Baja	0.2711 (m ² ·K)/W
Total	37		

Tabla de planificación de puertas		
Familia y tipo	Nº Puertas	Nivel
Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina	2	Planta Baja
Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina	3	Planta 1
Puerta abatible 3: 800 x 2100mm	12	Planta Baja
Puerta abatible 3: 900 x 2100mm	5	Planta Baja
Puerta corredera de 2 hojas en muro con cristal: 165 x 203 cm	2	Planta Baja
Puerta corredera de 2 hojas en muro con cristal: 165 x 203 cm	2	Planta 1
Puerta practicable de entrada, 1 hoja: 1300 x 2500mm	2	Planta Baja
Puerta basculante enrollable: 4.80 x 5 mm 2	3	Planta baja
Puerta corredera simple en muro con cristal: 72.5 x 203 cm	3	Planta 1
Total	34	

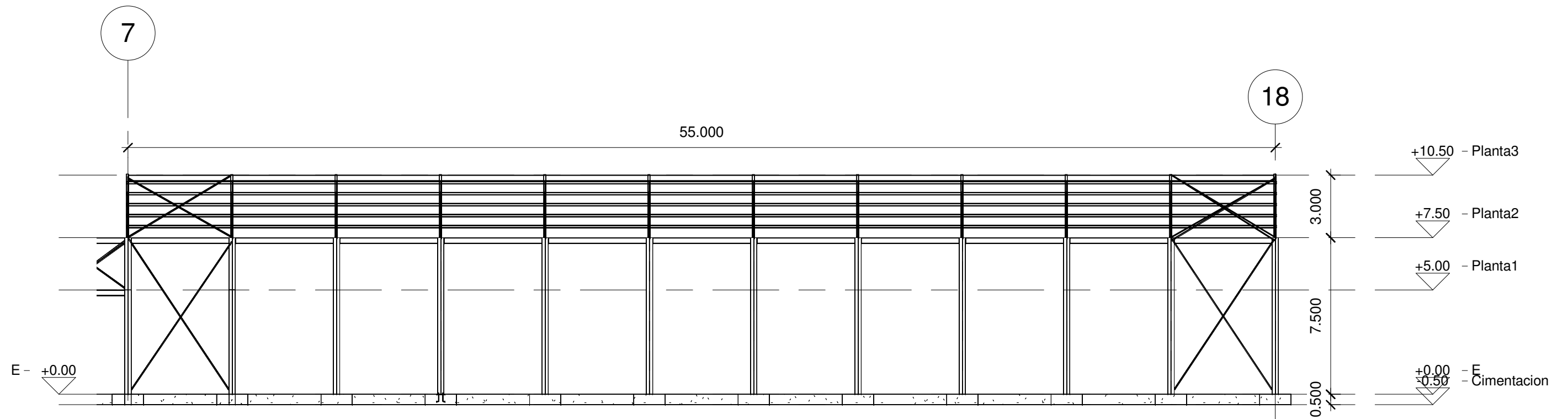
Anexo II. Planos.



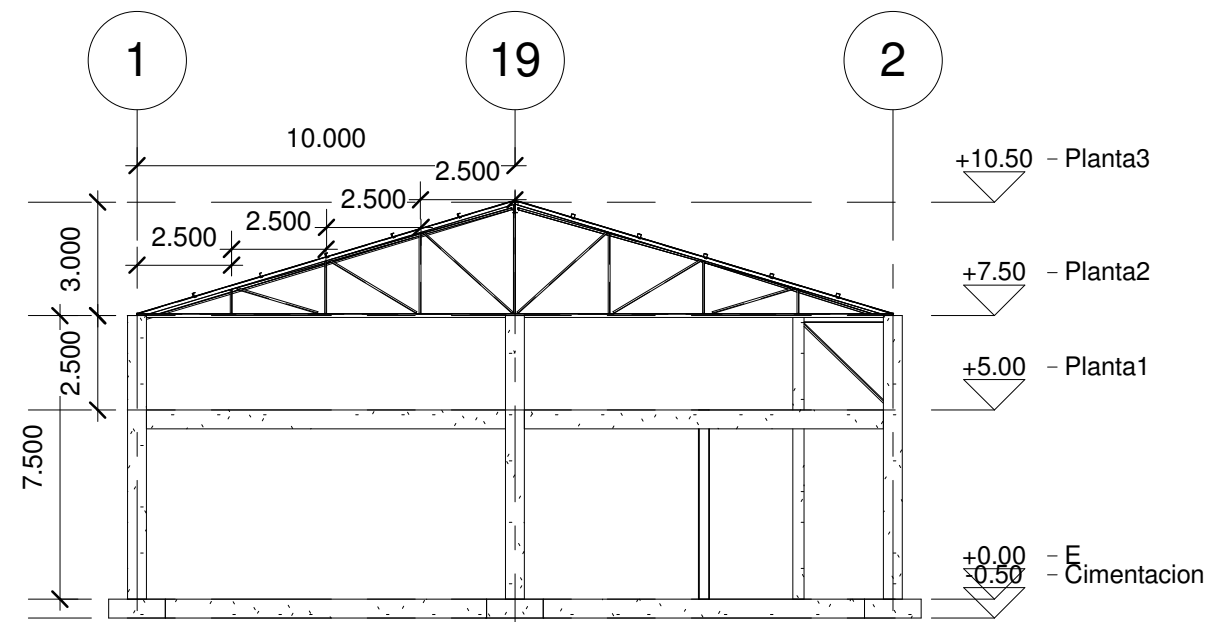
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 Universidad de Jaén	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno			
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego			
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO	
1 : 200	CIMENTACION NAVE 1			S-1	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM CIMENTACION NAVE 2 Y PUENTE			Nº PLANO S-2
1 : 200				



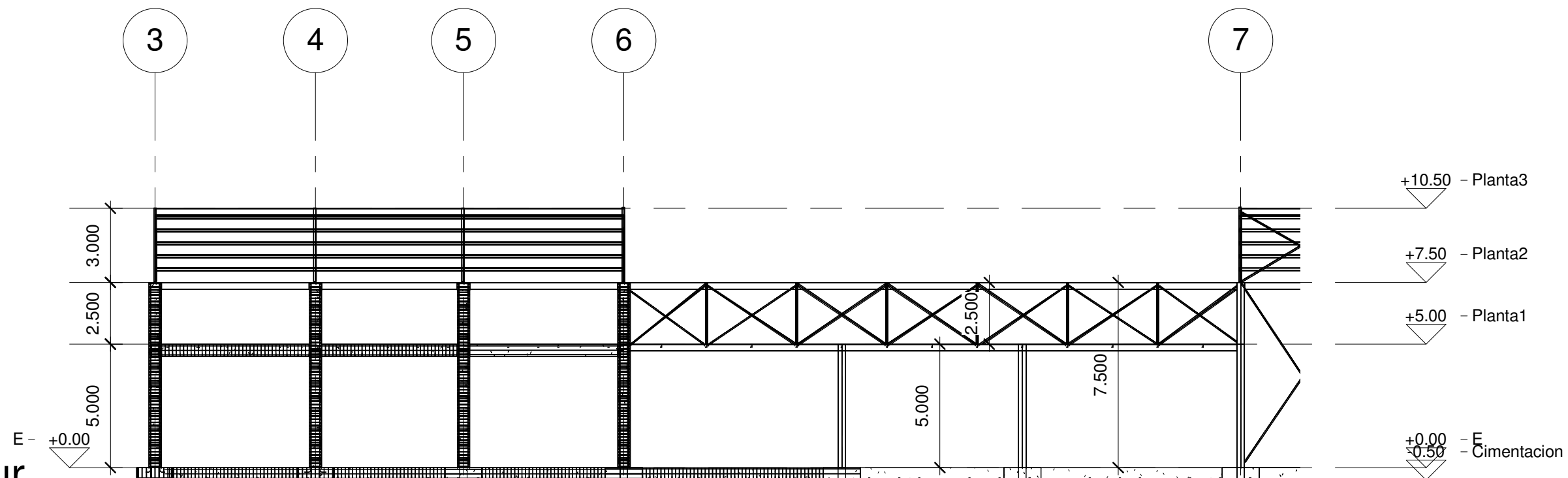
2 Sur
1 : 200



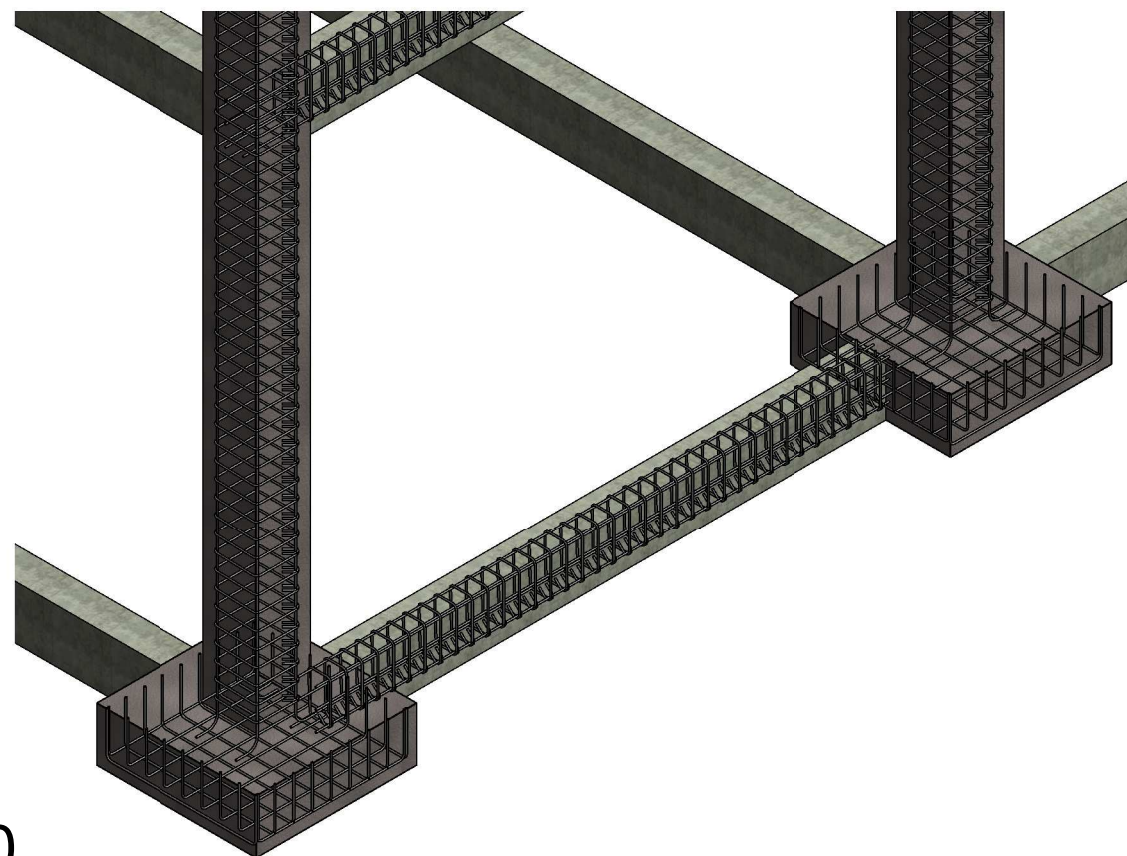
1 Oeste
1 : 200

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO
1 : 200	ALZADO OESTE Y ALZADO SUR (I)			S.3

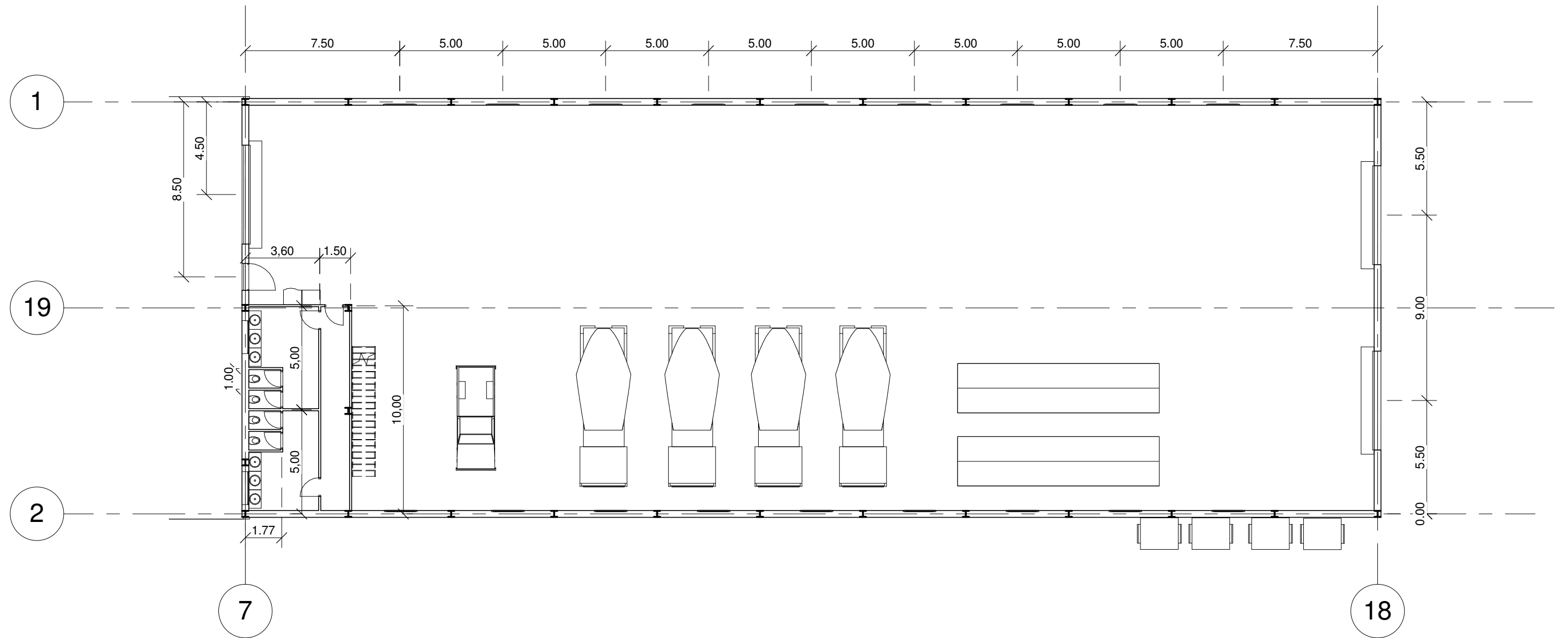
1
Sur.
1 : 200



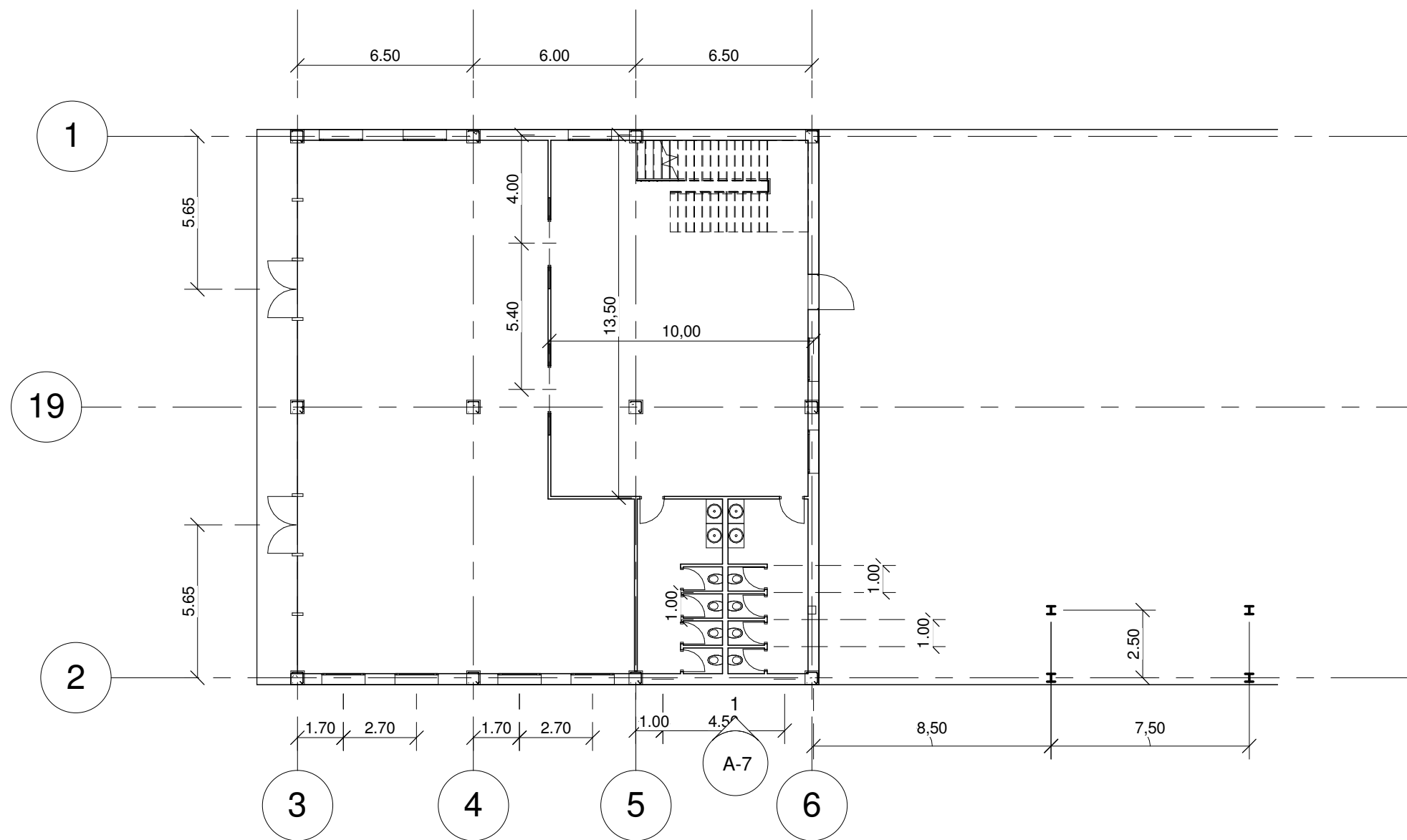
2
1/50



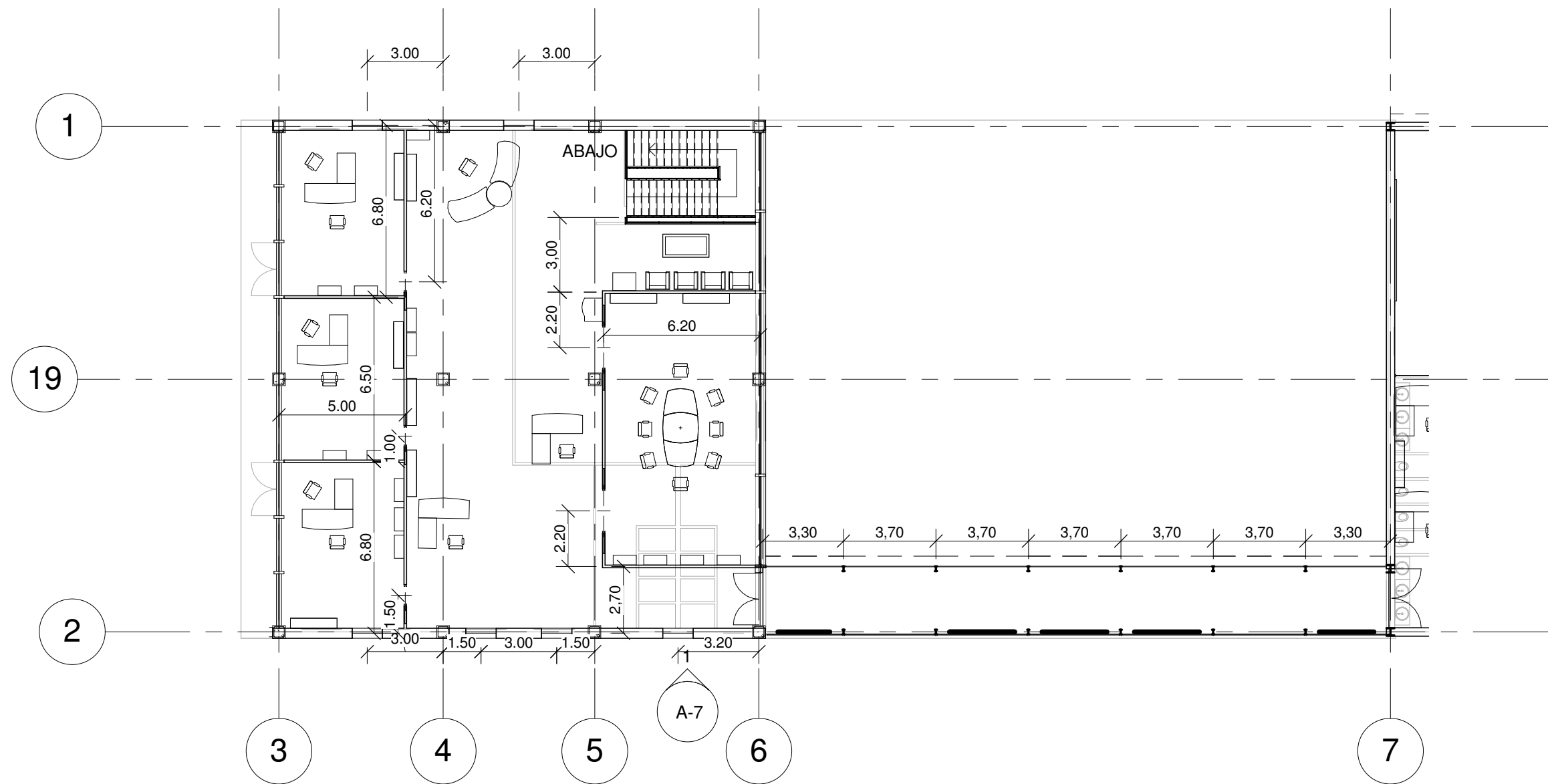
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO
1 : 200	ALZADO SUR (II), VISTA DE DETALLE FERRALLA 3D			S.4



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO
1 : 200	DISTRIBUCION DE PLANTA BAJA, NAVE 1			A-1



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 Universidad de Jaén	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno			
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego			
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM DISTRIBUCION PLANTA BAJA, NAVE 2				Nº PLANO A-2
1 : 200					

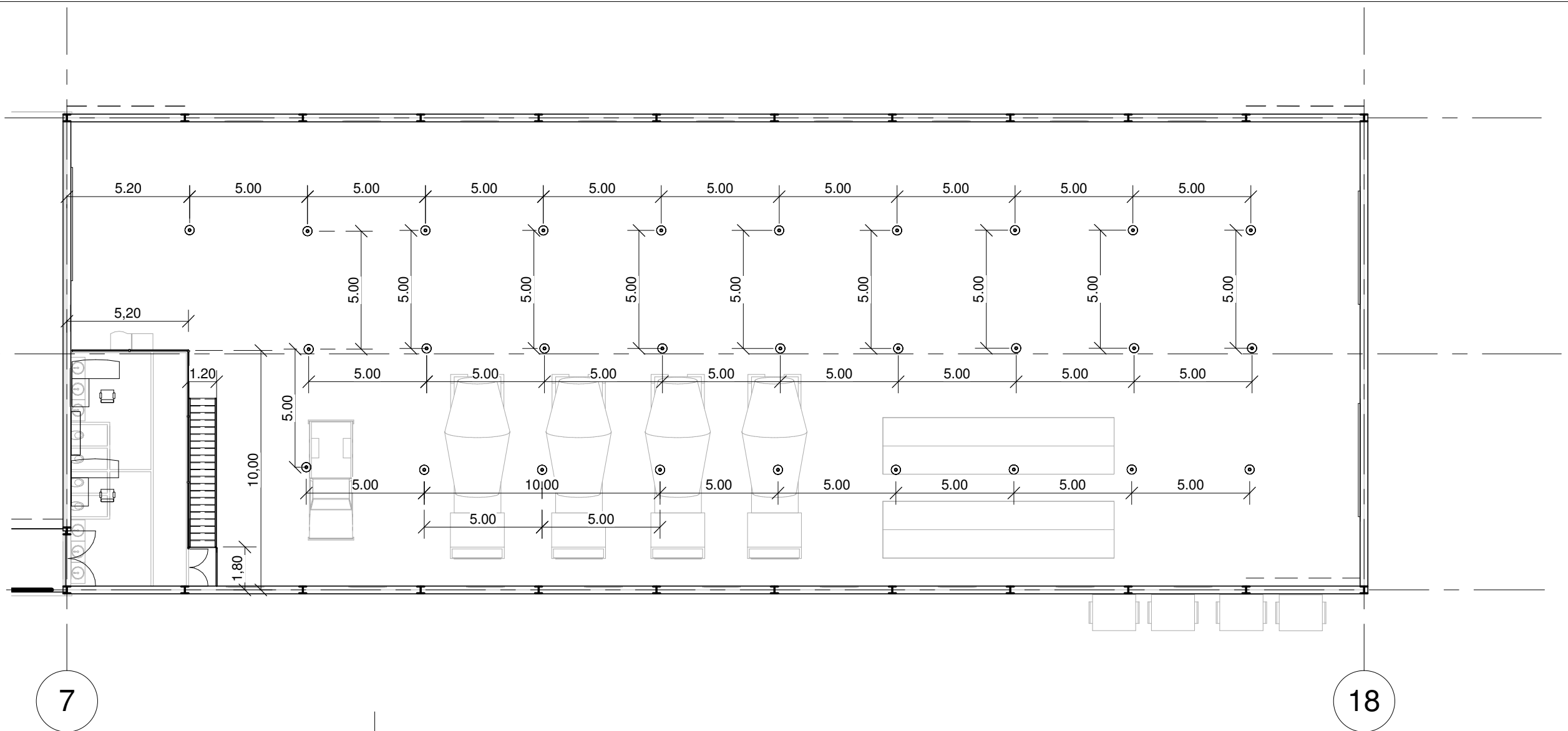


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM DISTRIBUCION DE PLANTA 1, NAVE 2			Nº PLANO A-3
1 : 200				

1

19

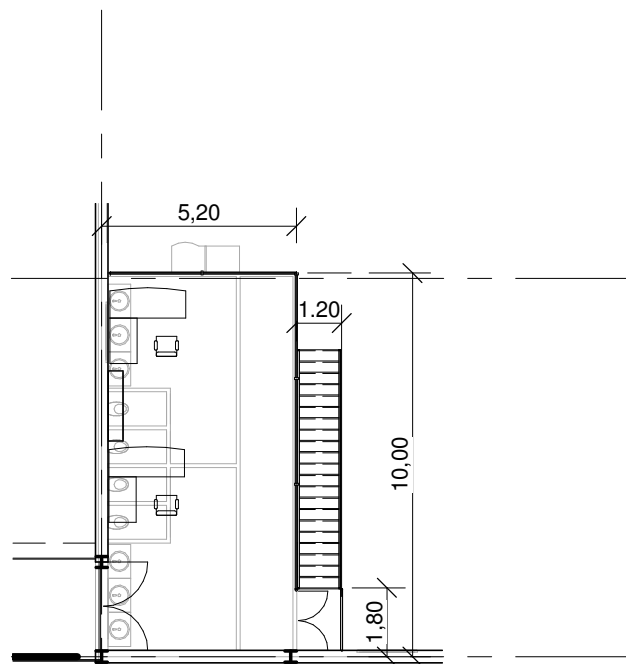
2



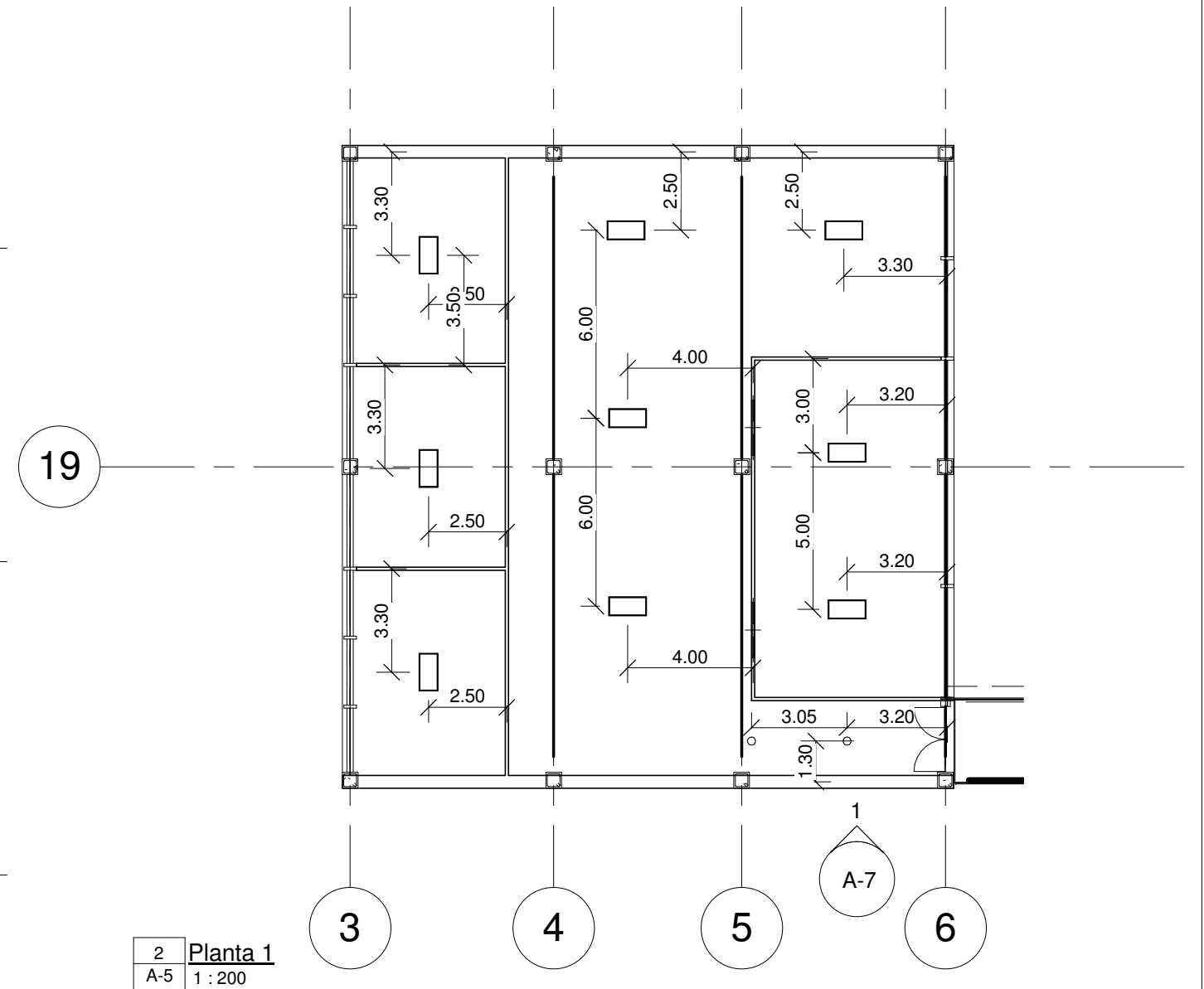
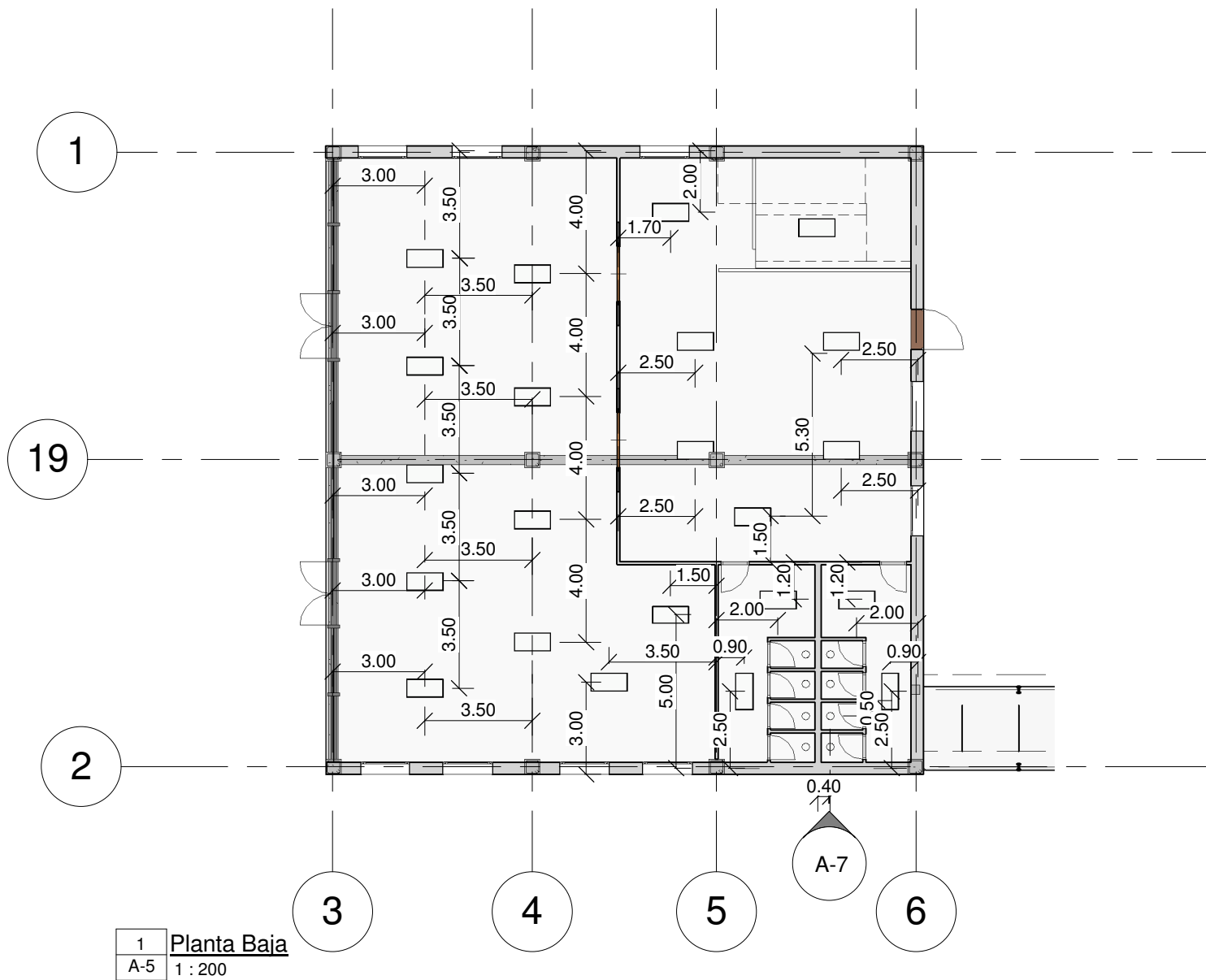
19

2

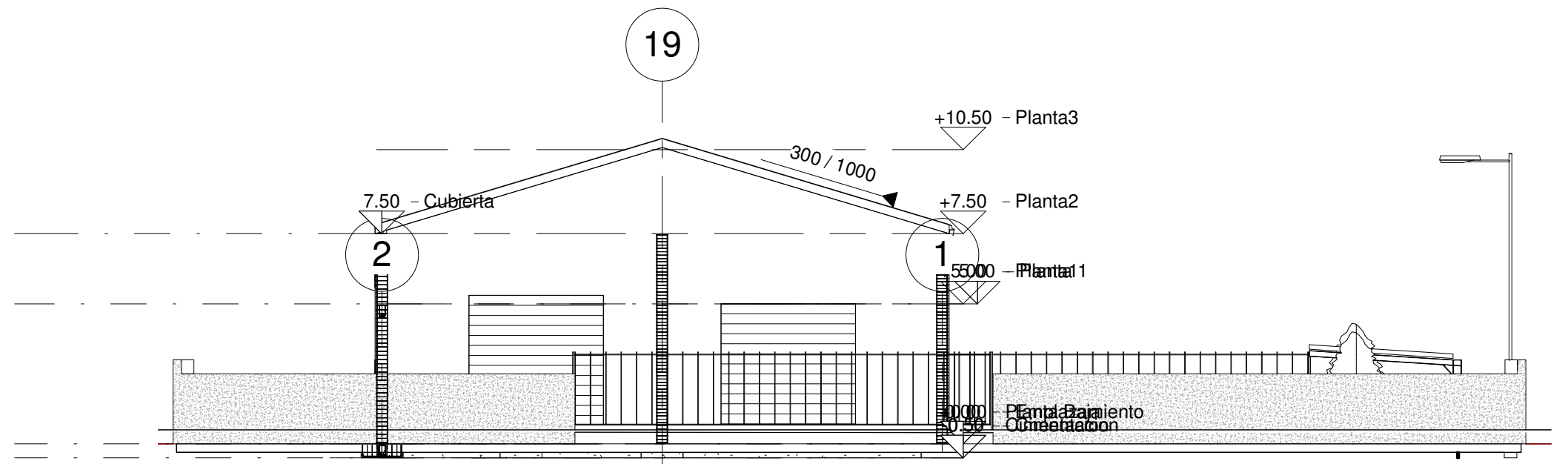
7



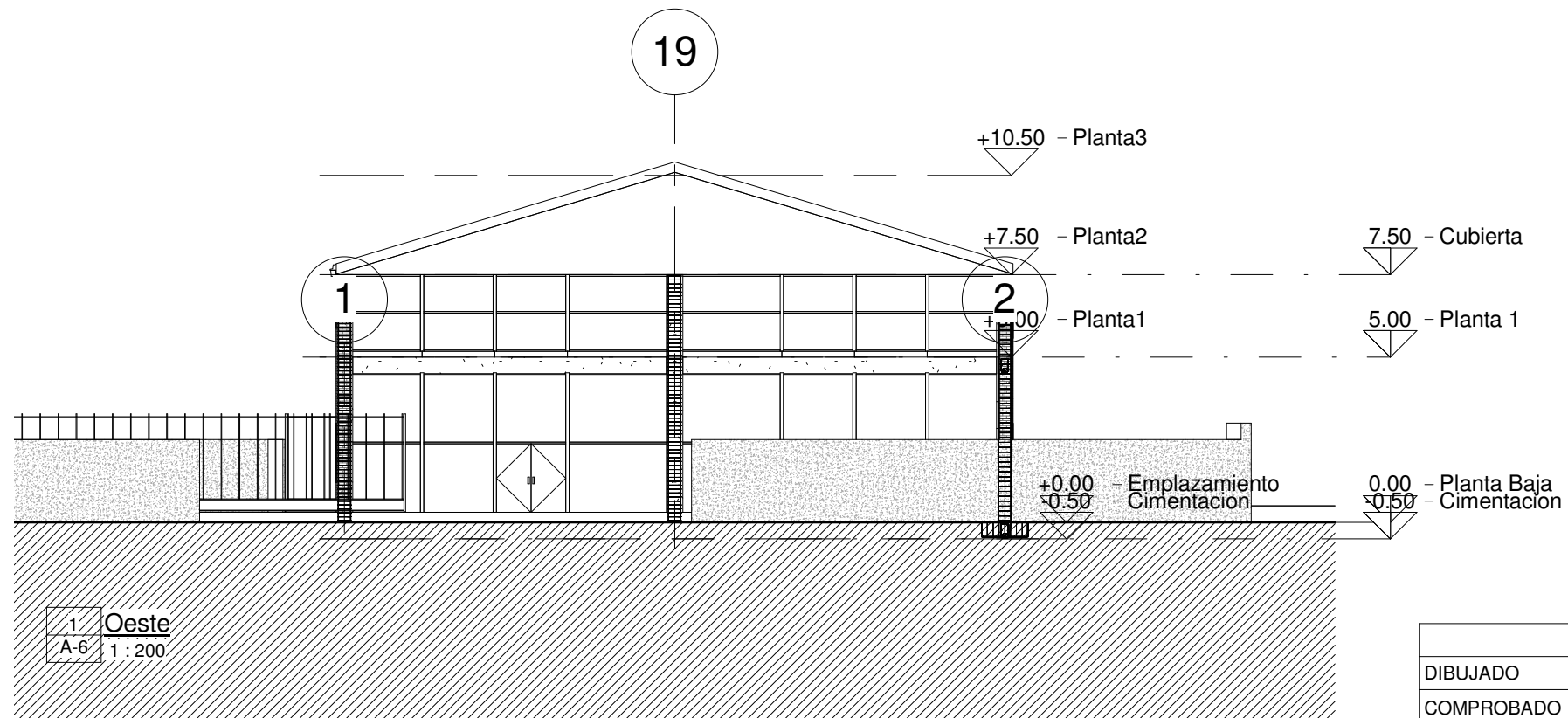
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 Escuela Politécnica Superior de Jaén Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO
1 : 200	DISTRIBUCION DE ILUMINACION, NAVE 1			A-4
	DISTRIBUCION DE PLANTA 1, NAVE 1			



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM DISTRIBUCION DE ILUMINACION, NAVE 2			Nº PLANO A-5
1 : 200				

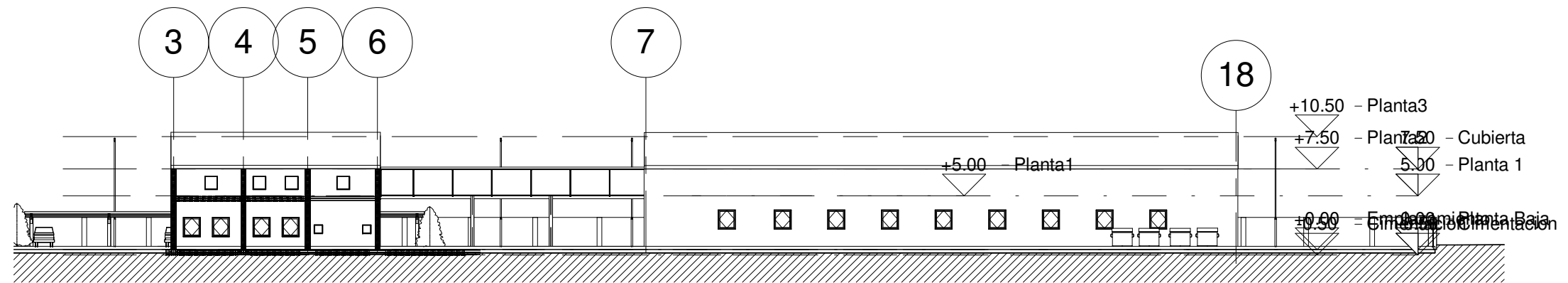


2 Este
A-6 1 : 200

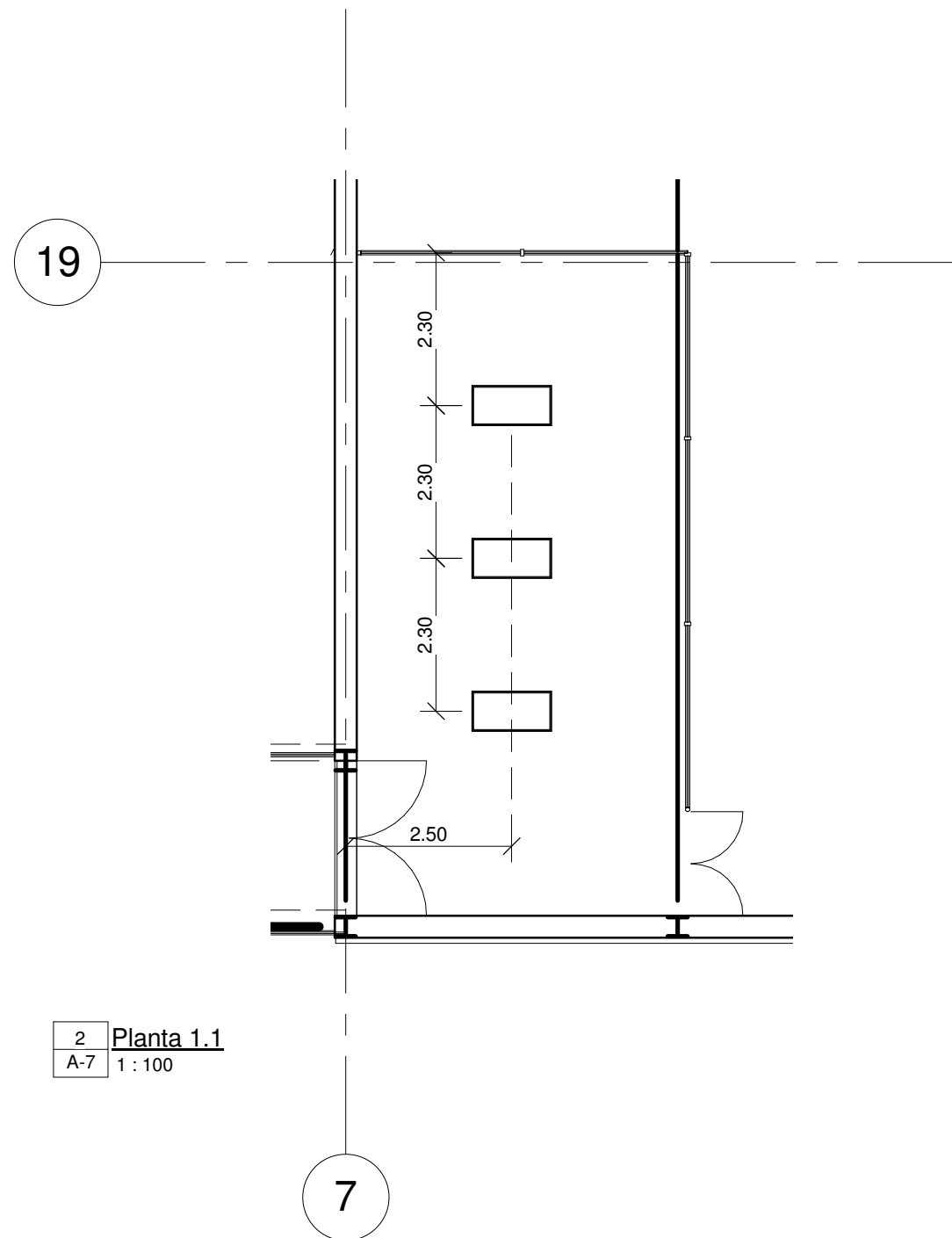


1 Oeste
A-6 1 : 200

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 Universidad de Jaén	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno			
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego			
ESCALA: 1 : 200	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM ALZADO OESTE Y SUR DE LA EDIFICACION				Nº PLANO A-6

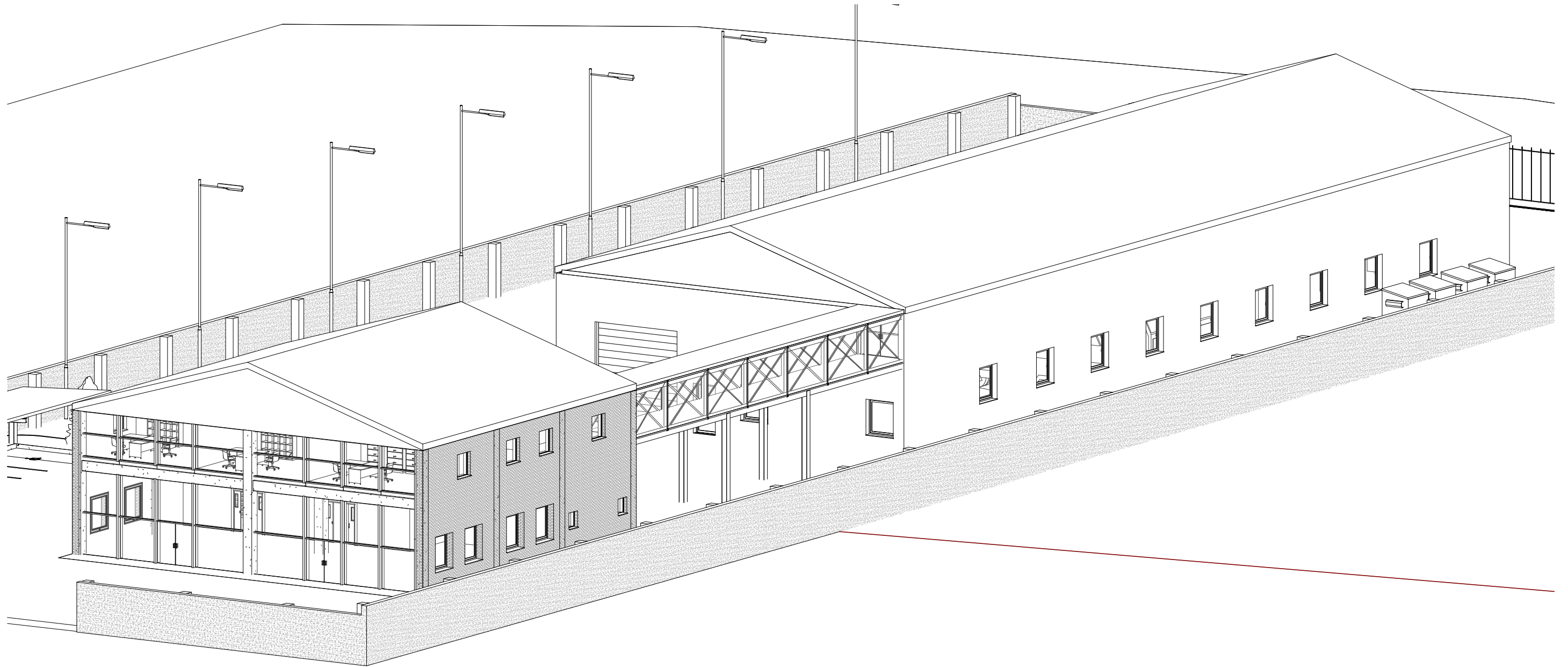


1 Alzado 3 - b
A-7 1 : 500



2 Planta 1.1
A-7 1 : 100

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN Universidad de Jaén
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno		
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego		
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM			Nº PLANO
Como se indica	ALZADO DE LA EDIFICACION. DISTRIBUCION ILUMINACION PLANTA 1, NAVE 1			A-7



1 {3D}
A-8

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 Universidad de Jaén	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
DIBUJADO	25/06/2017	Francisco J Moreno			
COMPROBADO	25/06/2017	Francisco J Gallego			
ESCALA:	DESARROLLO DE UNA CONTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM				Nº PLANO A-8
	PERSPECTIVA				