



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior (Jaén)

TRABAJO FIN DE GRADO

**MODELADO BIM PARA
EL PROYECTO DE UNA
EDIFICACIÓN
DESTINADA A LA
FABRICACIÓN Y VENTA
DE MAQUINARIA
AGRÍCOLA EN BAEZA**

Alumno/a: Francisco Rus Cejudo

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

Noviembre, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don **Francisco Javier Gallego Alvarez** , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:” Modelado BIM para el proyecto de una edificación destinada a la fabricación y venta de maquinaria agrícola en Baeza”, que presenta **Francisco Rus Cejudo**, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Noviembre de 2018

El alumno:

Los tutores:

Francisco Rus Cejudo

D. Francisco Javier Gallego Alvarez

Índice

Resumen de figuras	4
Resumen de tablas	7
1. RESUMEN.....	8
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. ANTECEDENTES DE LA METODOLOGIA BIM	11
3.1. Building Information Modeling	11
3.2. Historia del BIM.....	12
3.3. Implantación.....	12
3.4. Ventajas metodología BIM	13
3.5. Inconvenientes metodología BIM	14
3.6. Software Revit.....	14
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
4.1. Ubicación	16
4.2. Necesidades	18
4.3. Solución adoptada	19
5. METODOLOGÍA DESARROLLADA	22
6. MODELO ESTRUCTURAL	23
6.1. Cimentación	25
6.2. Armado de las zapatas, vigas de atado y losas de cimentación	26
6.3. Pilares	29
6.4. Vigas de atado	30
6.5. Celosía.....	30
6.6. Puente grúa	34
6.7. Conexiones	35
6.8. Suelo estructural de la oficina	39
6.9. Modelo analítico	40
7. MODELO ARQUITECTÓNICO	42
7.1. Suelo arquitectónico.....	43
7.3. Cristalera.....	46
7.4. Diseño de montante personalizado	50
7.5. Puertas.....	54
7.6. Ventanas.....	54
7.7. Montacargas	57
7.8. Escalera	61
7.9. Barandilla	64

7.10.	Techo	69
7.11.	Cubierta.....	70
7.12.	Cubierta solar	73
7.13.	Lucernario.....	75
7.14.	Mobiliario y aparatos.....	78
7.14.1.	Luminarias	78
7.14.2.	Sanitarios	79
7.14.3.	Mobiliario.....	81
8.	GESTIÓN DE FASES	87
9.	VISUALIZACIÓN	91
10.	DOCUMENTACIÓN.....	103
11.	CONCLUSIÓN.....	115
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	117
ANEJOS.....		119
Anejo I.	Tablas de planificación	120
Anejo II.	Planos.....	128

Resumen de figuras

FIGURA 1. SITUACIÓN DEL PROYECTO CON REFERENCIAS GEOGRÁFICAS	16
FIGURA 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO CON REFERENCIAS LOCALES	17
FIGURA 3. EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	17
FIGURA 4. PLANO DE REFERENCIAS CATASTRALES	18
FIGURA 5. NIVELES DE REFERENCIA UTILIZADOS Y COTAS CORRESPONDIENTES	24
FIGURA 6. REJILLA PARA DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS	25
FIGURA 7. ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO	26
FIGURA 8. CIMENTACIÓN CON LOSAS Y ZAPATAS.....	26
FIGURA 9. ARMADURA TIPO 21. FAMILIA DE LA BIBLIOTECA DE REVIT	27
FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA EN LA ZAPATA.....	27
FIGURA 11. ARMADURA IDEAL PARA VIGAS DE ATADO.....	27
FIGURA 12. ARMADURA TRANSVERSAL CONSEGUIDA PARA VIGAS DE ATADO	28
FIGURA 13. ARMADURA DE VIGAS DE ATADO.....	28
FIGURA 14. ARMADURA PARA LOSAS DE CIMENTACIÓN.....	29
FIGURA 15. PILARES ESTRUCTURALES SOBRE CIMENTACIÓN	29
FIGURA 16. VIGAS DE ATADO DE LOS PILARES	30
FIGURA 17. CELOSÍAS HOWE	30
FIGURA 18. VIGA IPN 180 PARA ENLACE DE CELOSÍAS	31
FIGURA 19. SISTEMA DE VIGAS	31
FIGURA 20. SELECCIÓN DE PLANO	32
FIGURA 21. CONTORNO DE LAS CORREAS	32
FIGURA 22. RESTRICCIONES Y TIPO DE CORREAS	33
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN DE LAS CORREAS	33
FIGURA 24. CELOSÍAS CON CORREAS INSTALADAS.....	34
FIGURA 25. GRÚA PUENTE.....	34
FIGURA 26. INSTALACIÓN DE LAS VIGAS VÍA DEL PUENTE GRÚA.....	35
FIGURA 27. CONEXIÓN VIGA – PILAR TIPO A	35
FIGURA 28. CONEXIÓN VIGA - PILAR TIPO B	36
FIGURA 29. CONEXIÓN VIGA - VIGA	36
FIGURA 30. CONEXIÓN DE VIGAS CONTINUAS SOBRE PILAR	36
FIGURA 31. CONEXIONES REVIT	37
FIGURA 32. CONEXIÓN VIGA - PILAR EN REVIT	38
FIGURA 33. NIVEL DE DETALLE	38
FIGURA 34. CONEXIÓN TIPO ÁNGULO	38
FIGURA 35. CONEXIÓN PILAR – ZAPATA.....	39
FIGURA 36. CONEXIONES DE LA CELOSÍA	39
FIGURA 37. COMANDO SUELO	40
FIGURA 38. LÍNEA DE CONTORNO SUELO ESTRUCTURAL.....	40
FIGURA 39. SUELO DE LA OFICINA.....	40
FIGURA 40. MODELO ANALÍTICO.....	41
FIGURA 41. VINCULAR MODELO ESTRUCTURAL Y MODELO ARQUITECTÓNICO	42
FIGURA 42. NIVELES DEL MODELO ARQUITECTÓNICO	42
FIGURA 43. SUELO ARQUITECTÓNICO	43
FIGURA 44. ERROR DE CONTORNO	43
FIGURA 45. SUELO ZONA TALLER Y SUELO EXPOSICIÓN.....	44
FIGURA 46. SECCIÓN DE MURO EXTERIOR.....	44
FIGURA 47. SECCIÓN DE MURO MEDIANERO	45
FIGURA 48. MUROS	45
FIGURA 49. SECCIÓN DE MURO INTERIOR.....	45
FIGURA 50. SECCIÓN DE TABIQUE.....	46
FIGURA 51. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA MUROS INTERNOS Y TABIQUES	46

FIGURA 52. VISTA EN PLANTA DEL EXPOSITOR Y LA OFICINA	46
FIGURA 53. MURO CORTINA	47
FIGURA 54. REJILLA DE MURO CORTINA	47
FIGURA 55. REJILLA PARA MONTANTES	48
FIGURA 56. MONTANTES EN MURO CORTINA.....	49
FIGURA 57. EXPOSITOR DE VEHÍCULOS	49
FIGURA 58. CRISTALERAS EN LA EXPOSICIÓN DE VEHÍCULOS Y EN LA PRIMERA PLANTA.....	50
FIGURA 59. SELECCIONAR ARCHIVO DE PLANTILLA.....	51
FIGURA 60. EDITOR DE FAMILIAS.....	51
FIGURA 61. PERFIL GENERADO PARA MONTANTE	52
FIGURA 62. PARAMETRIZACIÓN DEL PERFIL	52
FIGURA 63. NUEVO MONTANTE PARA MURO CORTINA.....	53
FIGURA 64. PUERTA DE ESCAPARATE	53
FIGURA 65. PUERTAS INSTALADAS.....	54
FIGURA 66. VISTA EN PLANTA DE LAS VENTANAS INSTALADAS.....	55
FIGURA 67. VISTA EN PLANTA PARA AUMENTO DE LUZ NATURAL EN MESAS DE TRABAJO Y ALMACÉN	55
FIGURA 68. VENTANAS EN PLANTA BAJA.....	55
FIGURA 69. VISTA EN PLANTA DE LAS VENTANAS EN LA OFICINA.....	56
FIGURA 70. VENTANAS EN PRIMERA PLANTA PARA LA ZONA DEL TALLER.....	56
FIGURA 71. VISTA GENERAL DE LA EDIFICACIÓN TRAS INSTALAR LAS VENTANAS	57
FIGURA 72. NUEVA FAMILIA ELEVADORES	58
FIGURA 73. COMPONENTE	58
FIGURA 74. FORJADO ANTES DEL ELEVADOR.....	59
FIGURA 75. FORJADO TRAS INTRODUCIR ELEVADOR	59
FIGURA 76. CERRAMIENTO DEL HUECO DEL ELEVADOR VISTA DESDE EL INTERIOR	60
FIGURA 77. CERRAMIENTO DEL HUECO DEL ELEVADOR VISTA DESDE EL EXTERIOR OCULTANDO UN MURO	61
FIGURA 78. ESCALERA.....	62
FIGURA 79. VISTA EN PLANTA DE LA ESCALERA.....	63
FIGURA 80. AJUSTE DEL HUECO DE LA ESCALERA	64
FIGURA 81. BARANDILLA DE CAMINO	64
FIGURA 82. TRAYECTO DE LA BARANDILLA.....	65
FIGURA 83. BARANDILLA DEL HUECO DE LA ESCALERA	65
FIGURA 84. BARANDILLA EN ESCALERA/RAMPA.....	66
FIGURA 85. EDITAR CAMINO DE BARANDILLA.....	66
FIGURA 86. CAMINO ERRÓNEO DE BARANDILLA ELIMINADO	67
FIGURA 87. TRAMO FINAL DE BARANDILLA EN LA ESCALERA.....	68
FIGURA 88. NUEVO ANFITRIÓN.....	68
FIGURA 89. ESCALERA Y BARANDILLA	69
FIGURA 90. CONTORNO DEL TECHO	69
FIGURA 91. HUECO ENTRE FORJADO PLANTA SUPERIOR Y TECHO PLANTA INFERIOR	70
FIGURA 92. TECHO PRIMERA PLANTA	70
FIGURA 93. CUBIERTA POR EXTRUSIÓN	71
FIGURA 94. DEFINICIÓN DE PLANO DE TRABAJO A	71
FIGURA 95. DEFINICIÓN DE PLANO DE TRABAJO B	72
FIGURA 96. PERFIL DE LA CUBIERTA	72
FIGURA 97. ESPACIO LIBRE ENTRE MURO Y CUBIERTA.....	73
FIGURA 98. ESTADO FINAL CON LA CUBIERTA INSTALADA	73
FIGURA 99. CUBIERTA PLANA TRANSITABLE.....	74
FIGURA 100. MUROS DE SEGURIDAD EN CUBIERTA PLANA.....	75
FIGURA 101. MODIFICACIÓN DE LA CUBIERTA	76
FIGURA 102. MITAD DE CUBIERTA.....	76
FIGURA 103. REFLEJAR	77

FIGURA 104. CUBIERTA SIN LUCERNARIO	77
FIGURA 105. PERFIL LUCERNARIO	77
FIGURA 106. LUCERNARIO	78
FIGURA 107. LUMINARIAS EN VISTA DE PLANTA PARA PLANTA 1	79
FIGURA 108. LUMINARIAS 3D	79
FIGURA 109. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	80
FIGURA 110. ASEOS Y VESTUARIO EN VISTA DE PLANTA PARA PLANTA BAJA	80
FIGURA 111. ISTA EN PLANTA DEL ASEO EN PLANTA 1	81
FIGURA 112. MOBILIARIO EN LA OFICINA.....	82
FIGURA 113. MOBILIARIO EN ALMACÉN, ZONA DE TRABAJO Y VESTUARIO	82
FIGURA 114. ALMACÉN Y ZONA DE TRABAJO.....	82
FIGURA 115. ELEVADORES DEL TALLER VISTA EN PLANTA	83
FIGURA 116. PERSPECTIVA DE LOS ELEVADORES DEL TALLER.....	83
FIGURA 117. VISTA EN PLANTA DE LOS PANELES	84
FIGURA 118. VISTA SURESTE EN 3D DE LA CONSTRUCCIÓN CON DETALLES.....	84
FIGURA 119. VISTA SUROESTE EN 3D DE LA CONSTRUCCIÓN CON DETALLES	85
FIGURA 120. VISTA SURESTE DEL ENTORNO.....	85
FIGURA 121. VISTA SUROESTE DEL ENTORNO.	86
FIGURA 122. PROCESO POR FASES	87
FIGURA 123. GESTIÓN DE FASES	87
FIGURA 124. VISTA DE CÁMARA: ESTRUCTURA 3D NOROESTE	88
FIGURA 125. PROPIEDADES DE VISTA: PROCESO POR FASES	88
FIGURA 126. FASE: CIMENTACIÓN	89
FIGURA 127. FASE: PILARES	89
FIGURA 128. FASE: VIGAS DE ATADO.....	89
FIGURA 129. FASE: CELOSÍAS.....	89
FIGURA 130. FASE: PUENTE GRÚA.....	89
FIGURA 131. FASE: CONEXIONES	90
FIGURA 132. FASE: SUELO ESTRUCTURAL OFICINA.....	90
FIGURA 133. VISTA DE CÁMARA: ESTRUCTURA 3D SURESTE	92
FIGURA 134. VISTA DE CÁMARA: ESTRUCTURA 3D SUROESTE.....	92
FIGURA 135. VISTA DE CÁMARA: ESTRUCTURA 3D NOROESTE	92
FIGURA 136. VISTA DE CÁMARA: ESTRUCTURA 3D NORESTE.....	93
FIGURA 137. VISTA DE CÁMARA: EDIFICACIÓN 3D SUROESTE.....	93
FIGURA 138. VISTA DE CÁMARA: EDIFICACIÓN 3D SURESTE	93
FIGURA 139. VISTA DE CÁMARA: EDIFICACIÓN 3D NORESTE.....	94
FIGURA 140. VISTA DE CÁMARA: EDIFICACIÓN 3D NOROESTE	94
FIGURA 141. VISTA DE CÁMARA: EMPLAZAMIENTO 3D	94
FIGURA 142. RECORRIDO EN PLANTA.....	95
FIGURA 143. RECORRIDO: ENTRADA A LA EDIFICACIÓN.....	95
FIGURA 144. RECORRIDO: ZONA DE EXPOSICIÓN DE VEHÍCULOS	96
FIGURA 145. RECORRIDO: ACCESO A ESCALERA DESDE ZONA DE EXPOSICIÓN.....	96
FIGURA 146. RECORRIDO: ACCESO A ESCALERA DESDE PLANTA BAJA	97
FIGURA 147. RECORRIDO: ASCENSO POR ESCALERA.....	97
FIGURA 148. RECORRIDO: FINAL DE ESCALERA, PLANTA 1.	98
FIGURA 149. RECORRIDO: ACCESO A LA OFICINA	98
FIGURA 150. RECORRIDO: VISTA DE LA OFICINA DESDE LA PUERTA DE ACCESO	99
FIGURA 151. RECORRIDO: VISTA DE LA EXPOSICIÓN DESDE LA OFICINA	100
FIGURA 152. RENDER: EXPOSICIÓN DE VEHÍCULOS	100
FIGURA 153. RENDER: MONTACARGAS DESDE LA EXPOSICIÓN DE VEHÍCULOS	101
FIGURA 154. RENDER: OFICINA CON VISTAS AL TALLER	101
FIGURA 155. RENDER: ZONA TALLER.....	102

FIGURA 156. RENDER: EMPLAZAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN	102
FIGURA 157. TABLA DE PLANIFICACIÓN/CANTIDADES	103
FIGURA 158. CAMPOS DE PLANIFICACIÓN.....	104
FIGURA 159. CUADRO DE ROTULACIÓN	105
FIGURA 160. PLANTILLA DE CUADRO DE ROTULACIÓN	106
FIGURA 161. MÁRGENES.....	106
FIGURA 162. CAJETÍN	107
FIGURA 163. PLANO CON CAJETÍN	107
FIGURA 164. VISTAS DE PLANO.....	108
FIGURA 165. PROPIEDADES DE IMPRESIÓN	109
FIGURA 166. OPCIONES AVANZADAS.....	110
FIGURA 167. BASES DE COSTES DE LA CONSTRUCCIÓN EN ÁNDALUCÍA.....	110
FIGURA 168. EJEMPLO DE UNIDADES DE OBRA	111
FIGURA 169. PARTIDA DE CIMENTACIÓN.....	111
FIGURA 170. PARTIDA DE ESTRUCTURA	112
FIGURA 171. PARTIDA DE MUROS	112
FIGURA 172. PARTIDA DE SUELOS	112
FIGURA 173. PARTIDA DE TECHOS	112
FIGURA 174. PARTIDA DE CUBIERTAS.....	112
FIGURA 175. PARTIDA DE LUMINARIAS	112
FIGURA 176. PARTIDA DE SANITARIOS.....	113
FIGURA 177. PARTIDA DE MOBILIARIO	113
FIGURA 178. RESUMEN DE PARTIDAS.....	113

Resumen de tablas

TABLA 1. COMPARACIÓN CON EL PLAN URBANÍSTICO.....	20
TABLA 1. DIMENSIONES DE LA ESCALERA	62

1. RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla el modelado de una construcción industrial mediante metodología BIM. Para ello se emplea el software Revit 2019.

Los objetivos fueron diseñar, modelar y gestionar la información para un proyecto de ejecución industrial. Además, analizar las ventajas e inconvenientes al aplicar la metodología BIM respecto a la utilizada tradicionalmente.

Para ello se elaboró un estudio de antecedentes sobre BIM y sus aplicaciones. Se desarrolló un modelo estructural, un modelo arquitectónico y un pequeño modelado del emplazamiento. Estos se vincularon, creando un único objeto virtual que dió una idea del posible resultado final. Para la determinación de los elementos a implementar no se realizó cálculo alguno, es decir, los elementos utilizados se seleccionaron consultando construcciones de similares características. Tampoco se hizo el modelado de instalaciones. Así mismo se generó la documentación del proyecto (planos, mediciones, lista de materiales...) y se desarrolló la gestión de las fases estructurales. Además, se obtuvieron visualizaciones del modelo (cámara, recorrido y render) y un presupuesto orientativo destinados a la presentación del propio ante el cliente.

2. INTRODUCCIÓN

Al elaborar un proyecto de construcción se está en contacto con un elevado número de agentes, se recopila gran cantidad de documentos y se maneja mucha información. Todo esto en definitiva suele originar errores, los errores se convierten en tiempo y el tiempo es dinero.

Cuando se trabajaba sin sofisticados programas de cálculo y los medios de comunicación eran limitados la aparición de un problema llegaba a suponer la paralización del proyecto. A día de hoy, con la metodología clásica de construcción, los imprevistos siguen ocurriendo a la vez que los proyectos aumentan en cuanto a dimensión, número de agentes y repercusión. Esto lleva a replantearse la manera de trabajar y a intentar dar el siguiente paso como ya se hizo con los programas CAD.

Actualmente el sistema BIM, un método avanzado para la gestión y elaboración de proyectos en edificación, ingeniería y obra civil, ofrece una solución para la mayoría de los fallos en las construcciones, proporcionando una gran ventaja y capacidad de actuación, considerándose una revolución en nuestro campo. El término BIM es acrónimo de Building Information Modeling. Consiste en el modelado de la edificación en 3D mediante el uso de elementos cuyas propiedades se pueden modificar. Esto genera una gran base de datos actualizable y accesible en todo momento por cualquier miembro del proyecto. Permite construir de una manera más eficiente, reduciendo costes al tiempo que permite a proyectistas, constructores y demás agentes implicados trabajar de forma colaborativa.

BIM se está imponiendo como nuevo estándar en la construcción a nivel nacional, europeo y mundial. Siguiendo los pasos de EEUU y Canadá, la Unión Europea adoptó la tecnología BIM en todos los proyectos de financiación pública el año 2018.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar el diseño y modelado de una construcción industrial mediante metodología BIM. En este caso una construcción destinada a la venta y fabricación de material agrícola en la localidad jiennense de Baeza. Para ello no se realizó calculo alguno, es decir, tomando como referencia construcciones de características similares. Tampoco se modelaron las

instalaciones. Además, se obtuvo documentación e imágenes para la presentación ante el cliente.

3. ANTECEDENTES DE LA METODOLOGIA BIM

A diferencia de las aplicaciones CAD, que imitan la acción de un papel y un lápiz, la metodología BIM representa de forma más fidedigna el proceso de construcción. Esta herramienta desarrolla una construcción más intuitiva y eficiente, propiciando mayor colaboración entre los agentes que intervienen.

La idea básica de BIM es crear y modificar un único elemento sobre el que todas las disciplinas pueden trabajar. De esta manera cada una realiza su cometido apoyándose en lo que ya se había creado, pero generando una base de datos global.

3.1. Building Information Modeling

Hay un concepto general de que BIM significa diseño en 3D. Pero no es solo esto. Para conseguir comprender esta metodología de trabajo hay que conocer a que hacen referencia sus siglas. A continuación se indica el significado de cada una de ellas:

- Edificio (Building): Una de sus grandes ventajas es la visualización en tres dimensiones de los elementos que se van colocando. Esto repercute directamente en la discusión de soluciones ya que se aprecia la interacción de cada elemento con su entorno.
- Información (Information): El hecho de que cada parte del proyecto se desarrolle sobre el mismo modelo genera una gran base de datos en continua actualización y disponible para cada agente en cualquier momento. Esto favorece la comunicación reduciendo la posibilidad de errores.
- Modelado (Modeling): La última sigla de BIM puede hacer referencia a modelado o administración (Management). Pero también se puede entender como una mezcla de ambas ya que la edificación se modela administrando información, entendiendo la información como elementos con ciertas características que se pueden modificar y actualizar según las necesidades.

3.2 Historia del BIM

Una confusión muy extendida es confundir “Revit” o “ArchiCad” con BIM. El BIM no es ningún software, el software nos sirve para hacer el BIM.

En 1963 se creó el primer programa de CAD, era el primer programa capaz de crear líneas en un ordenador. En el año 1973 unos estudiantes de la universidad de Cambridge buscaban fusionar CAD de la época con sólidos en 3D que permitieran generar vistas paramétricas del elemento. Posteriormente en 1986 se utilizaron por primera vez las palabras building information model para hacer referencia al uso del software para la construcción del aeropuerto Heathrow de Londres. Dos años más tarde Paul Teicholz fundó el Centro de Ingeniería de Instalaciones en Stanford, donde se comenzó a fomentar el desarrollo de modelos de construcción. Ya en 1993 Graphisoft hizo la primera versión de ArchiCAD, siendo el primer software CAD-BIM. Por último, en el año 2000 aparece el software Revit.

3.3 Implantación

Se puede decir que EEUU fue la pionera en implementar la metodología BIM en grandes proyectos públicos ya que el 49% de las empresas para el año 2009 lo utilizaban. Sin embargo, Canadá no fue hasta 2015 cuando impuso estándares BIM en su gobierno.

En cuanto a los países centroamericanos y sudamericanos la implantación de esta metodología va más lenta.

En Oceanía, Australia y Nueva Zelanda ofertan una guía BIM. Además de haber hecho público que en 15 años todos los proyectos serán realizados en BIM.

Para el continente asiático la metodología BIM es una realidad en la mayoría de países. Por ejemplo, los proyectos en Dubai y los proyectos públicos de más de 50M\$ en Corea del Sur son obligatorios en BIM. En Japón el 47% de las empresas han trabajado con esta metodología mientras que países como Singapur y China tienen una guía BIM y además desarrollarán una estrategia de implantación para los próximos años.

Si se habla de Europa los países escandinavos fueron los primeros en implementar esta metodología ya que suelen ser países más pequeños y esto beneficia la aplicación de este tipo de cambios. En el Reino unido desde 2016 es obligatorio para proyectos gubernamentales y en Francia desde el año 2017 para proyectos de más de 20M€. En Alemania BIM está más demandado por el sector privado alcanzando cotas del 90%.

Mientras tanto en España desde 2018 para proyectos de más de 2M€ los equipamientos e infraestructuras públicas en fase de diseño y construcción de obra nueva deben realizarse en BIM. Habiendo una intención para el año 2020 de que esto sea para todas las fases y tanto en obra nueva como rehabilitación.

La metodología BIM está revolucionando el mundo de la construcción, encontrando aplicación en numerosos sectores. Algunos de ellos son: Arquitectura, diseño interior, estructuras, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería sanitaria, construcción e instalaciones de seguridad.

3.4. Ventajas metodología BIM

BIM replantea nuestra forma de trabajo individual, es decir, diferentes agentes desarrollan su trabajo por separado, pero ambos añaden información a la misma base de datos. La información contenida en nuestro modelo está disponible desde cualquier plataforma o sistema de apoyo tanto para consulta como para modificación en cualquier momento.

Distintos software crean formatos de interoperabilidad para intercambiar información mejorando el rendimiento respecto al trabajo de cada software por separado.

BIM permite crear una réplica virtual en 3D de la construcción mediante la utilización de elementos inteligentes, encontrando a estos en bibliotecas que contienen características físicas y técnicas de cada uno. En estos modelos confluye la información de las distintas especialidades del proyecto, lo cual permite asegurar la calidad del proyecto y prevenir errores.

En el caso de necesitar modificar el modelo todos los elementos se actualizan automáticamente, así como planimetría y visualización en 3D.

Las simulaciones son una gran herramienta a la hora de dar al promotor y a los usuarios una idea del estado final del proyecto y además, para recibir información sobre consumo energético y comportamiento sostenible de la instalación.

3.5. Inconvenientes metodología BIM

El primer inconveniente que nos encontramos a la hora de introducir BIM es el dinero. Aunque la empresa este convencida de las ventajas que conllevaría el cambio no todas pueden afrontar el desembolso que este supone. No solo por pago de licencias, también actualización de medios. Los programas BIM requieren gran capacidad computacional y en el caso de trabajar con ordenadores antiguos nos veríamos limitados.

Al problema anterior se le podría añadir el gasto en cursos de aprendizaje para los trabajadores si nos centramos en el aspecto económico. Pero quizás el mayor obstáculo sería el propio hecho de tener que aprender una nueva manera de trabajar, principalmente para los agentes que llevan muchos años aplicando la metodología anterior.

3.6. Software Revit

Dentro de la metodología BIM existen varios programas destacados. En este proyecto el software BIM empleado es Revit de Autodesk 2019. Seguidamente se determinan aspectos fundamentales sobre dicho software:

- Revit es un programa de modelado en 3D hecho por Autodesk. Se podría decir que es la siguiente evolución de AutoCAD, es decir, lo que antes hacíamos en 2D con AutoCAD ahora lo hacemos en 3D con Revit.
- Revit nos sirve para crear modelos en 3D de edificaciones con un nivel de detalle según nuestras necesidades. Podemos ir desde un nivel únicamente conceptual que nos muestra la geometría general de la edificación hasta tener un modelo

completo con dimensiones reales que nos muestre cómo encaja cada elemento de la edificación con los otros. Podemos hacer tanto la estructura como los componentes arquitectónicos (puertas, ventanas...) sistemas de aire acondicionado, sistemas electromecánicos etc. También se pueden obtener vistas, cortes, planimetría en general e incluso cantidades para presupuestos. Revit mejora la eficiencia en cualquier oficina técnica. No es lo mismo trabajar con una serie de planos que con un modelo 3D con dimensiones reales. En Revit todos los componentes están vinculados, esto hace que al cambiar algo todo se actualice automáticamente. También las tablas de componentes se actualizan al añadir o quitar cualquier elemento.

- Existen muchos más software BIM además de Revit, algunos de ellos son: Sketchup, ArchiCAD, AllPlan... Una razón es la facilidad que se encuentra para obtener una licencia para estudiante. Simplemente con entrar en la página de Autodesk y rellenar un formulario puedes descargar una licencia. Pero como ya se comentó en la introducción no es un simple proyecto académico, es una manera de mejorar mis capacidades con vistas al mundo laboral. ¿Y qué mejor que aprender a utilizar el programa más estandarizado? La mayoría de las consultoras, estudios de ingeniería y en definitiva el mercado está utilizando Revit.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Ubicación

La edificación se encuentra en la localidad jienense de Baeza. La superficie necesaria está compuesta por la unión de pequeñas parcelas. Estas, en suelo urbano con referencias catastrales (9962210VH5096S0001GH), (9962211VH5096S0001QH), (9962212VH5096S0001PH), (9962213VH5096S0001LH), (9962214VH5096S0001TH), (9962215VH5096S0001FH), (9962216VH5096S0001MH), (9962217VH5096S0001OH) se encuentran en la Calle el Cortador (figuras 1,2,3 y 4).



Figura 1. Situación del proyecto con referencias geográficas



Figura 2. Situación del proyecto con referencias locales



Figura 3. Emplazamiento del proyecto



Figura 4. Plano de referencias catastrales

4.2. Necesidades

La edificación industrial en la que desarrollar la venta, reparación y fabricación de maquinaria agrícola debe componerse de un taller, un expositor y una oficina técnica. Además, se desea que la demanda energética de la instalación sea lo menor posible.

El suelo de la zona de taller debe ser estable y resistente ya que por él se desplazará maquinaria agrícola pesada. También esta zona debe contar con un puente grúa que facilite la movilidad entre zonas de producción del material agrícola pesado fabricado.

Para el suelo de la exposición de vehículos, al igual que en el taller, se requiere alta resistencia para soportar el peso de la maquinaria expuesta y a la vez cierta estética. Además, al tratarse de una exposición, los cerramientos en esta zona deben proporcionar visibilidad desde el exterior.

Por otro lado, para la instalación de los aperos en “Planta 1” se requiere la instalación de un montacargas que facilite la labor de los operarios.

La parcela sobre la que se edificará la construcción cuenta con 1520 m² según referencia catastral.

- Reparto de la superficie mínima del taller. A su vez se divide en:
 - Construcción de remolques agrícolas 200 m².
 - Reparación de averías en vehículos agrícolas pesados 240 m².
 - Carril de acceso y salida: 150 m².
 - Reparación de pequeños aperos agrícolas 30 m².
 - Almacén de repuestos y herramientas 25 m².
- Venta de vehículos agrícolas pesados 230 m².
- Venta de aperos agrícolas 37 m².

Además, la carga de trabajo de estas superficies arroja la necesidad de 15 trabajadores en la zona de taller. A esto irá asociada la instalación de un baño y un vestuario. Puesto que la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo [16] establece la necesidad de 1 aseo mínimo por cada 25 trabajadores, siempre acompañado de lavabo y 1 ducha por cada 10 trabajadores se establece una superficie mínima para los aseos y el vestuario de 40 m².

Se asignará una superficie mínima a la oficina de 39 m², ya que el desarrollo de la documentación técnica y las ventas requerirán el empleo de 3 trabajadores. Cada una dispondrá de un escritorio donde atender a los clientes, se necesitarán estanterías, archivadores etc. Habrá que añadir un pequeño baño y un almacén para material.

4.3. Solución adoptada

Se dividirá transversalmente la edificación en dos zonas claramente diferenciadas, el taller y la exposición de vehículos. Para ello se instalará como separación un almacén de herramientas (38 m²), una zona con bancos de trabajo de (44 m²), aseos y vestuarios en “Planta baja” (43 m²). Mientras que en la “Planta 1” se establecerá un expositor de aperos agrícolas y la oficina. Además, se dejará un hueco para la

escalera, la cual dará acceso tanto a la oficina como al expositor de aperos agrícolas desde el taller y desde la exposición de vehículos.

El taller contará con un portón de entrada y uno de salida. Ambas conectadas por un carril de tránsito de 5x31m. Este separará a su vez al taller en una zona con elevadores y una zona para establecimiento de vehículos agrícolas pesados y fabricación de maquinaria agrícola.

En cuanto a la exposición (359 m²). Cabe destacar la instalación de dos portones que facilitarán la maniobrabilidad a la hora de sacar o meter maquinaria pesada.

Puesto que una de las exigencias es disminuir la dependencia energética de la instalación se diseñará parte de la cubierta como cubierta solar, en donde se instalarán paneles térmicos para calefacción. La disposición de esta será en la zona sur de la cubierta para el máximo aprovechamiento de los rayos solares. Además, en la cubierta correspondiente al taller se instalará un lucernario que proveerá a la instalación de mayor luz natural.

Tras entender este diseño como definitivo, se comparan con el plan de ordenación municipal de Baeza [11] algunos datos representativos (tabla 1).

	PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL	PROYECTO
Parcela mínima:	>140 m ²	1520 m ²
Ocupación máxima	100%	100%
Frente mínimo de parcela:	7.5 m	31 m
Altura máxima (hasta cornisa):	7.5 m	7.5 m
Número máximo de plantas:	2	2

Tabla 1. Comparación con el plan urbanístico

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

5. METODOLOGÍA DESARROLLADA

El modelo digital se desarrolló con el software Revit 2019. La elección de este se debió a que es un programa de amplio uso en estudios de ingeniería y arquitectura. Además, Revit ofrece una versión para estudiante.

Para el desarrollo de este proyecto se trabajó en dos modelos distintos pero complementarios: estructural y arquitectónico. Se empezó por el modelado estructural, en el que se establecieron elementos de referencia como rejillas y niveles. Estos delimitan las dimensiones de la construcción. Además, se introdujeron los elementos propios de una estructura: cimentación, pilares, vigas etc. Para la referencia de estos se utilizó el nombre de la familia en la biblioteca de “Revit” o el nombre asignado a la familia en la página donde se descargó.

El siguiente paso fue el modelado arquitectónico. Se copiaron los niveles estructurales y se enlazó este nuevo modelo con el modelo estructural. De esta manera se tenía una base sobre la que trabajar. Seguidamente se distribuyeron los elementos arquitectónicos tales como: muros exteriores, tabiques interiores, muros cortina etc. Se utilizó el mismo sistema que en el modelo estructural para referenciar los elementos empleados.

El proceso siguió una línea ascendente en cuanto a nivel de detalle se refiere, es decir, inicialmente el modelado se centró en controlar el espacio y la interacción entre los elementos empleados. Una vez conseguida una implantación armónica de estos, se fue incrementando la calidad y la cantidad de información conocida sobre cada elemento.

Por último, se generó toda la documentación básica del proyecto: tablas de planificación, planos y presupuesto.

6. MODELO ESTRUCTURAL

Para comenzar el modelado estructural el primer paso fue determinar los diferentes niveles estructurales que forman la edificación. En este caso se tienen 5 niveles distintos (figura 5):

- “Cimentación” es el nivel donde se implementan los distintos elementos sobre los que se consolida la edificación (Cimentacion).
- “Terreno” corresponde al nivel de la calle (Terreno).
- “Planta 1” corresponde a la primera planta de la construcción. En ella se sitúa la oficina y el expositor de aperos (Nivel 1).
- En “Planta 2” se encuentra la cornisa. Es el nivel donde arranca la cubierta (Nivel 2).
- En “Planta 3” se sitúa la cumbrera, corresponde a la altura máxima de la edificación (Nivel 3).

Se fijó la cota de inicio de la cubierta correspondiente al nivel 2, ya que en Baeza la cota de inicio de la cubierta está limitada. Seguidamente se creó la rejilla (figura 6) para la cual las líneas de rejilla horizontales están numeradas del 1 al 9 mientras que las líneas de rejilla verticales se nombraron con letras desde la A hasta la I.



Figura 5. Niveles de referencia utilizados y cotas correspondientes

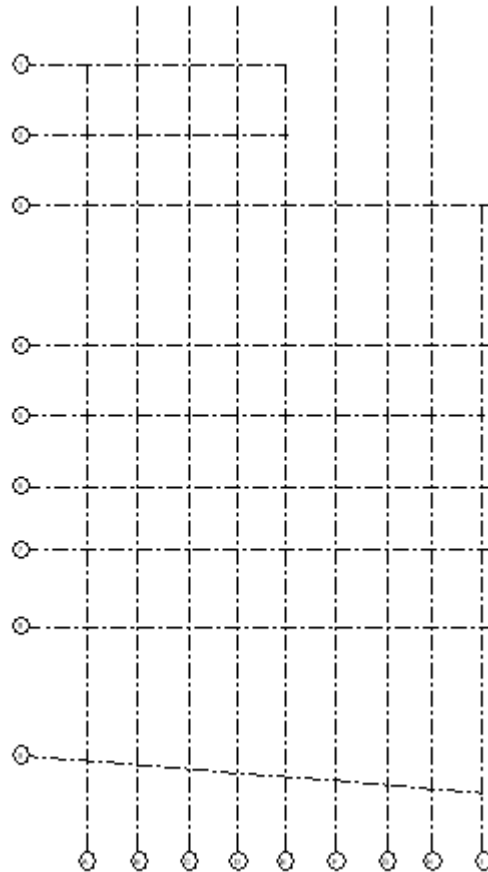


Figura 6. Rejilla para distribución de elementos

6.1. Cimentación

A la vista de edificaciones similares en la zona se determinó que la cimentación sea superficial con zapatas combinadas, es decir, zapatas con vigas de atado (figura 7), empleando como material “Hormigón armado moldeado in situ HA-30”. A continuación, se indican las dimensiones de las zapatas:

- Zapata cuadrada A: 2400x2400x600 mm.
- Zapata cuadrada B: 1500x1500x600 mm.
- Zapata de esquina: 1500x1500x600 mm.
- Zapata de medianería A: 1200x2400x600 mm.
- Zapata de medianería B: 750x1500x600 mm.
- Vigas de atado de zapatas: 300x600 mm.

Pero estas zapatas solo se encargarían de las cargas transmitidas por la estructura. Entonces se pensó en la incorporación de unas losas de cimentación en las zonas donde pasarán o quedarán estáticamente los vehículos pesados. Esto será el suelo estructural de la planta baja. Para ello se instalaron unas losas de cimentación en parte de la zona del taller y en el expositor de vehículos. Las losas de cimentación pertenecen a la familia duplicada “Hormigón armado moldeado in situ HA-30 de 150 mm” (figura 8).

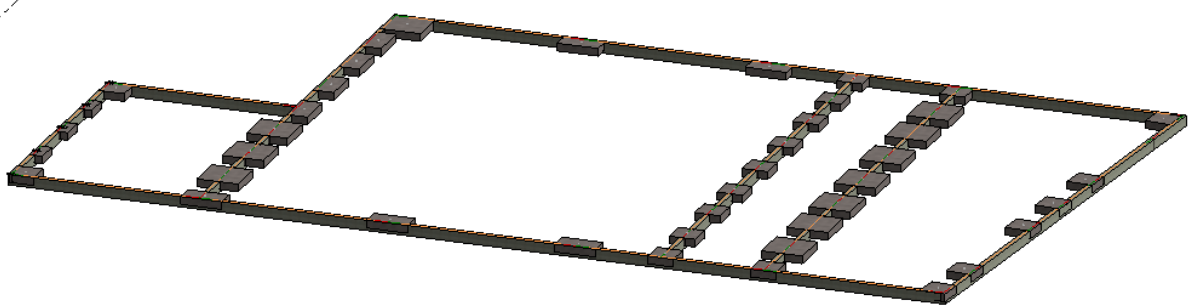


Figura 7. Zapatas y vigas de atado

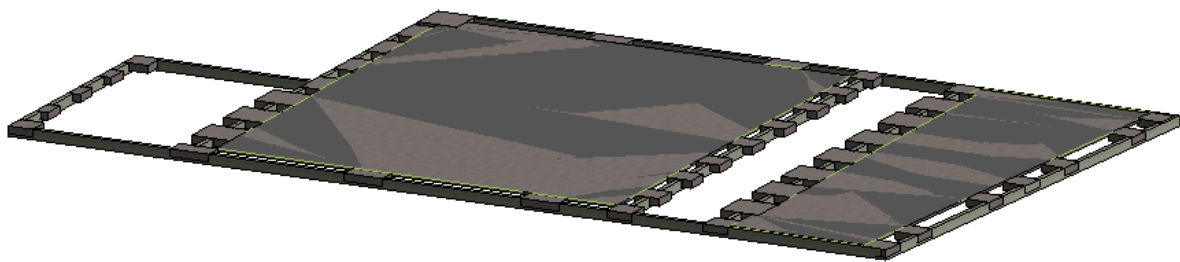


Figura 8. Cimentación con losas y zapatas

6.2. Armado de las zapatas, vigas de atado y losas de cimentación

Atendiendo a lo establecido en la “EHE 08” el recubrimiento mínimo para las zapatas y las vigas de atado ha de ser 40mm.

En cuanto a las armaduras de las zapatas se seleccionó “Armadura tipo 21” (figura 9). Esta armadura es de acero 45-345 abierta por un lado y se distribuyeron, en ambas direcciones, con una separación entre si máxima de 200mm (figura 10). Para las vigas de atado se quiso implementar una armadura del tipo figura 11.

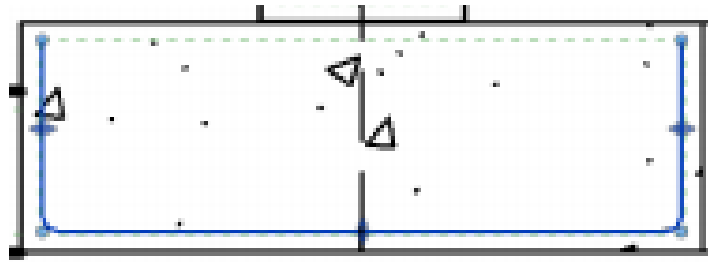


Figura 9. Armadura tipo 21. Familia de la biblioteca de Revit

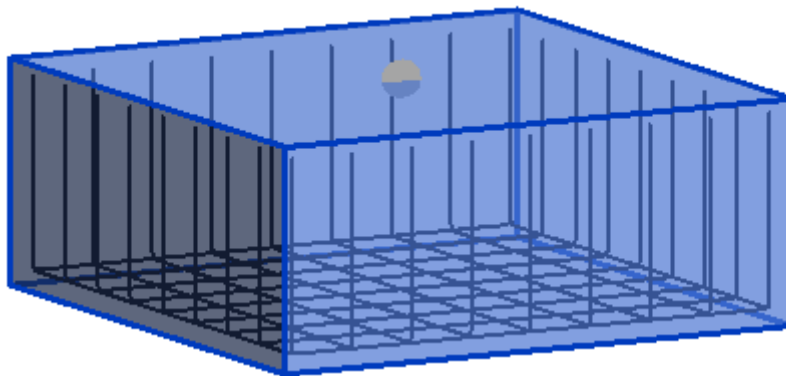


Figura 10. Distribución de la armadura en la zapata

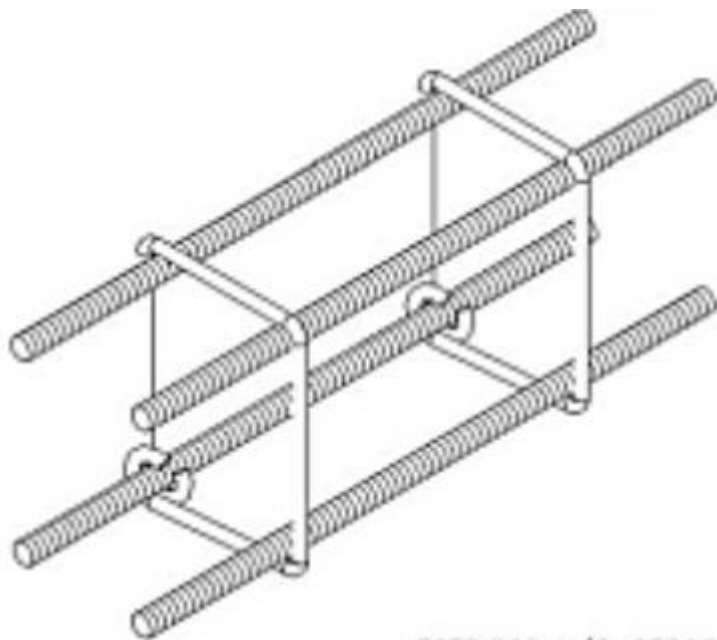


Figura 11. Armadura ideal para vigas de atado

Para la armadura longitudinal se utilizó una familia en la biblioteca de “Revit” igual que la deseada. La armadura transversal no se pudo encontrar ni descargar de la red, por lo que se optó por modificar una familia existente e intentar dar la forma de la armadura que se necesitaba (figuras 12 y 13). Ambas armaduras son de acero 45-

345. Mientras que las losas de cimentación cuentan con una serie de mallazos como armadura estructural (figura 14).

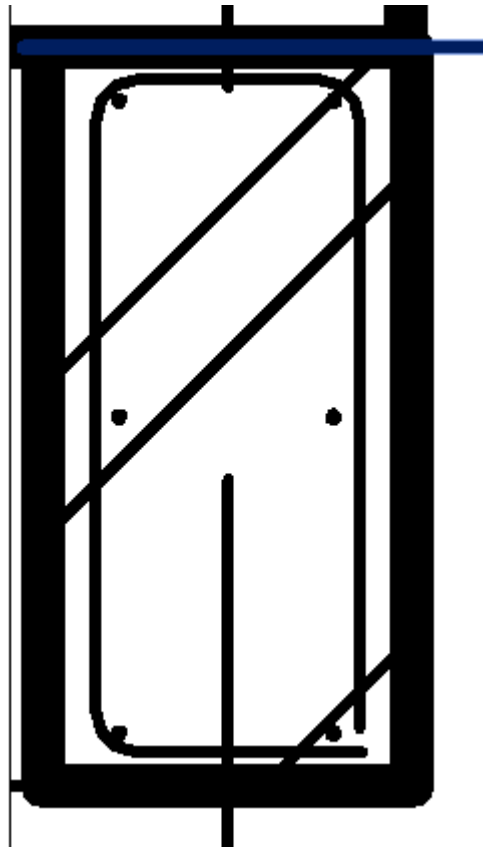


Figura 12. Armadura transversal conseguida para vigas de atado

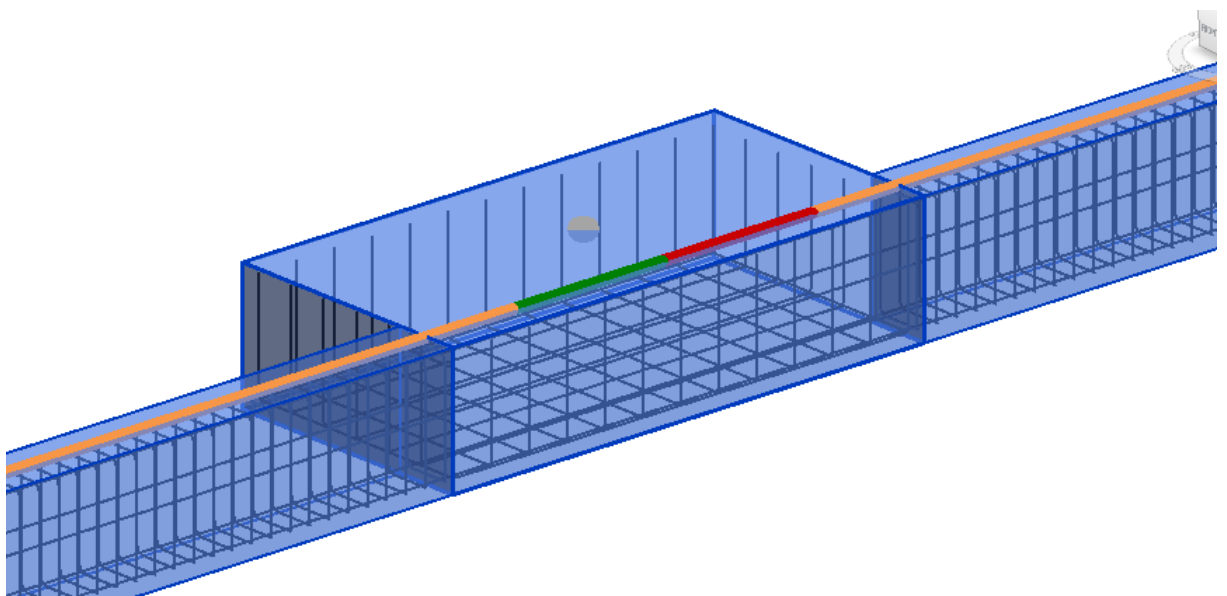


Figura 13. Armadura de vigas de atado

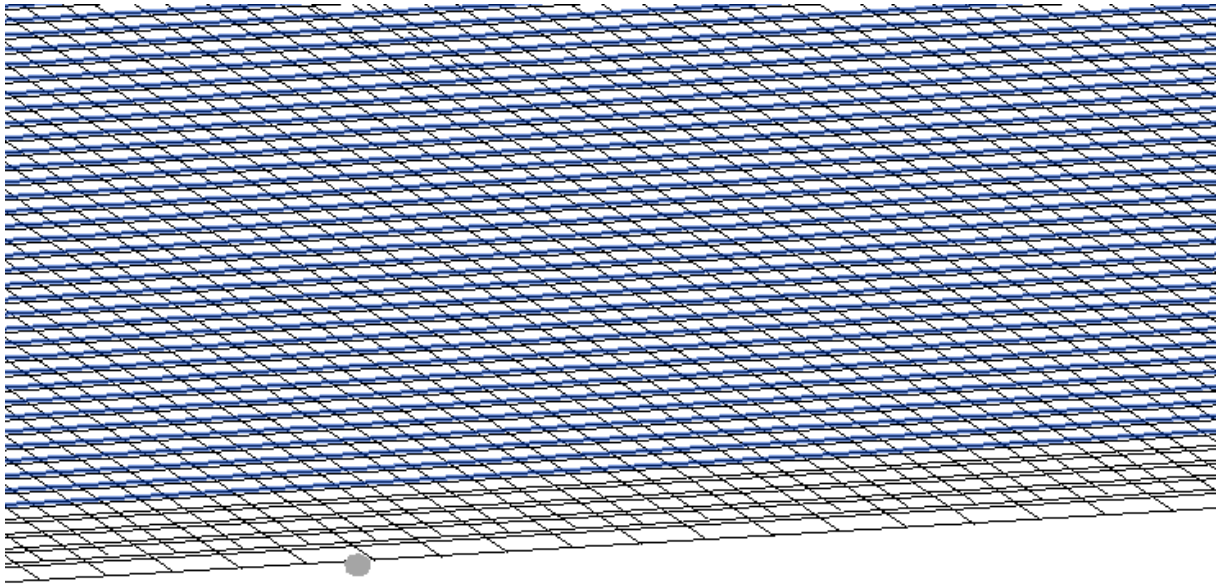


Figura 14. Armadura para losas de cimentación

6.3. Pilares

Para los pilares estructurales se utilizaron dos perfiles diferentes: IPN 300 e IPN 400 de Acero 45-345 (figura 15). Se debe a que hay luces a salvar en zonas de la edificación de mayores dimensiones, por lo que la carga correspondiente también es mayor. Todos los pilares, salvo los destinados a la zona del expositor de aperos y la oficina que se encuentran comprendidos entre el nivel “Cimentación” y “Planta 1”, están comprendidos entre el nivel “Cimentación” y “Planta 2”.

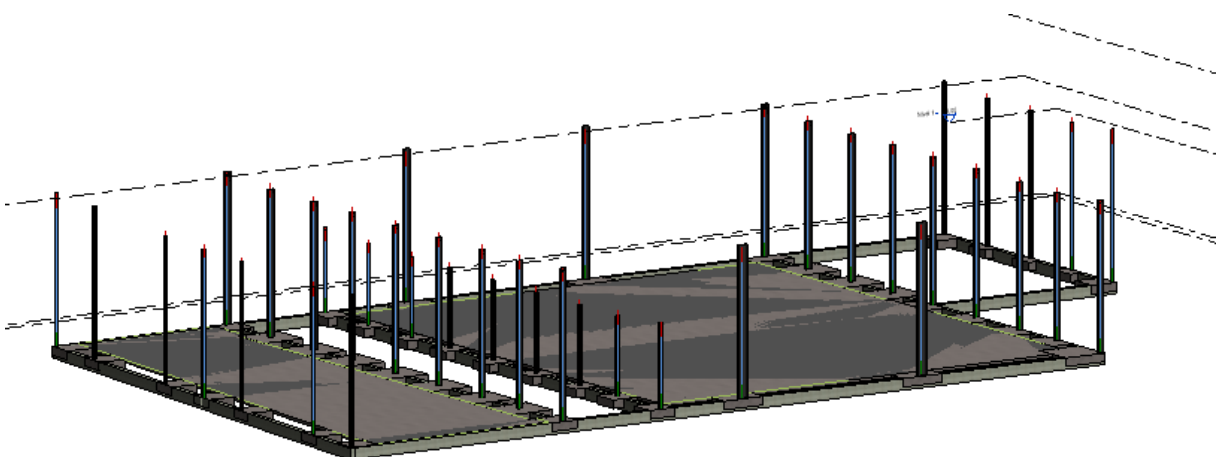


Figura 15. Pilares estructurales sobre cimentación

6.4. Vigas de atado

En cuanto al modelado de las vigas de atado se instalaron en “Planta 2” vigas IPN 300 de Acero 45-345 (figura 16).

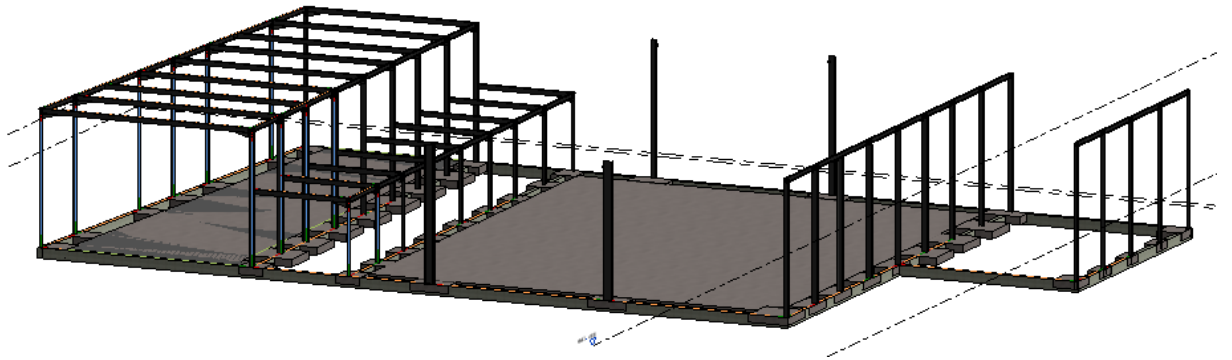


Figura 16. Vigas de atado de los pilares

6.5. Celosía

La estructural de la cubierta no transitable estará formada por celosías tipo Howe, para la cual los cordones superiores e inferiores, montantes y diagonales son “Perfiles de ala ancha HE100A“. Trabajan muy bien con cargas livianas y luces de mediana dimensión (figura 17).

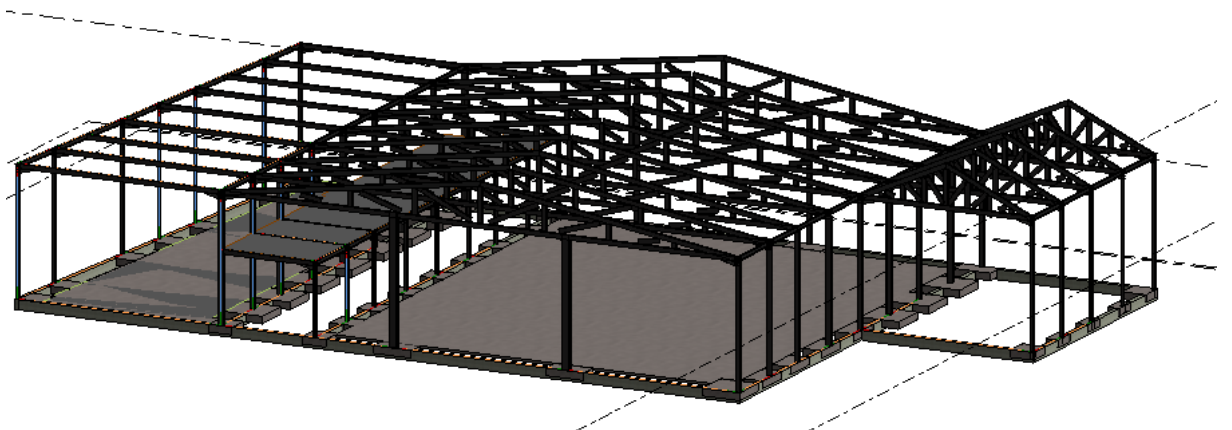


Figura 17. Celosías Howe

El plan urbano de Baeza solo determina la altura de la base de la cubierta, al instalar las celosías en “Planta 2” se estaría cumpliendo con la normativa.

A continuación, se enlazaron las cerchas con una viga HE100A de Acero 45-345 en “Planta 3” (figura 18).

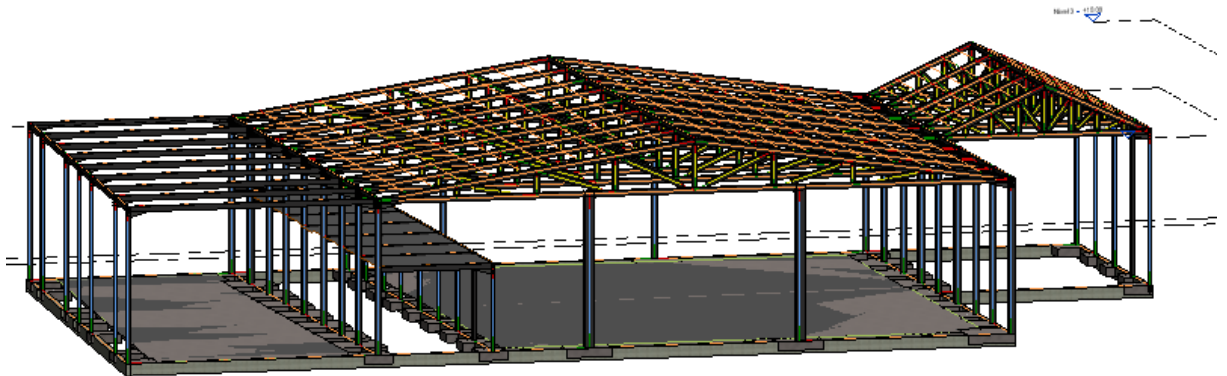


Figura 18. Viga IPN 180 para enlace de celosías

El siguiente paso fue introducir las correas. En “Sistema de vigas” dentro de la sección “Estructura” (figura 19). Se creó un plano en una de las dos aguas que tiene la cubierta como se muestra en la figura 20. Seguidamente se dibujó el contorno (figura 21) donde están contenidas las correas.

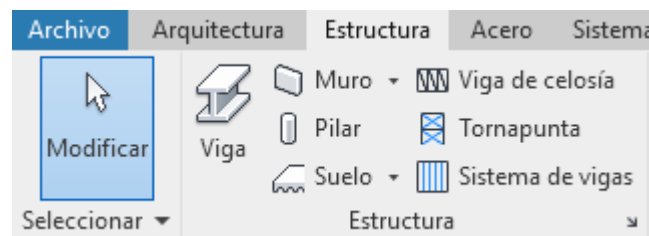


Figura 19. Sistema de vigas

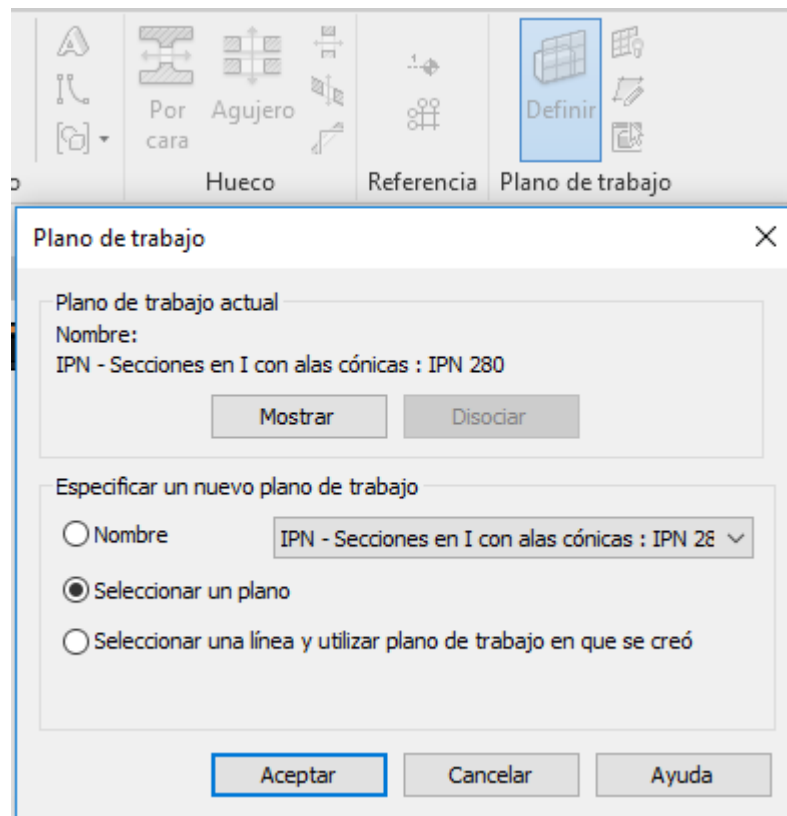


Figura 20. Selección de plano

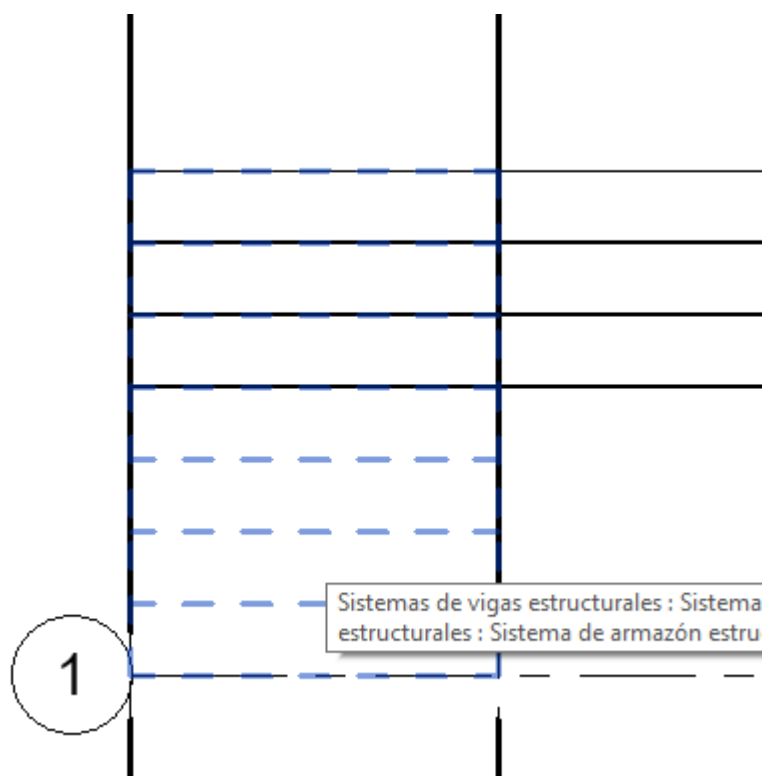


Figura 21. Contorno de las correas

Una vez hecho esto en “Restricciones” se pudo definir la disposición y el tipo de correas (figura 22). Esta distribución se puede copiar y pegar a lo largo de la cubierta para aligerar el modelado (figura 23). Siendo la vista general de la edificación con las correas instaladas figura 24.

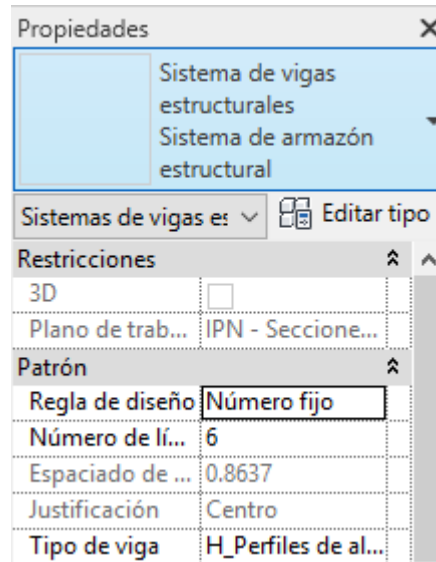


Figura 22. Restricciones y tipo de correas

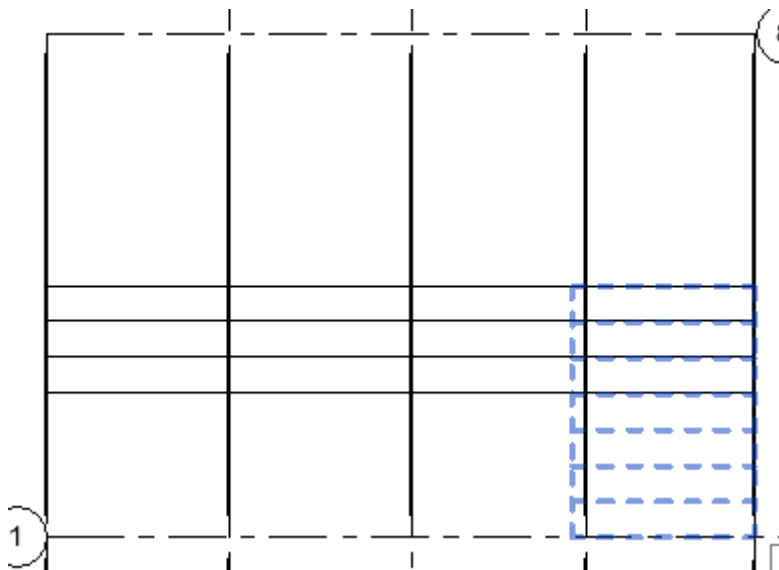


Figura 23. Distribución de las correas

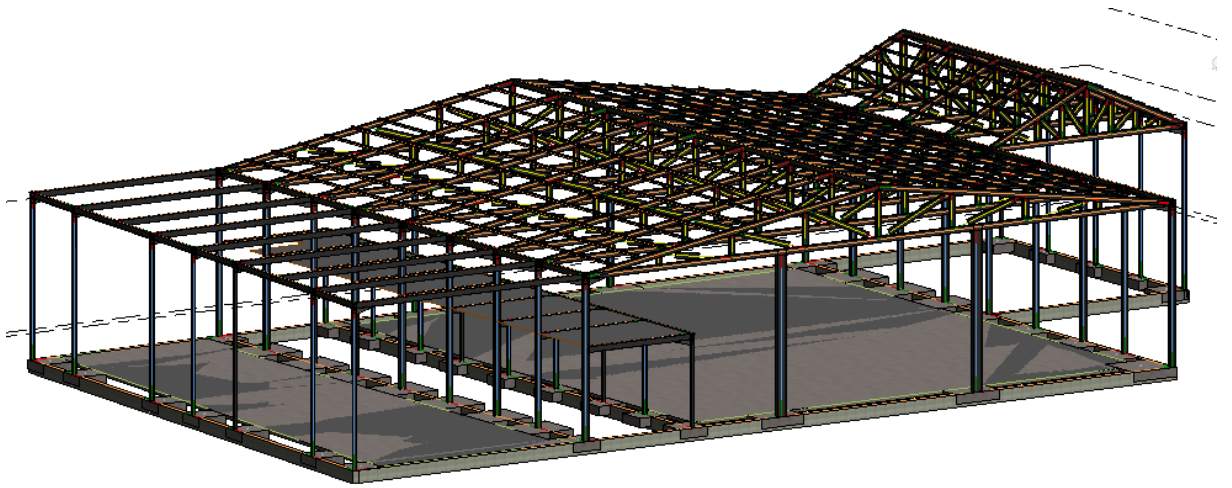


Figura 24. Celosías con correas instaladas

6.6. Puente grúa

Se descargó de la red una familia creada “Bridge_Crane_6664”, la cual se instaló en “Planta 1” con un desfase de 3m (figura 25). Los carriles del puente grúa se conectaron sobre vigas IPN 300. Estas a su vez se conectaron a los pilares de la zona del taller (figura 26).

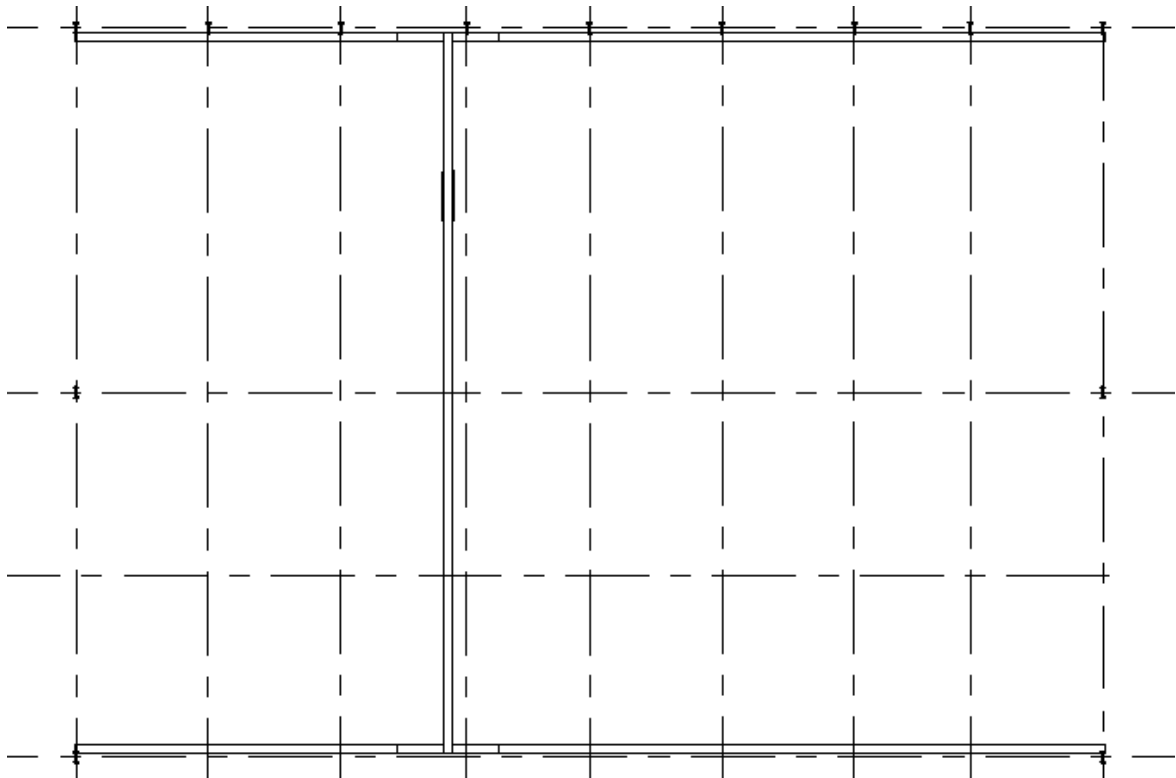


Figura 25. Grúa Puente

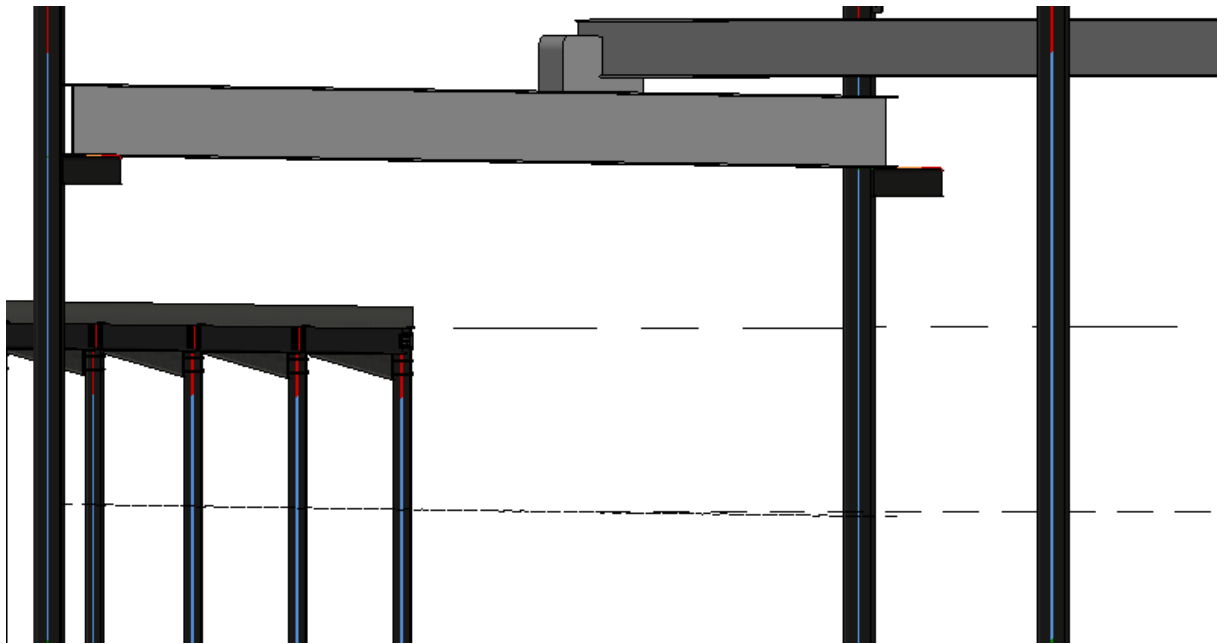


Figura 26. Instalación de las vigas vía del puente grúa

6.7. Conexiones

De la biblioteca de “Revit” se cargaron distintos tipos de conexiones ya que cada configuración requiere un tipo u otro. En las figuras 27 a 30, se indican detalles de varias de las uniones utilizadas. Algunas de las conexiones estructurales que ofrece Revit se muestran en la figura 31.

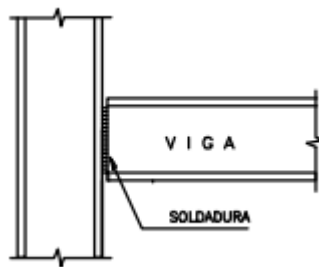


Figura 27. Conexión Viga – Pilar tipo A

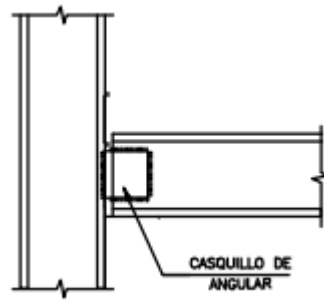


Figura 28. Conexión Viga - Pilar tipo B

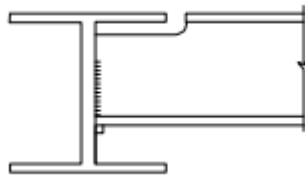


Figura 29. Conexión Viga - Viga

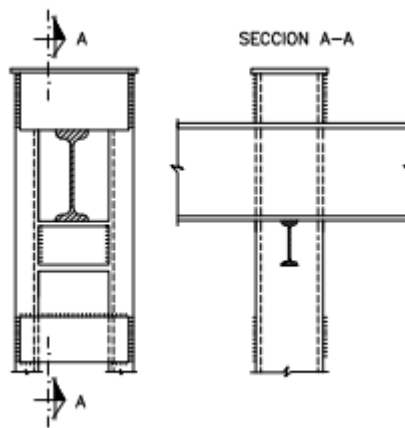


Figura 30. Conexión de vigas continuas sobre pilar

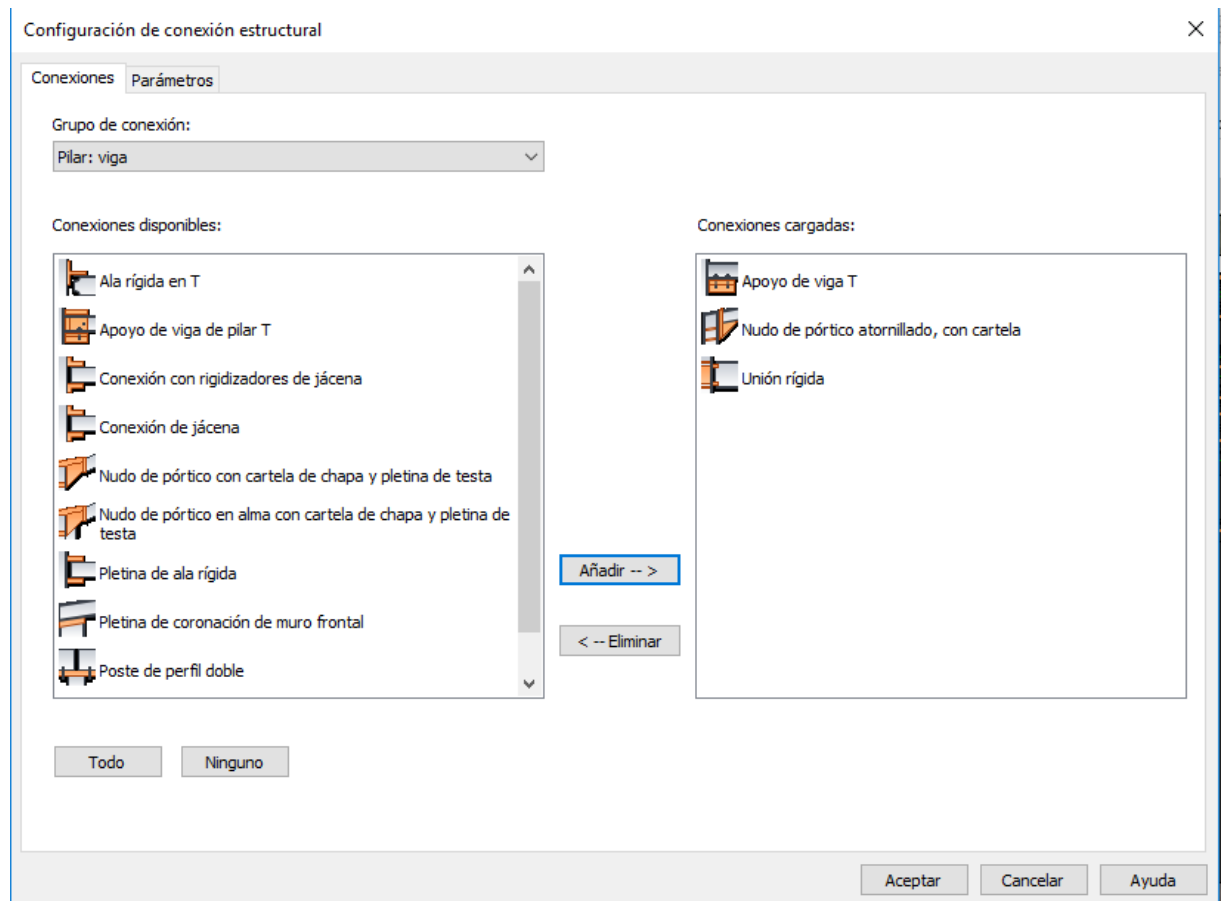


Figura 31. Conexiones Revit

En la figura 32 se muestra el modelado de la conexión entre viga y pilar utilizada. Algo a tener en cuenta cuando se modela en Revit es el nivel de detalle empleado. Si no se tiene un nivel de detalle alto, algunas conexiones no se aprecian (figura 33). Otro ejemplo de conexión que se utilizó es de tipo “Ángulo” figura 34. Mientras que para la conexión pilar a zapata se utilizó una conexión “Pletina base” figura 35.

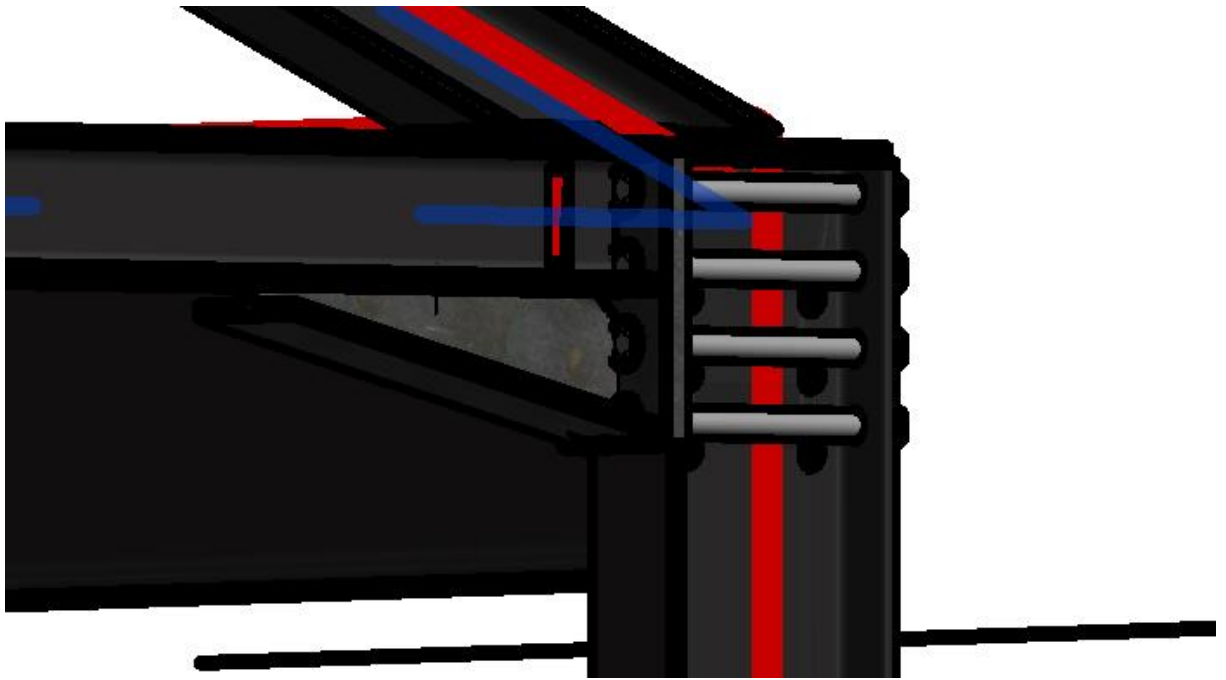


Figura 32. Conexión Viga - Pilar en Revit

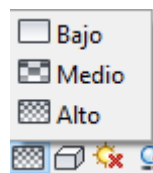


Figura 33. Nivel de detalle

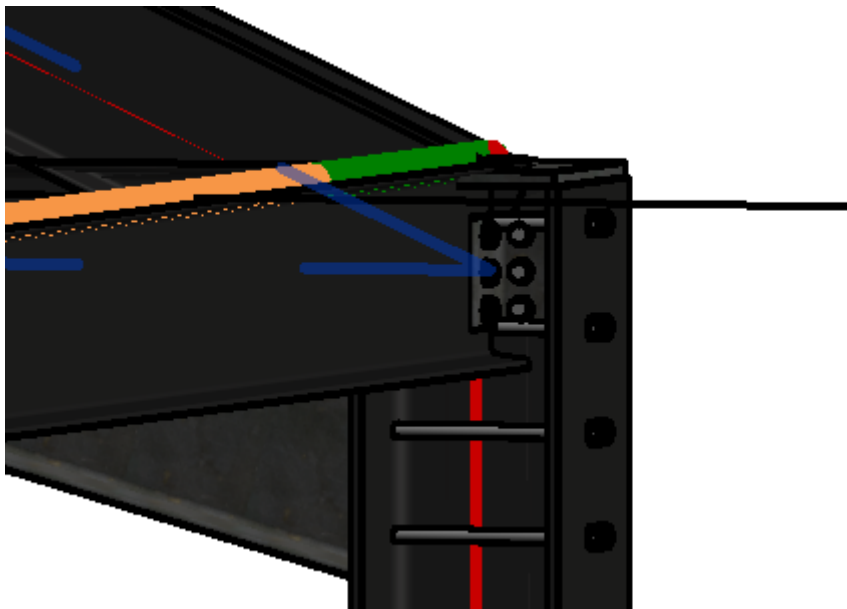


Figura 34. Conexión tipo ángulo

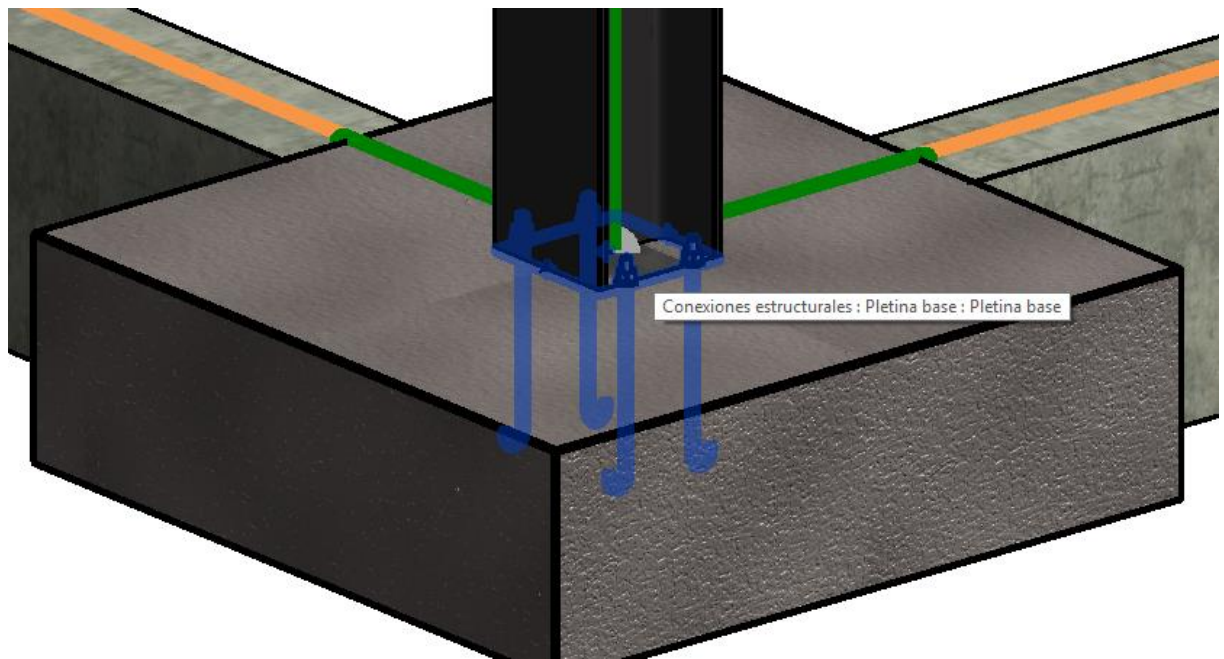


Figura 35. Conexión Pilar – Zapata

Las celosías anteriormente instaladas también requieren el empleo de ciertas conexiones. En este caso se utilizaron “Pletina para 2 diagonales”, “Pletina para 3 diagonales”, “Conexión de jácena”, “Pletina final con tornillos”, “Nudo de pórtico atornillado con cartela” y “Cartela de cumbrera” (Figura 36).

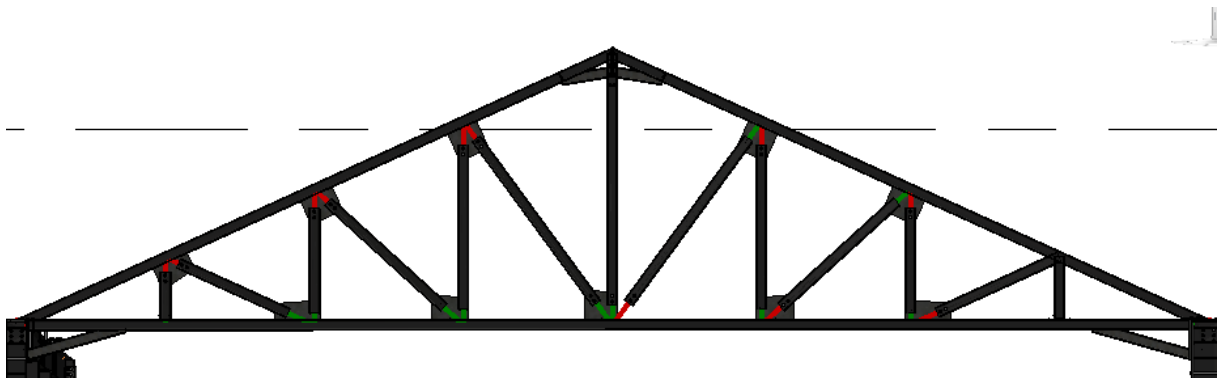


Figura 36. Conexiones de la celosía

6.8. Suelo estructural de la oficina

Por último, se desarrolló la estructura de la oficina. Para esta previamente se habían introducido las zapatas, pilares y conexiones estructurales correspondientes.

En cuanto al suelo estructural, se ubicó en “Planta 1”. En “Estructura” se seleccionó dentro de “Suelo” (figura 37) y se creó una línea de contorno seleccionando “Línea” (figura 38).

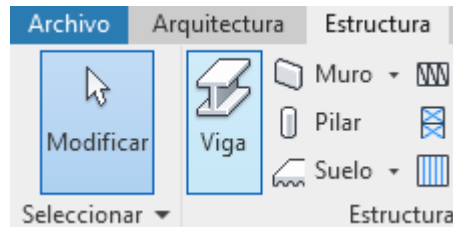


Figura 37. Comando suelo

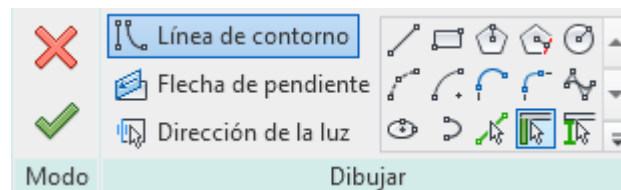


Figura 38. Línea de contorno suelo estructural

Seguidamente en las propiedades del suelo estructural se seleccionó el tipo y se determinó un desfase igual al grosor de este. El tipo que se seleccionó fue “Suelo de hormigón moldeado in situ H-250 de 21 mm con chapa grecada” (figura 39).



Figura 39. Suelo de la oficina

6.9. Modelo analítico

Un modelo analítico es una simplificación del modelo físico implementado. Pero este modelo no es únicamente lo que se ve, es decir, en el además van incluidas geometrías, propiedades de materiales, cargas estructurales etc. Vista analítica de este proyecto figura 40.

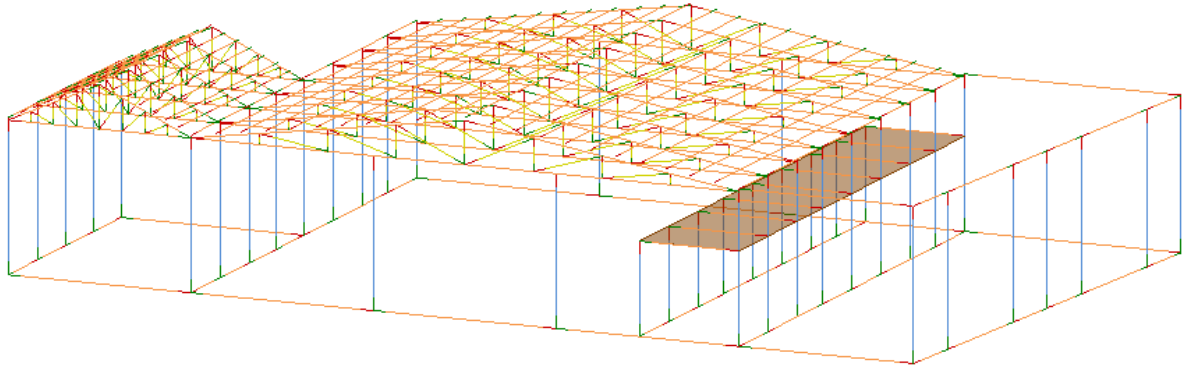


Figura 40. Modelo analítico

Con Revit 2019 se puede trabajar en cuanto a cálculo se refiere, pero ese apartado no forma parte de los objetivos de este proyecto.

7. MODELO ARQUITECTÓNICO

En el modelo arquitectónico se introducen los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad deseada, en otras palabras, todos los elementos funcionales de la construcción.

El primer paso fue vincular este modelo con el modelo estructural, de esta manera cada cambio introducido en el modelo estructural se aplicaría también en el modelo arquitectónico. Para ello “Insertar” y “Vincular Revit” (figura 41).

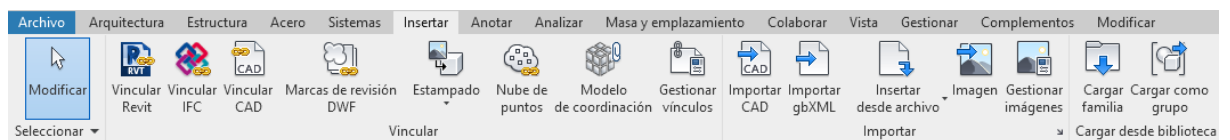


Figura 41. Vincular modelo estructural y modelo arquitectónico

Cuando se tuvo ambos modelos vinculados se copiaron los niveles (figura 42). De esta manera se tuvo una base sobre la que introducir los elementos de manera correcta.

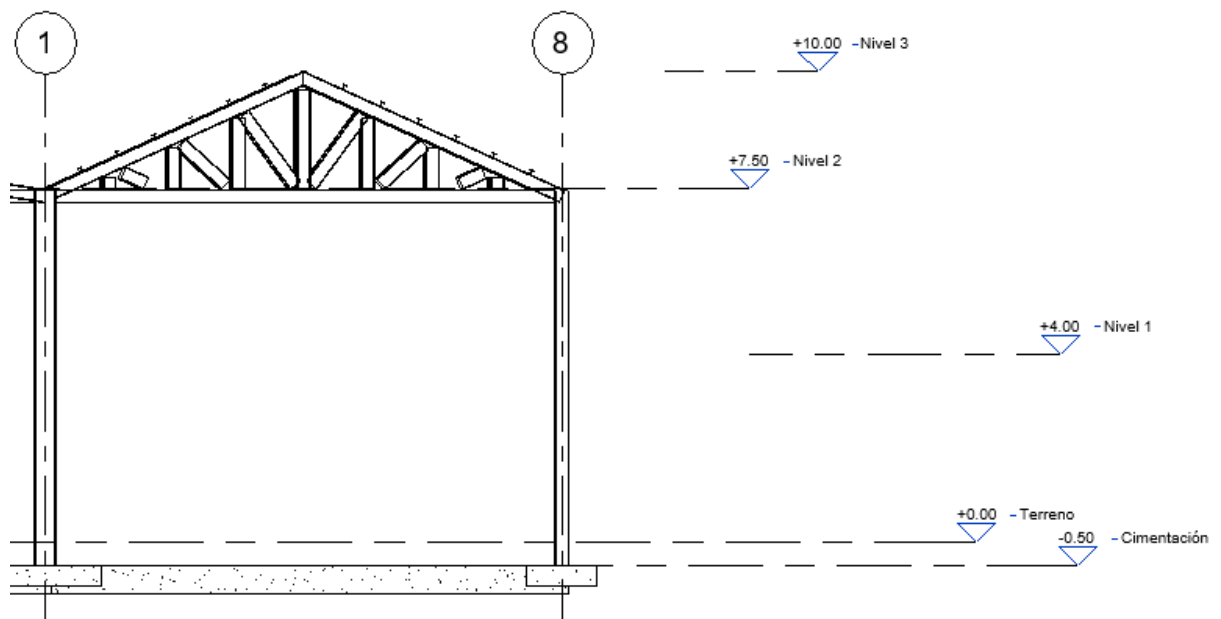


Figura 42. Niveles del modelo arquitectónico

7.1. Suelo arquitectónico

Para establecer el suelo arquitectónico se seleccionó el correspondiente plano de planta, en este caso se fue al plano de planta terreno. Después se seleccionó “Suelo arquitectónico” (figura 43) y se limitó la superficie de este.

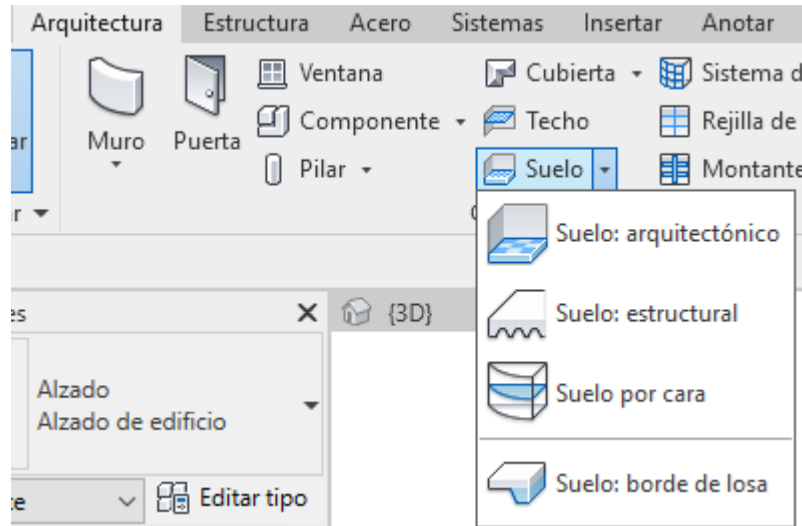


Figura 43. Suelo arquitectónico

Para delimitar la superficie se seleccionó línea de contorno y se encadenó una serie de puntos. Es muy importante delimitar un perímetro cerrado, de lo contrario el programa detectará un error (figura 44).

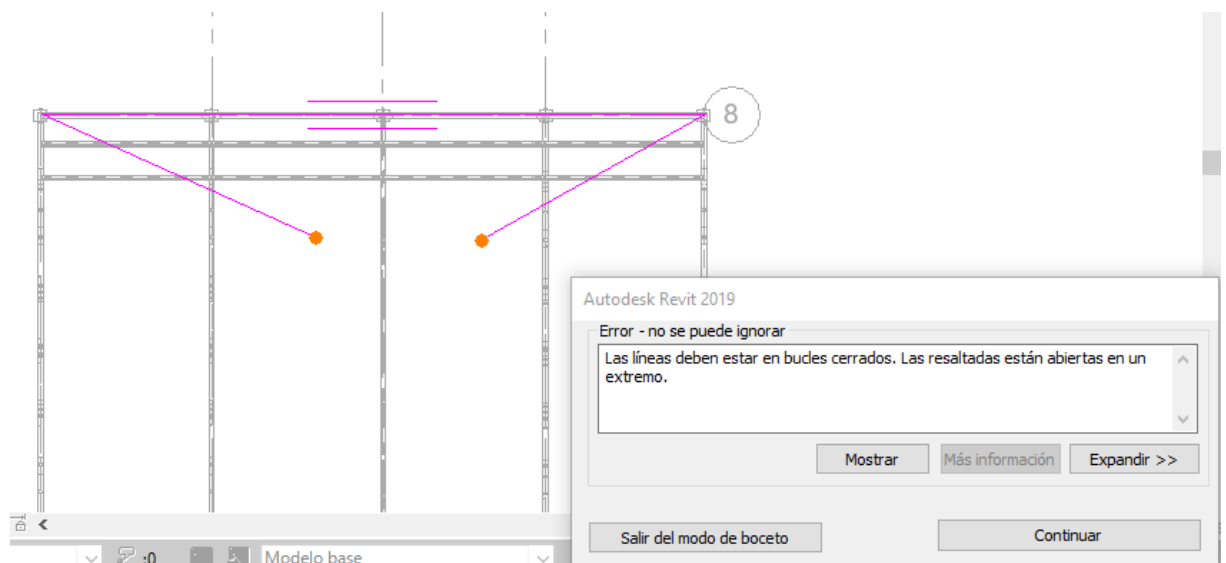


Figura 44. Error de contorno

Se establecieron las distintas superficies del proyecto: zona del taller con “Suelo de hormigón 300mm con superficie epoxi 20mm” zona de exposición con “Suelo de hormigón 150 mm y superficie de granito blanco 5 mm”. También se añadió el suelo arquitectónico a la oficina, siendo este “Suelo con Bovedilla cerámica – 10cm” figura 45.

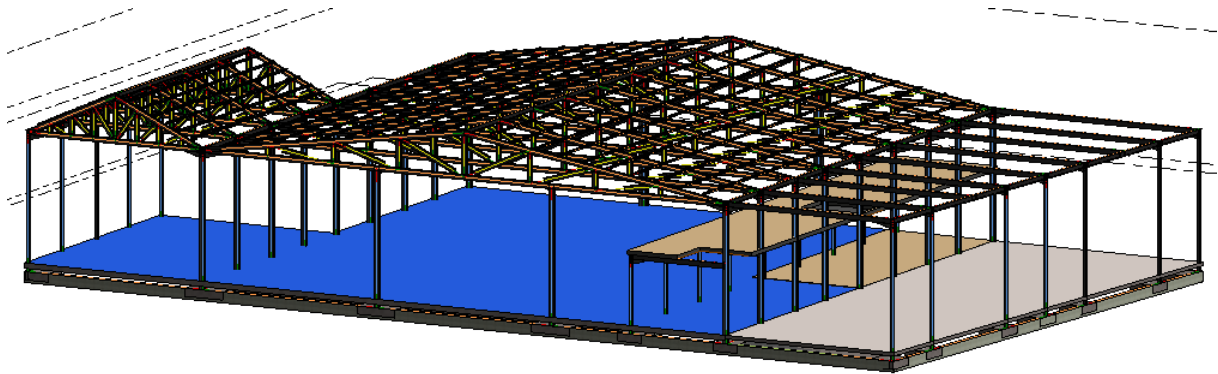


Figura 45. Suelo zona taller y suelo exposición

7.2. Cerramientos

Para los cerramientos exteriores se determinó un muro básico del tipo “Bloque de hormigón enfos. tras. cerámico de 31cm” (figura 46). Mientras que para los muros medianeros se eligió un muro básico del tipo “Muro medianero con capa de yeso de 26cm” (figura 47). La vista de los cerramientos externos se representa en la figura 48.

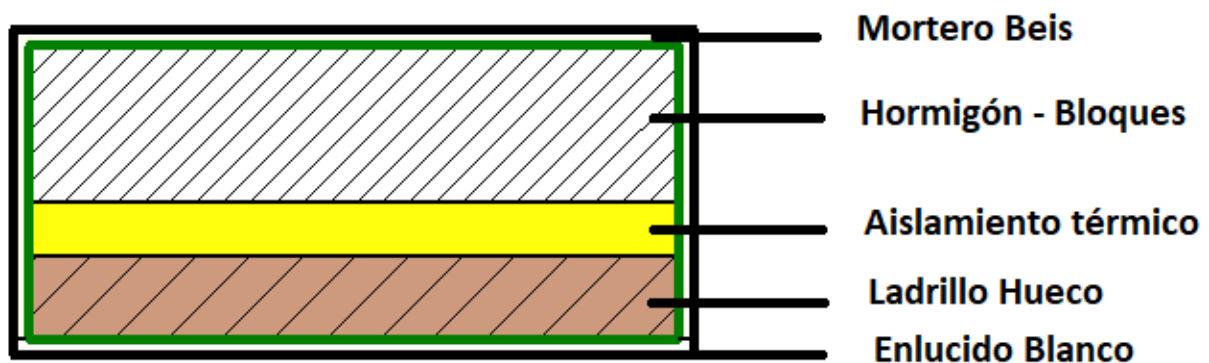


Figura 46. Sección de muro exterior

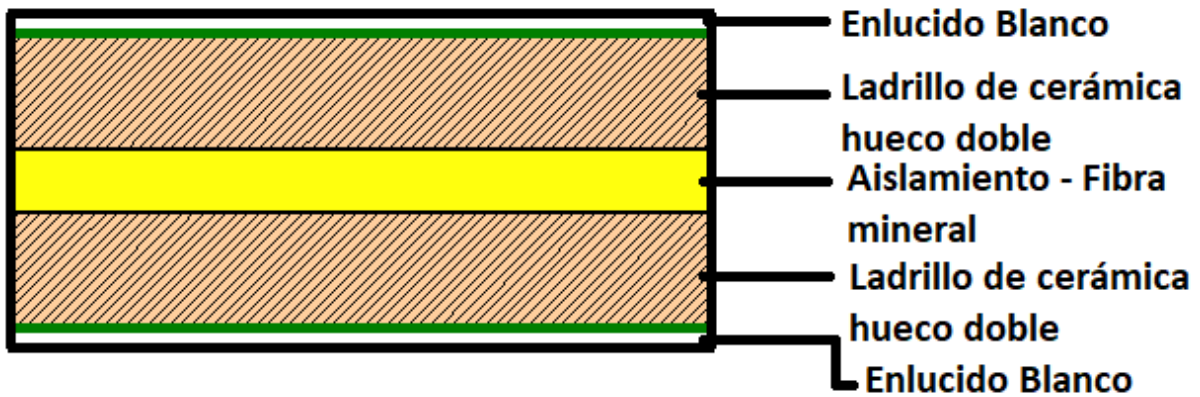


Figura 47. Sección de muro medianero

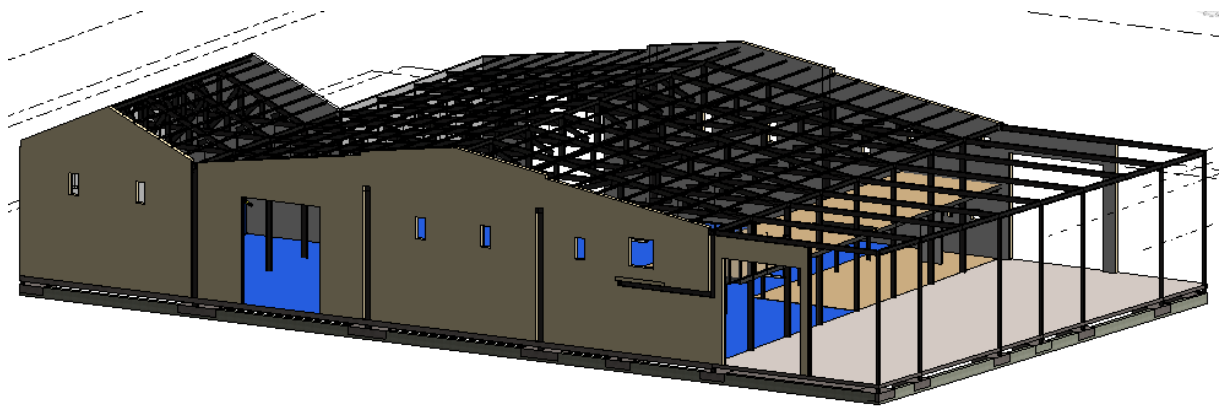


Figura 48. Muros

En cuanto a los muros de la planta baja que se encargan de limitar la zona del taller y de la exposición se eligió muro básico de tipo “Ladrillo enfoscado trasd. cerámico de 28cm” (figura 49). A su vez, las separaciones entre dependencias en esta zona se hicieron con un muro básico de tipo “Tabique de 10cm” (figura 50).

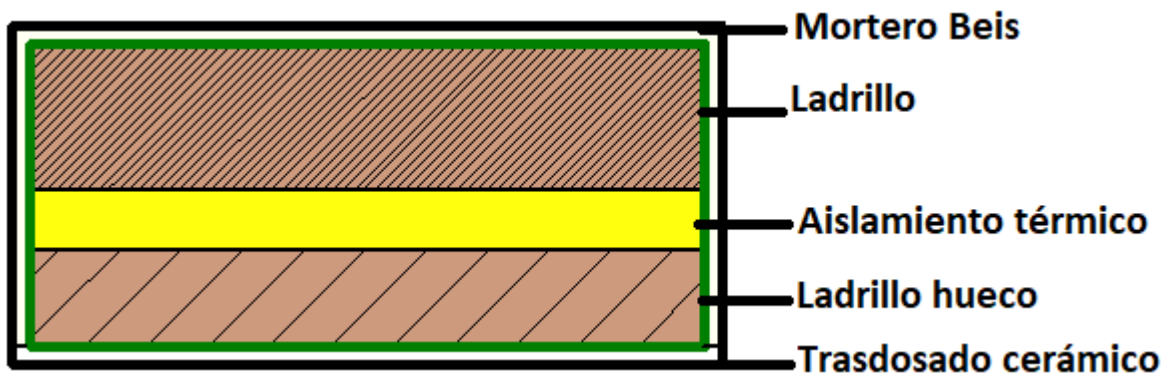


Figura 49. Sección de muro interior

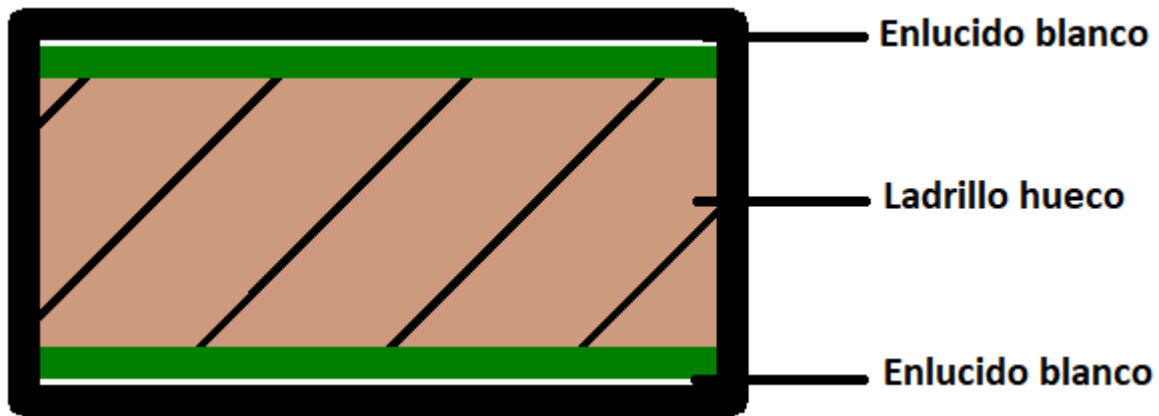


Figura 50. Sección de tabique

La distribución en planta de los muros internos y de los tabiques de la planta baja se aprecia en la figura 51. Para la primera planta se estableció la oficina con su correspondiente aseo, almacén, un espacio para las escaleras y un gran expositor figura 52.

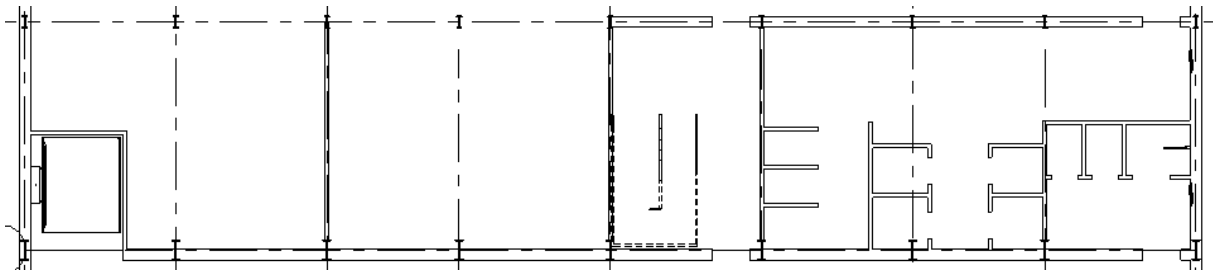


Figura 51. Distribución en planta muros internos y tabiques

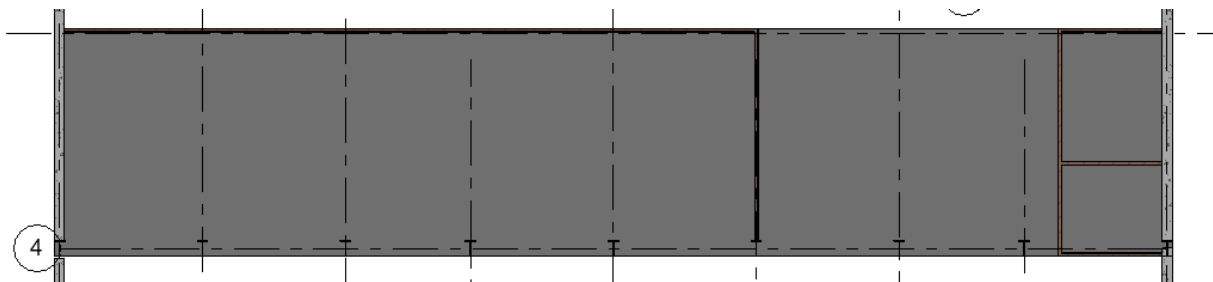


Figura 52. Vista en planta del expositor y la oficina

7.3. Cristalera

La cristalera corresponde a un tipo de cerramiento denominado “Muro cortina”. Los “Muros cortina” son muros transparentes (figura 53) que se instalan como cualquier otro tipo de muro. Estos, una vez instalados, se cuadrícula mediante un sistema de

“Rejillas para muro cortina”. De esta manera sustituyendo una cuadrícula se puede colocar una puerta o una ventana propia para este tipo de muro o simplemente a cada rejilla asignar un montante para formar la cristalera. Por ejemplo, para escaparates, cristaleras etc. En este caso estos van distribuidos en la fachada del expositor de vehículos, en la oficina y en una de las caras del expositor de la planta 1.

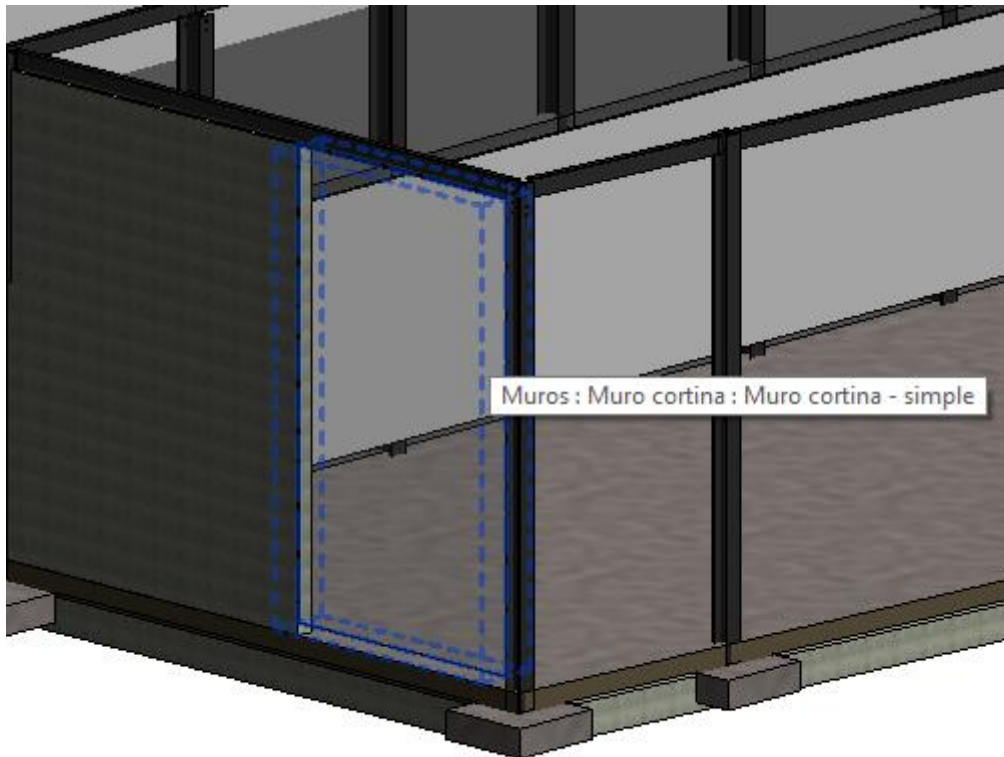


Figura 53. Muro cortina

Puesto que se llega a dimensiones a las que es casi imposible realizar una cristalera de una sola pieza se dividió en pequeñas cuadrículas. Para ello se seleccionó “Rejilla de muro cortina” (figura 54). Quedando la siguiente distribución figura 55.

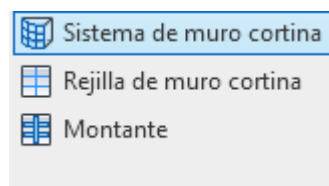


Figura 54. Rejilla de muro cortina



Figura 55. Rejilla para montantes

Una vez que se tuvieron las rejillas se pudo colocar los montantes, en este caso se optó por “Montante rectangular 5 x 10 cm” en aluminio (figura 56). Siendo la vista final del expositor de vehículos figura 57. Para una vista final de todas las cristalerías colocadas figura 58.

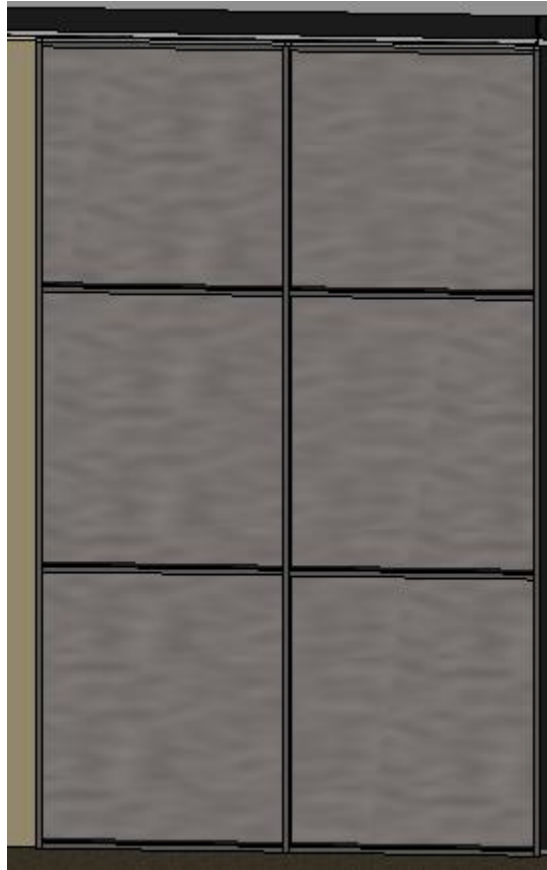


Figura 56. Montantes en muro cortina

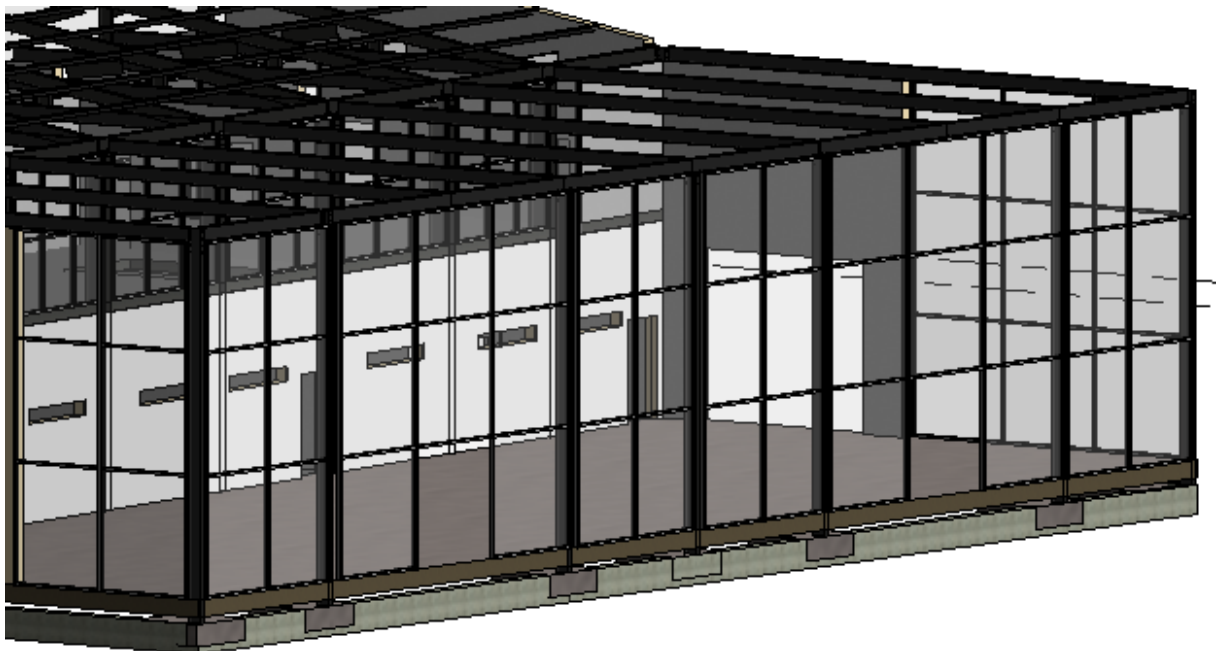


Figura 57. Expositor de vehículos

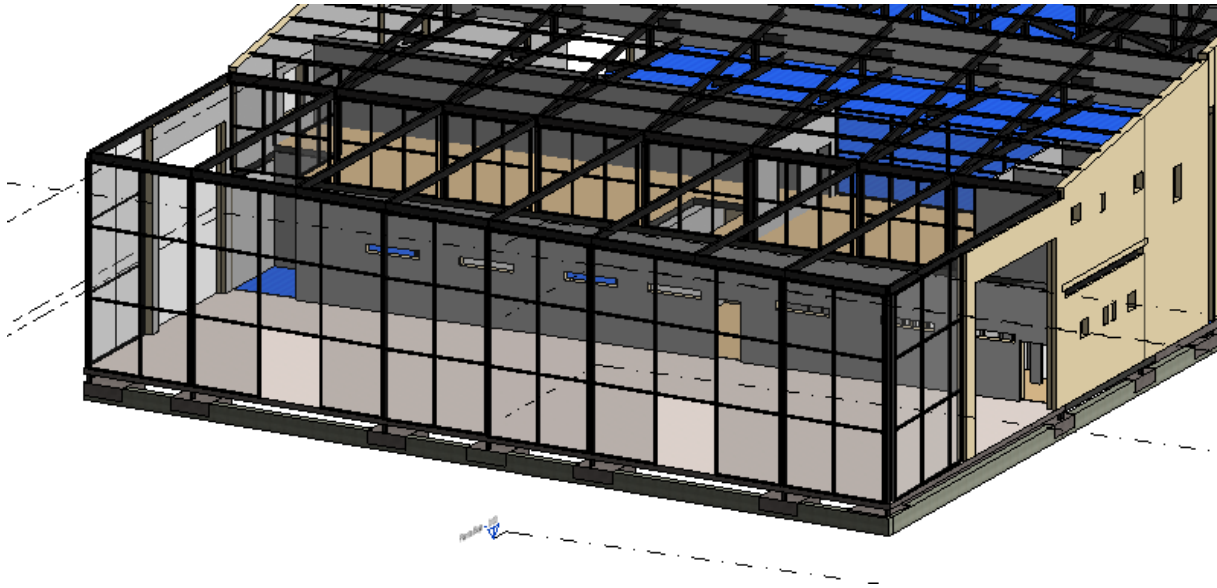


Figura 58. Cristalerías en la exposición de vehículos y en la primera planta

7.4. Diseño de montante personalizado

Para el modelado de los elementos se hizo uso de familias de elementos creados, ya sea de la propia biblioteca de “Revit” o buscados en internet. Pero también existe la posibilidad de modelar nuestros propios componentes. En este caso se creó un montante personalizado para las cristalerías de la exposición.

Lo primero que se hizo fue crear un perfil personalizado. Los perfiles son familias y para crear una familia nueva debemos partir de una plantilla específica de familia.

Para esto se fue a “Archivo” “Nuevo” y crear familia (figura 59). La interfaz para crear plantillas siempre es la misma. Dos ejes centrados y unas cuantas notas que nos indican como trabajar (figura 60).

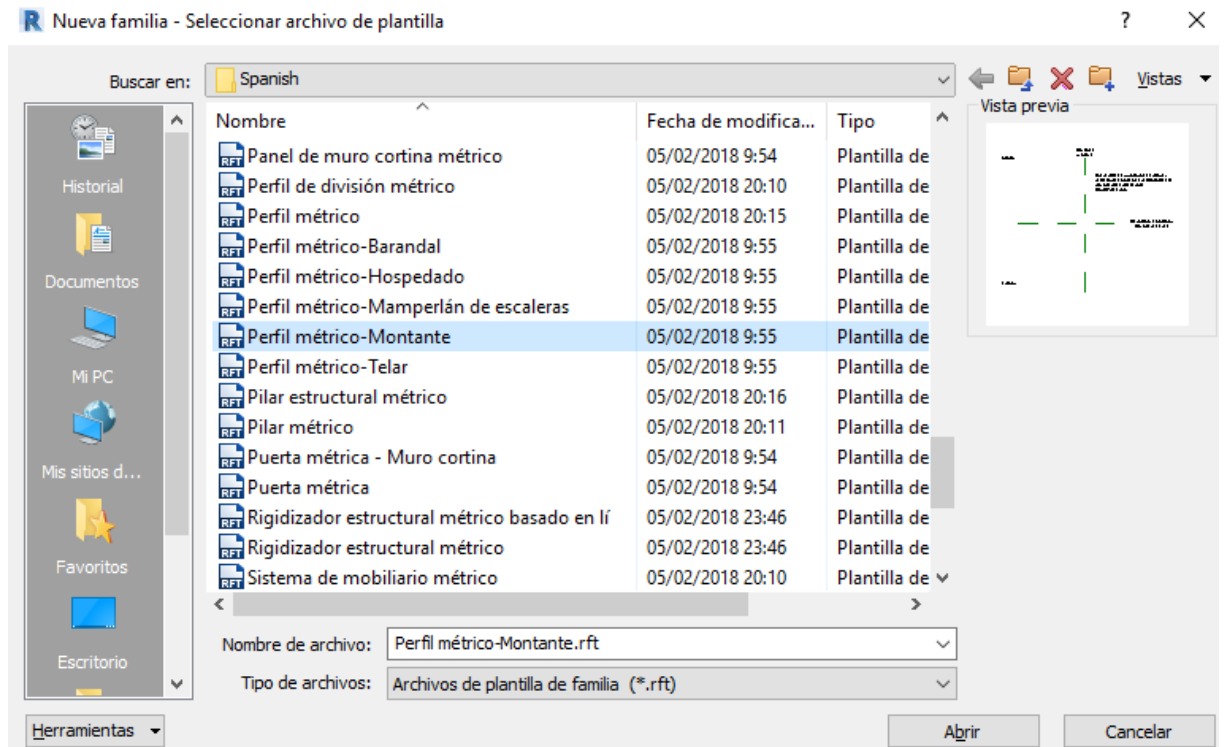


Figura 59. Seleccionar archivo de plantilla

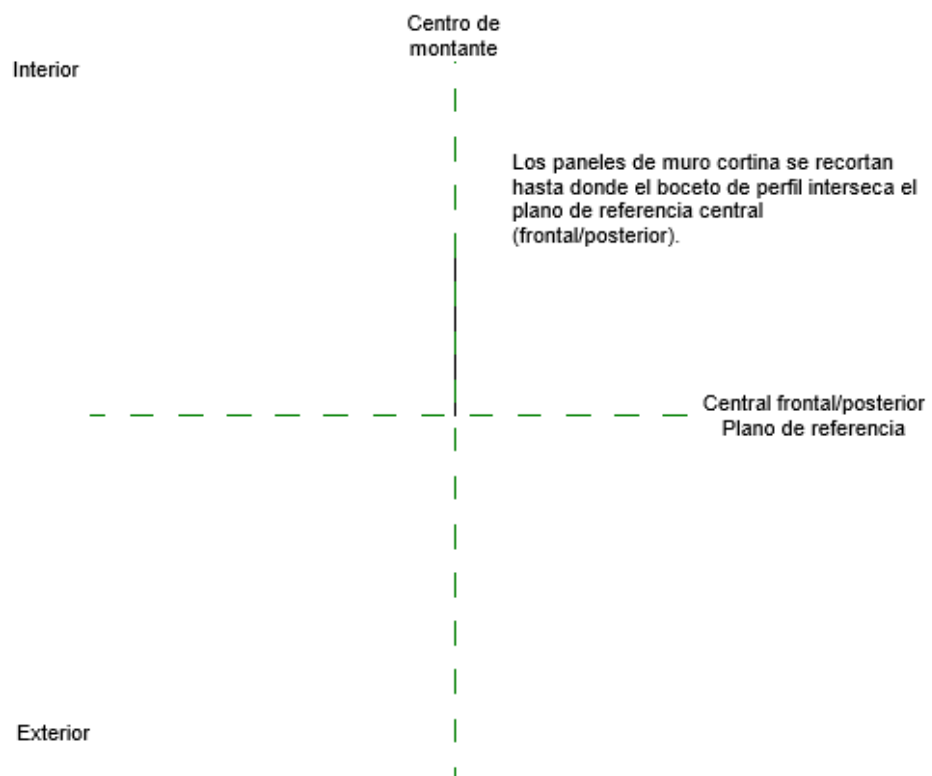


Figura 60. Editor de familias

Se generó un perfil simple, con líneas rectas y curvas (figura 61). Este perfil se parametrizó para que cuando se quiera instalar en cualquier proyecto y se necesite cambiar sus dimensiones no se pierdan las proporciones. Para parametrizarlo se establecieron una serie de relaciones, mediante fórmulas, entre los parámetros creados (figura 62).

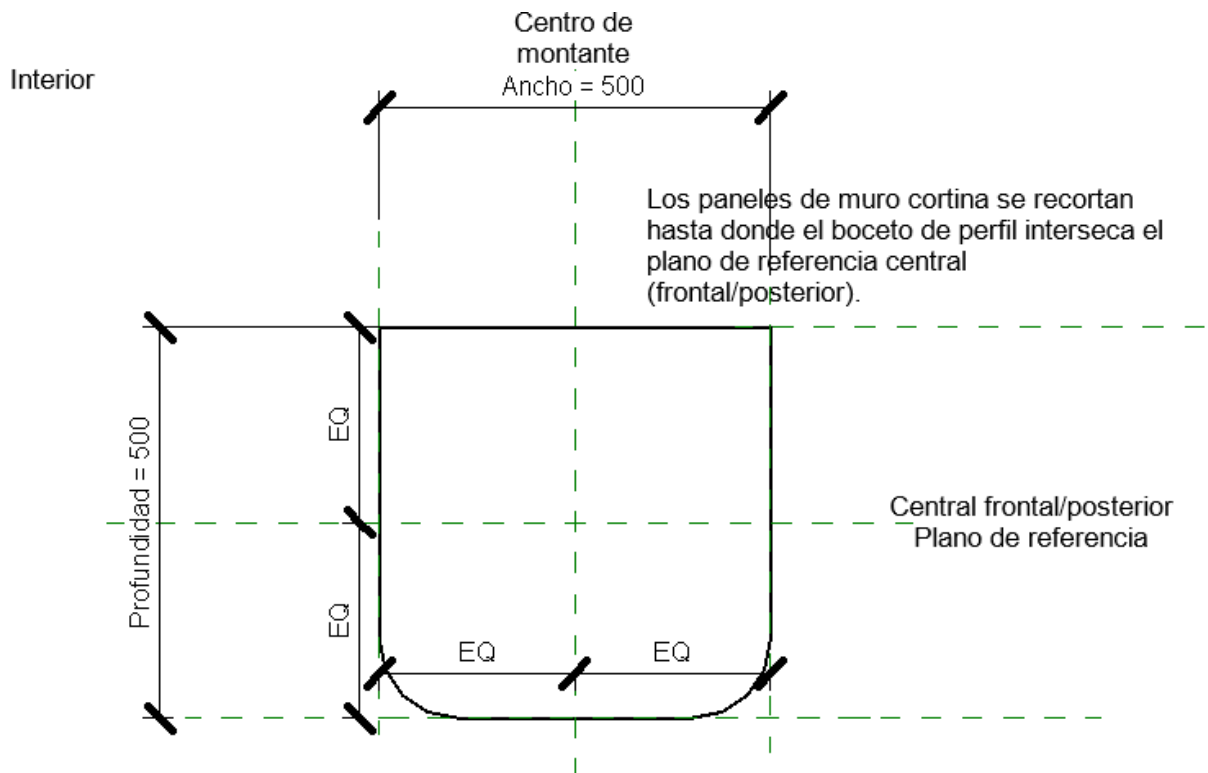


Figura 61. Perfil generado para montante

Tipos de familia

Nombre de tipo:

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Cotas			
Ancho	500.0	= Profundidad	☒
Profundidad	500.0	= 50 * Radio	☒
Radio	10.0	=	☒

Figura 62. Parametrización del perfil

Pero lo que se hizo fue crear un perfil no un montante. Para crear el montante se duplicó una familia ya creada de muro cortina del navegador de proyectos y se le cambió el perfil (figura 63).

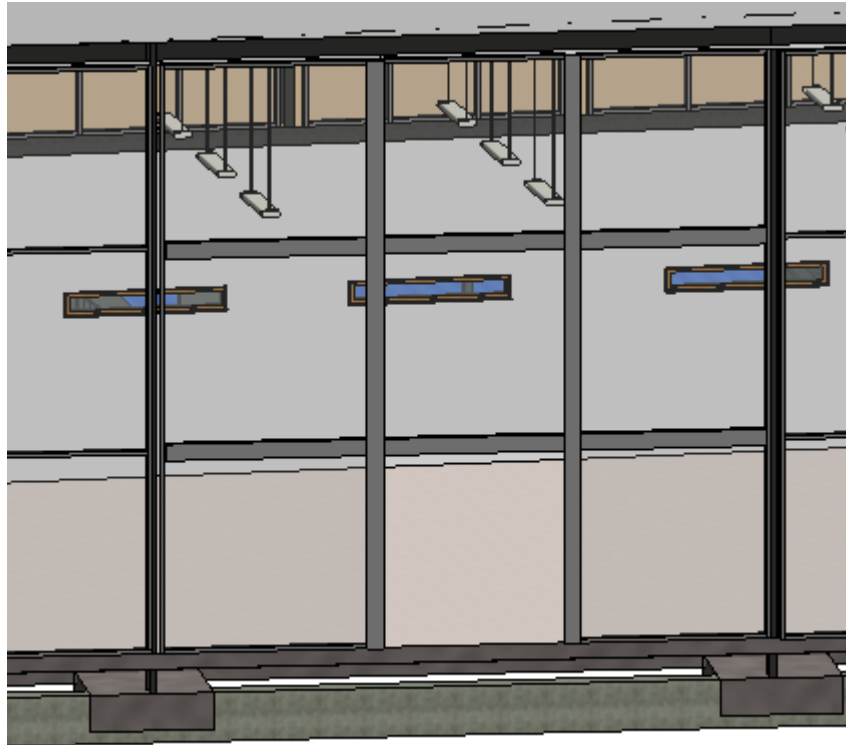


Figura 63. Nuevo montante para muro cortina

Lo siguiente fue introducir las puertas. Para ello la puerta que se eligió fue de la familia “Puerta de escaparate abatible de 2 hojas en muro cortina” del tipo “Puerta doble de fachada de tienda” (figura 64).

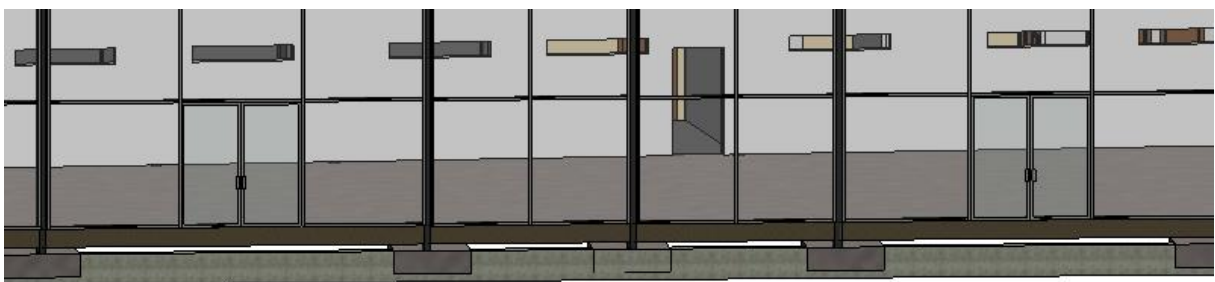


Figura 64. Puerta de escaparate

7.5. Puertas

Para las puertas interiores y las de los baños se personalizaron 2 familias distintas, ambas pertenecientes a la familia “Puerta de 1 hoja”. Estas son “Puerta interior de 2100x1000 mm” y “Puerta aseo de 2100x700 mm”.

Teniendo en cuenta que por las puertas exteriores deben acceder vehículos agrarios, los cuales poseen grandes dimensiones, se utilizaron puertas “Puertas elevadas enrollables de 6000x5000x76 mm”.

La vista con las puertas colocadas es figura 65.

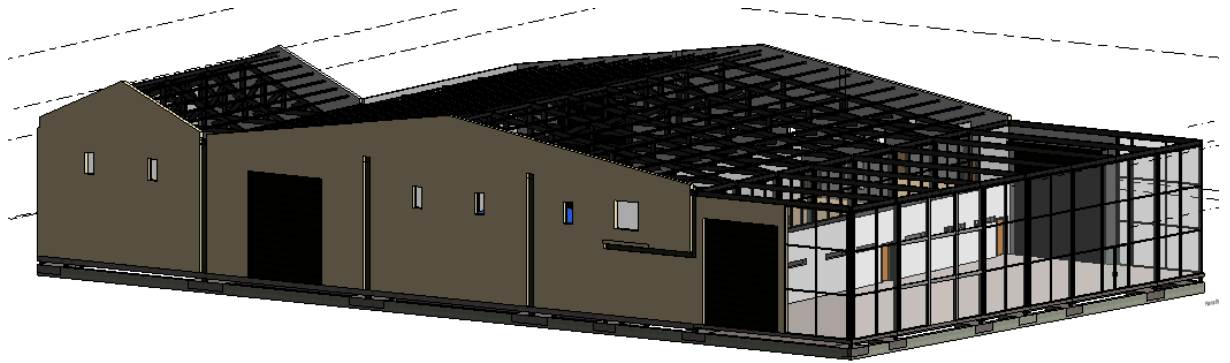


Figura 65. Puertas instaladas

7.6. Ventanas

Para la planta baja se colocaron “Ventana corredera 2 hojas de 600x600 mm” y “Deflector de ventilación simple de 600x300 mm” en aseos y vestuarios (figura 66). También se colocó una serie de “Ventana simple fija 2000x300 mm” con orientación sur para tener cierta luz natural en las mesas de trabajo y en el almacén del taller (figura 67). La vista final de las ventanas en “Planta baja” figura 68.

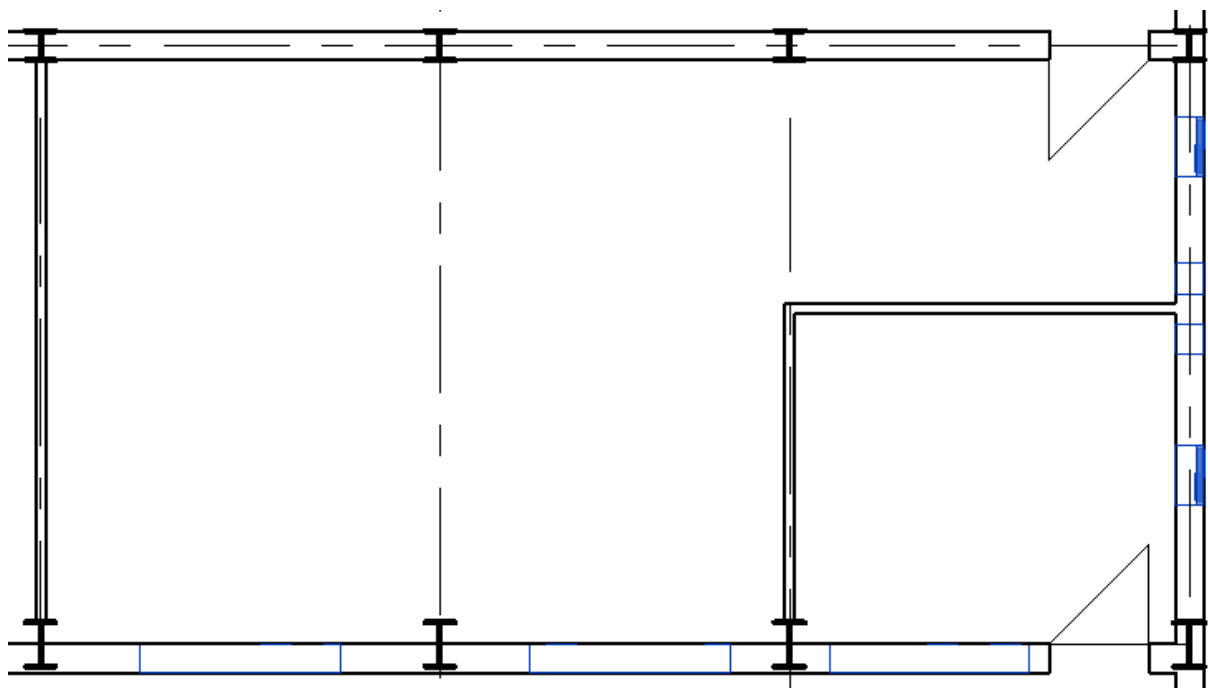


Figura 66. Vista en planta de las ventanas instaladas

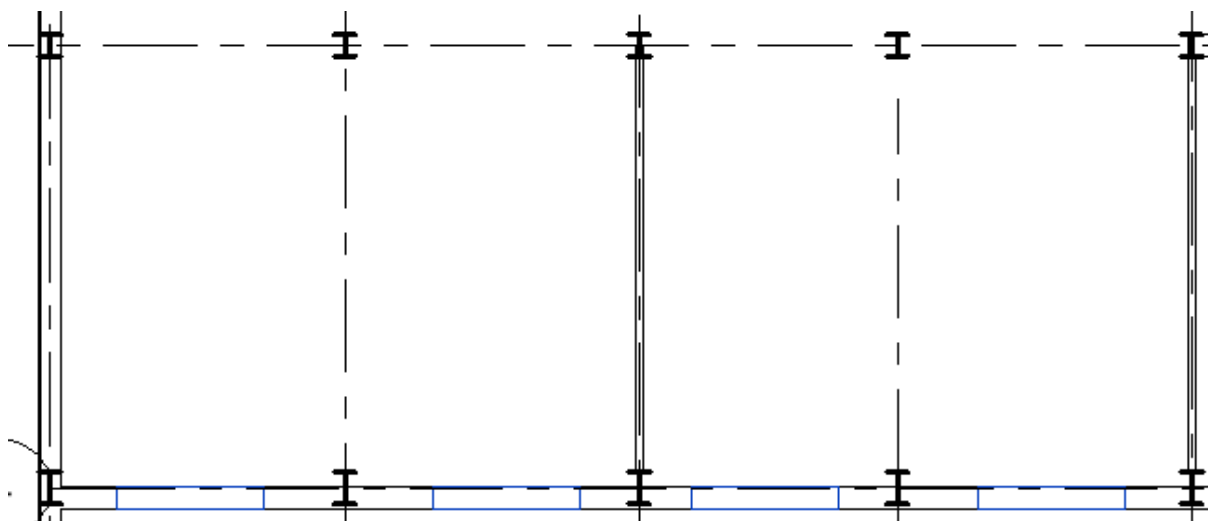


Figura 67. Vista en planta para aumento de luz natural en mesas de trabajo y almacén



Figura 68. Ventanas en planta baja

En cuanto a las ventanas en “Planta 1” se colocaron: “Ventana corredera 2 hojas de 1600x1600 mm”, “Deflector de ventilación simple 600x300 mm” en el aseo y “Ventana corredera 2 hojas de 600x600 mm” en el almacén. También se colocaron “Ventana de 2 hojas (practicable + abatible) de 1600x1600 mm” a la entrada de la oficina y en uno de los extremos de la exposición (figura 69). Además, alrededor del taller se colocaron “Ventana simple fija de 2000x300 mm” para permitir acceso de luz natural (figura 70). La vista general de la instalación es figura 71.

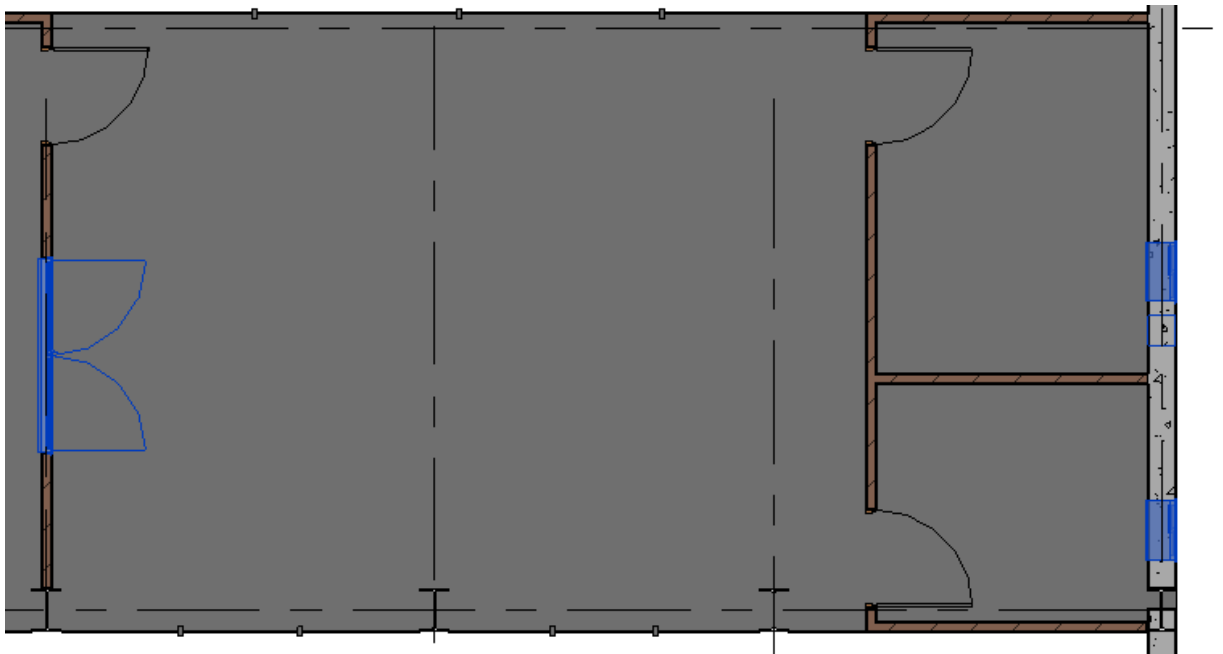


Figura 69. Vista en planta de las ventanas en la oficina

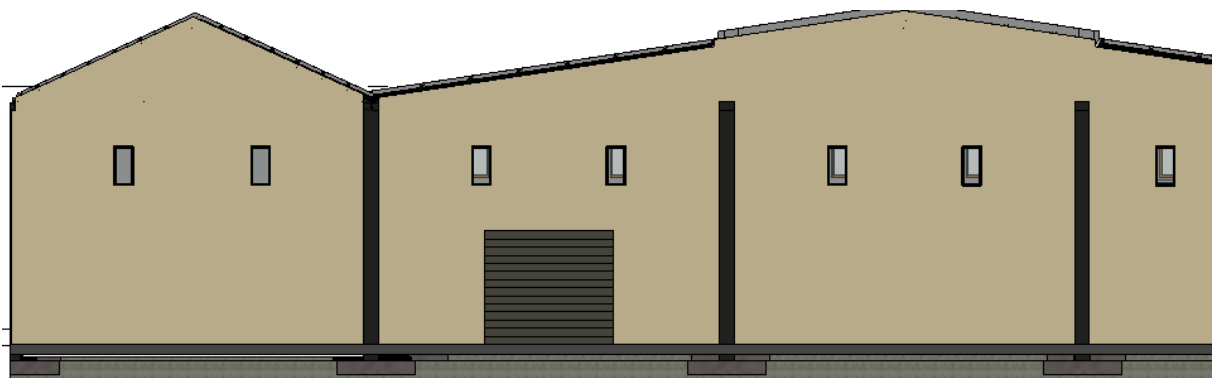


Figura 70. Ventanas en primera planta para la zona del taller

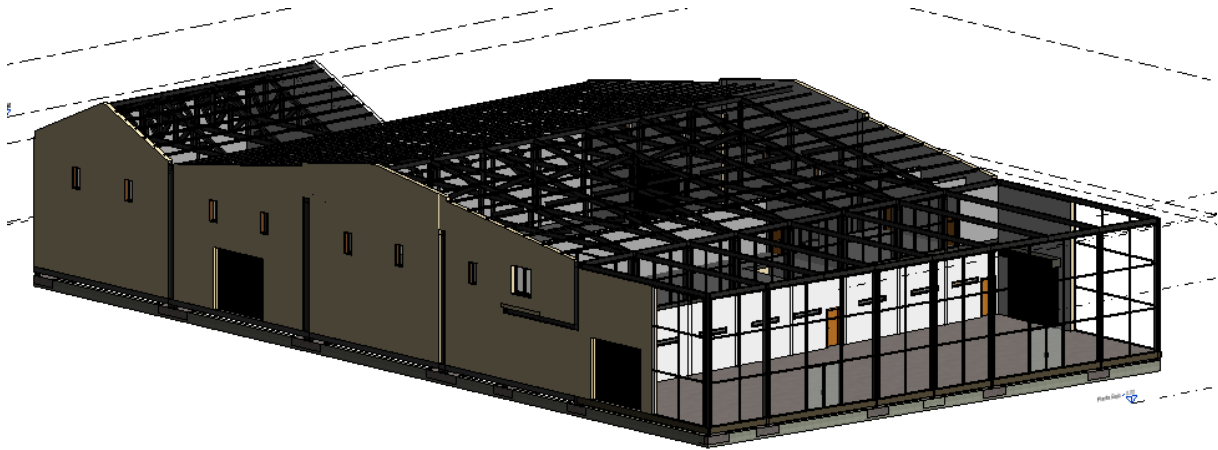


Figura 71. Vista general de la edificación tras instalar las ventanas

7.7. Montacargas

Puesto que en el expositor de la primera planta se exponen aperos agrícolas se pensó en algún medio para subirlos. Solo hay dos posibilidades: Una rampa o un montacargas. El caso de la rampa se desechó principalmente por el peso de algunos artículos y en segundo lugar porque se habría tenido que instalar una rampa de una longitud elevada.

Se descargaron de la red 2 elevadores y se guardaron en una carpeta creada con el nombre “Elevadores” situada junto a las demás familias de Revit (figura 72).

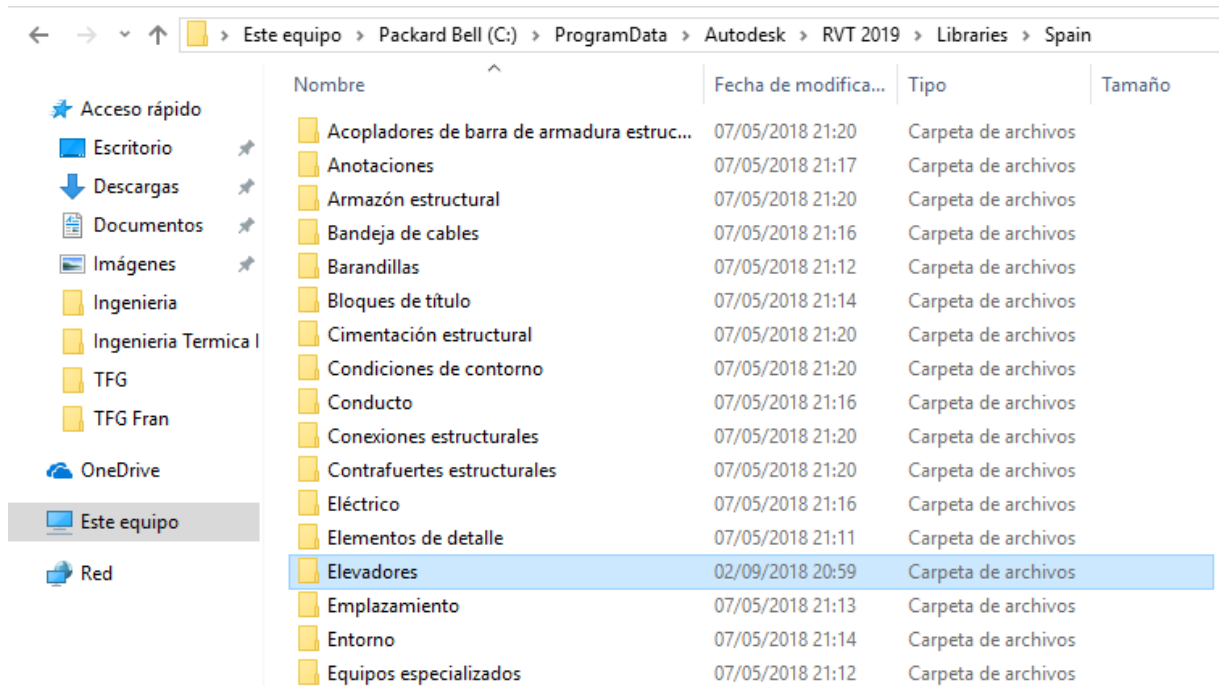


Figura 72. Nueva familia Elevadores

Una vez guardada la familia se puede incorporar al proyecto. Para ello se fue a la sección “Componente” ya que el elevador no pertenece a ninguna de las otras familias (puertas, ventanas...) (figura 73).



Figura 73. Componente

Después se cargó la familia que se deseaba. Esta venía con unas dimensiones propias, hubo que duplicarla y modificar sus características en base a este proyecto. Por último, se instaló como si fuera cualquier otro elemento. Puesto que previamente en el mismo espacio se había instalado un muro y no existía hueco en el forjado superior (figura 74) se realizaron una serie de modificaciones. Estas modificaciones corresponden a la reducción del muro frontal, hueco en el forjado superior e instalación de un muro que envuelva al elevador e impida acceder al hueco de operación de este (figura 75).



Figura 74. Forjado antes del elevador

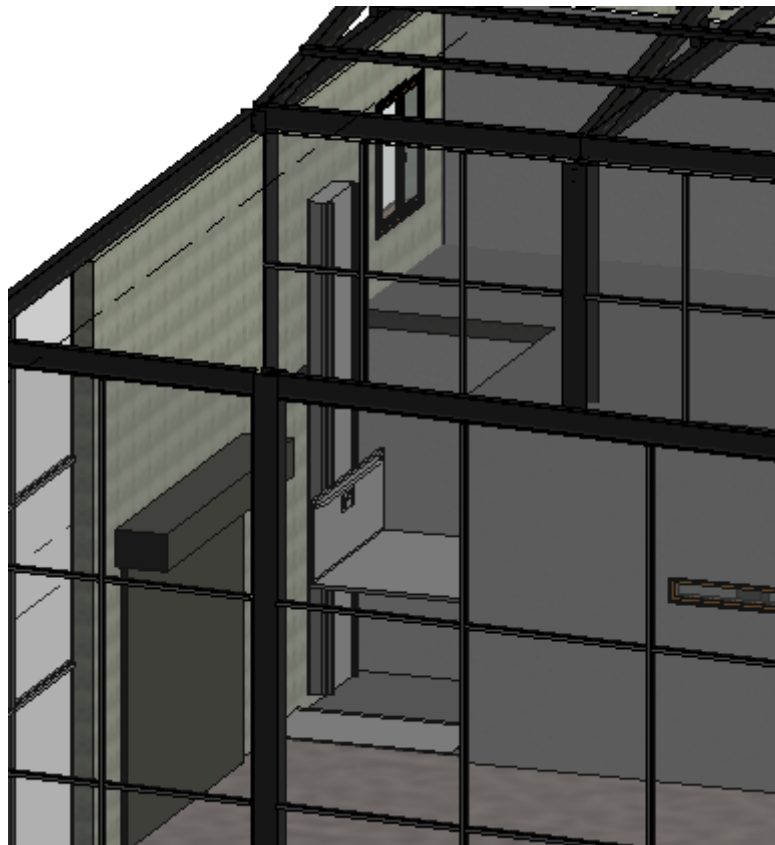


Figura 75. Forjado tras introducir elevador

El hueco del elevador en “Planta 1” se cerró con una cristalera que hace visible su funcionamiento y con una puerta “Puerta corredera con cristalera” (figura 76) y (figura 77).



Figura 76. Cerramiento del hueco del elevador vista desde el interior

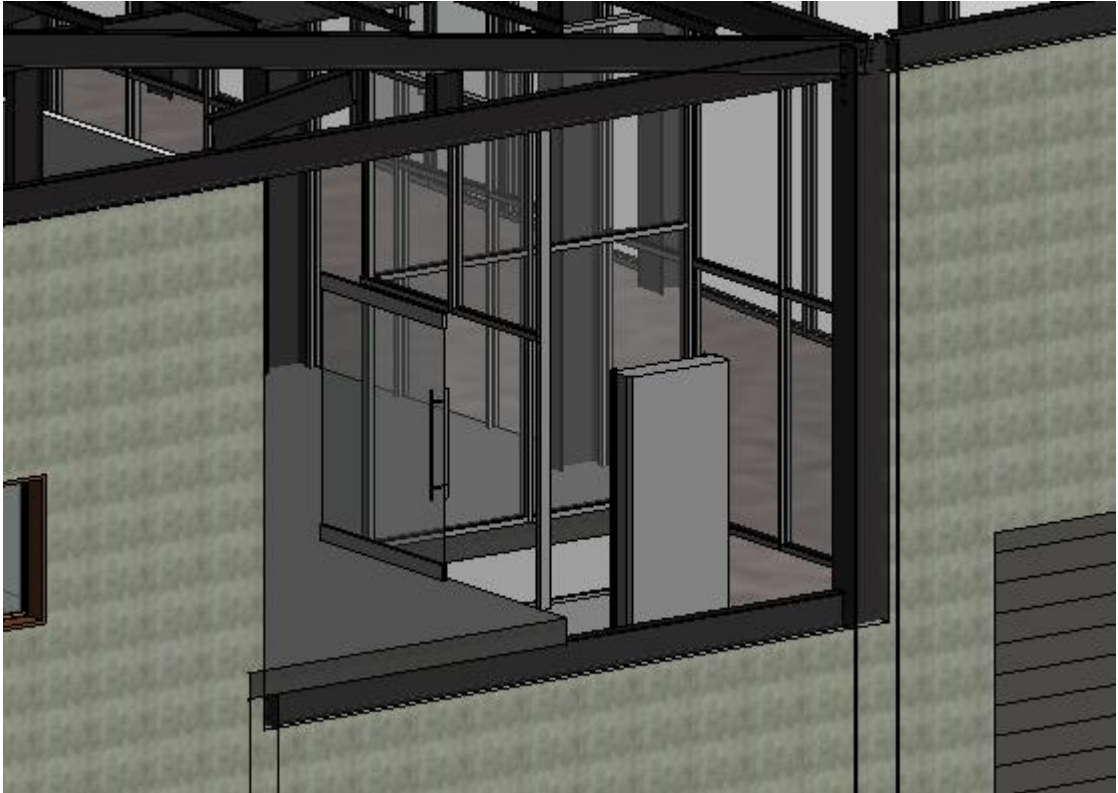


Figura 77. Cerramiento del hueco del elevador vista desde el exterior ocultando un muro

7.8. Escalera

Se introdujo una escalera en el hueco entre la oficina y el expositor de aperos (figura 78), siendo el desnivel a salvar de 4m. Se optó por una familia correspondiente a “Escalera prefabricada”, cuyas características se indican en la tabla 2.

Reglas de cálculo	
Altura de contrahuella máxima	0.1800
Profundidad de huella mínima	0.2700
Anchura mín. de tramo	1.0000
Construcción	
Tipo de tramo	Huella 40 mm Mampelán 30 mm Contrahuella 15 mm
Tipo de descansillo	Grosor 200 mm
Función	Interior
Conexión de fin	
Método de conexión	Entalladura

Extensión de entalladura	0.1000
Grosor de entalladura	0.1000
Distancia de espacio horizontal	0.0100
Distancia de espacio vertical	0.0100

Tabla 2. Dimensiones de la escalera

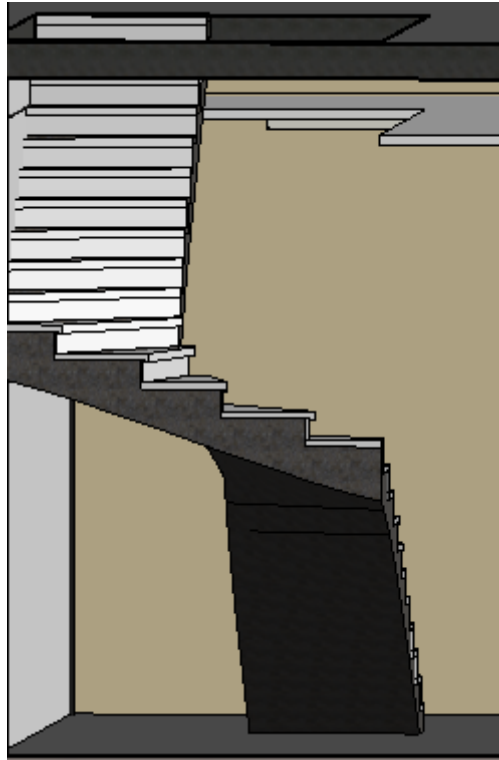


Figura 78. Escalera

Puesto que se deseaba tener acceso a la escalera desde el taller y desde el expositor inferior había que dejar espacio para un pasillo. En este caso se dejó un pasillo de 1.5m (figura 79).

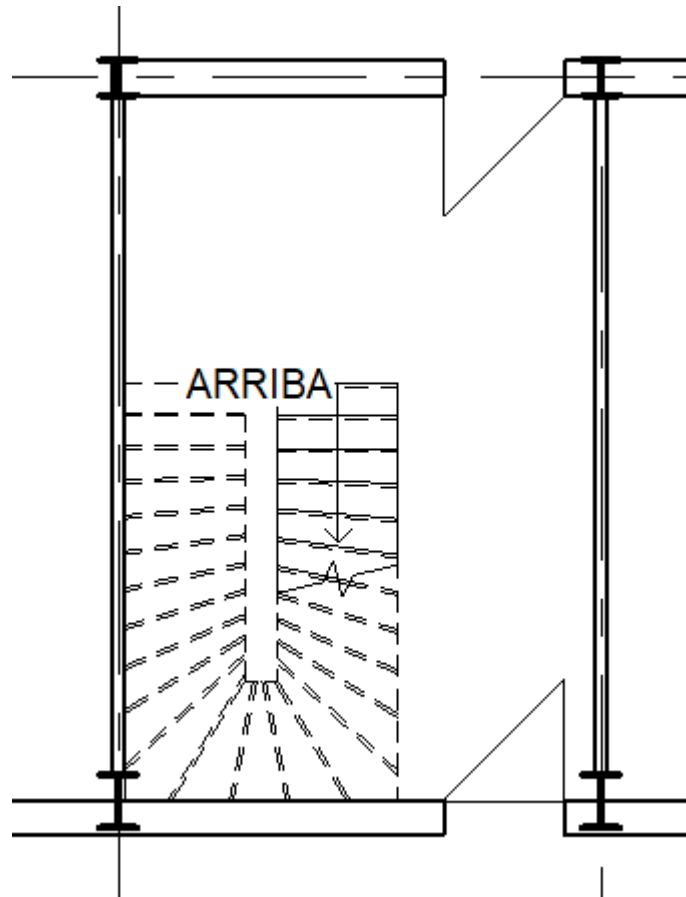


Figura 79. Vista en planta de la escalera

Por último, se debió ajustar el hueco de la escalera en el forjado de la primera planta. Para ello se accedió al modelo estructural. Una vez cambiado allí se ajustó en el modelo arquitectónico (figura 80).

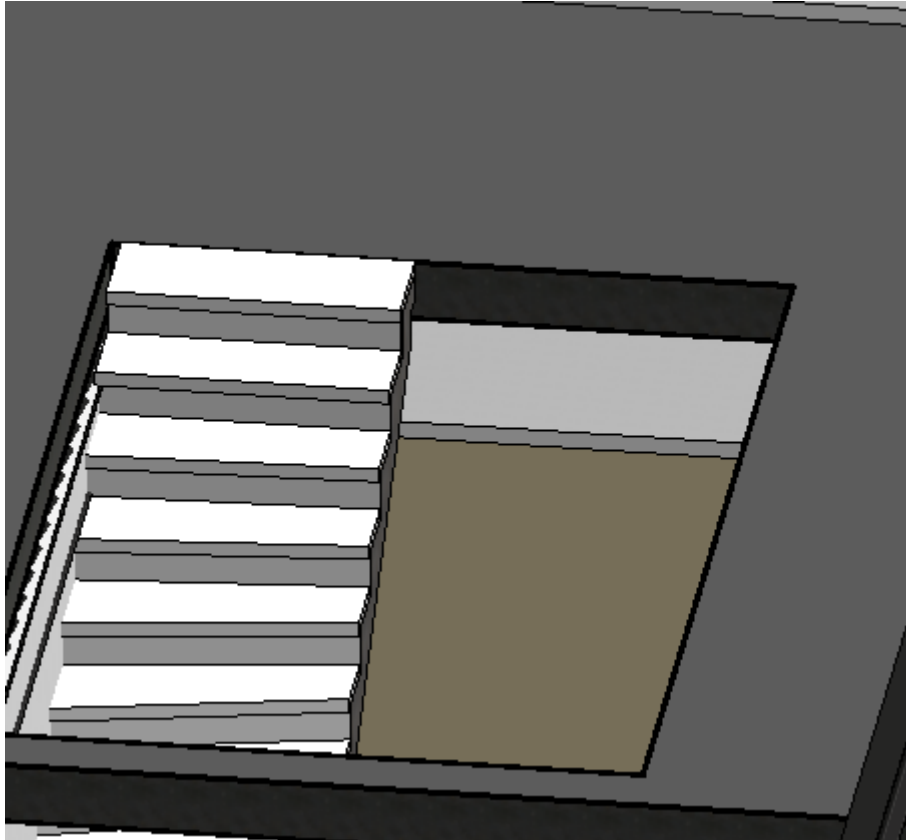


Figura 80. Ajuste del hueco de la escalera

7.9. Barandilla

Se colocaron dos barandillas, ambas “Barandilla barrotes cuadrados con barandal superior de acero 50 mm”, una a ambos lados de la escalera y otra en el contorno del forjado de la primera planta. Para la barandilla del contorno del forjado se seleccionó “Barandilla de camino” en la sección “Circulación” (figura 81). Seguidamente en la vista de planta del nivel donde se quería instalar se dibujó el camino que esta debía seguir (figura 82). El tramo debe ser continuo, es decir, si se desea hacer más de un tramo hay que hacer varias barandillas (figura 83).

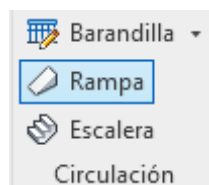


Figura 81. Barandilla de camino

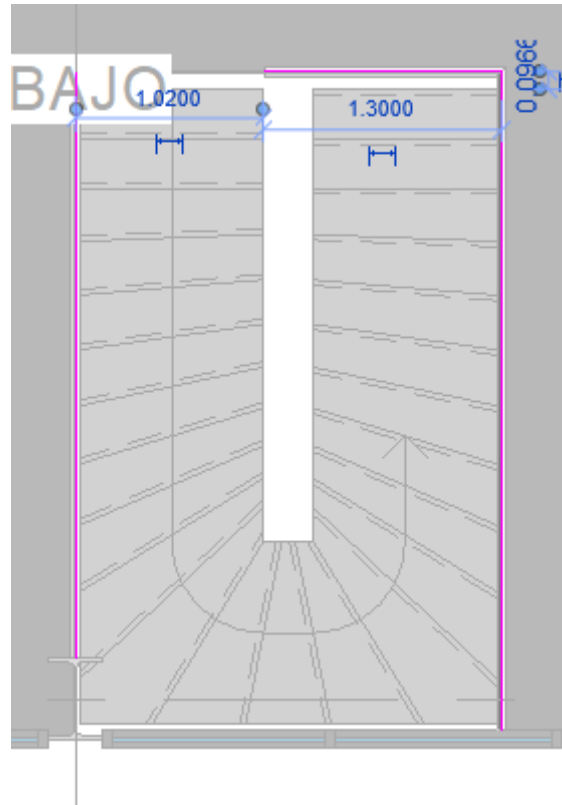


Figura 82. Trayecto de la barandilla



Figura 83. Barandilla del hueco de la escalera

En cuanto a la barandilla de escalera. Se seleccionó la opción “Colocar en escalera/rampa” (figura 84). Al hacerlo por este método una parte de la barandilla

quedó horizontal, es decir, no acompañaba a la escalera en su subida. Para corregir este error se seleccionó “Editar camino” (figura 85). Se eliminó el tramo que suponía el error figura 86. Seguidamente se seleccionó “Boceto de camino” y se dibujó el camino de la parte de la barandilla suprimida (figura 87).

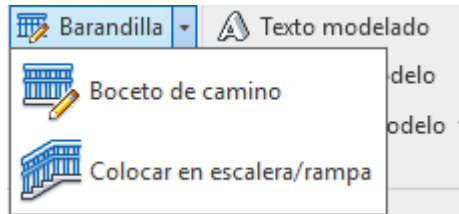


Figura 84. Barandilla en escalera/rampa

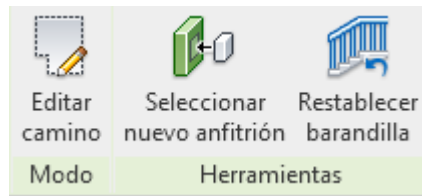


Figura 85. Editar camino de barandilla

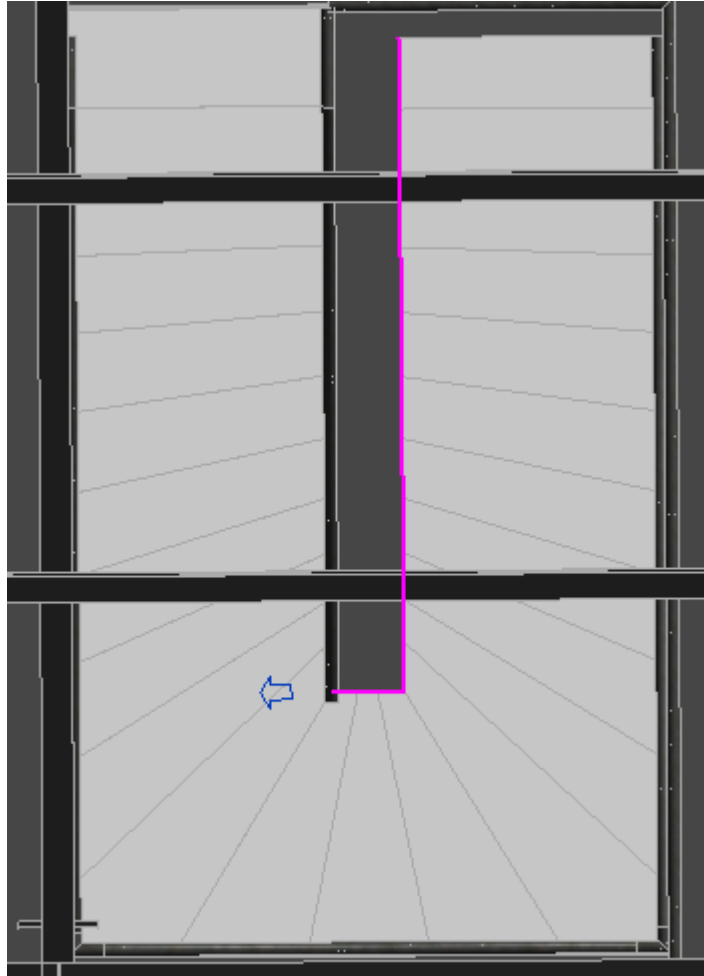


Figura 86. Camino erróneo de barandilla eliminado

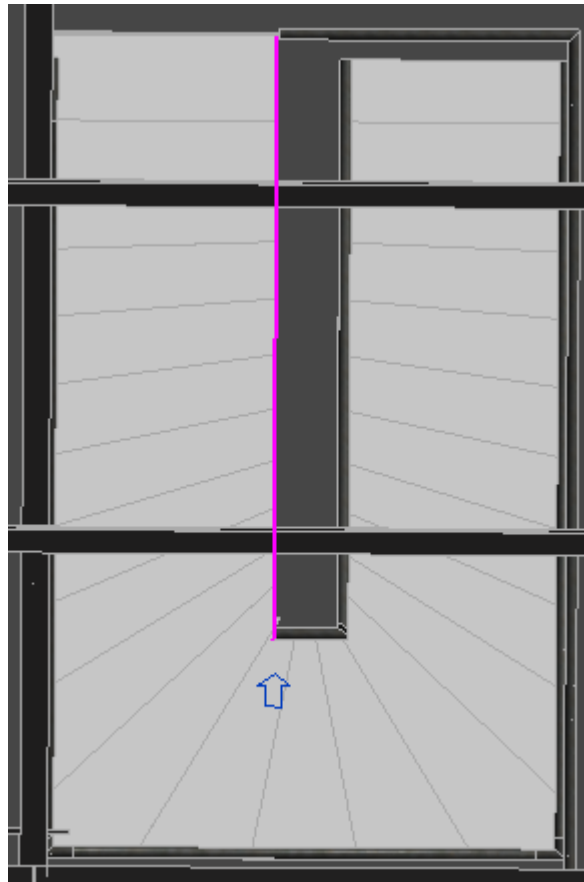


Figura 87. Tramo final de barandilla en la escalera

Finalmente, para conseguir que la barandilla ascendiera con la escalera se utilizó “Seleccionar nuevo anfitrión” y se seleccionó la escalera (figura 88). Quedando el resultado final de la escalera prefabricada y la barandilla siguiente figura 89.

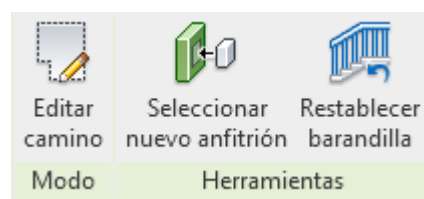


Figura 88. Nuevo anfitrión



Figura 89. Escalera y barandilla

7.10. Techo

Para modelar el techo de cada planta hubo que tener en cuenta cierto desnivel. Este desnivel se debe a que entre el techo y el forjado hay ciertas instalaciones que se quiere dejar ocultas. Si se hubiera instalado directamente se habría solapado con las vigas del mismo nivel, dejando las instalaciones a la vista. El techo se determinó fijando el contorno. Se introdujo “Falso techo continuo de placa de yeso laminado” (figura 90).

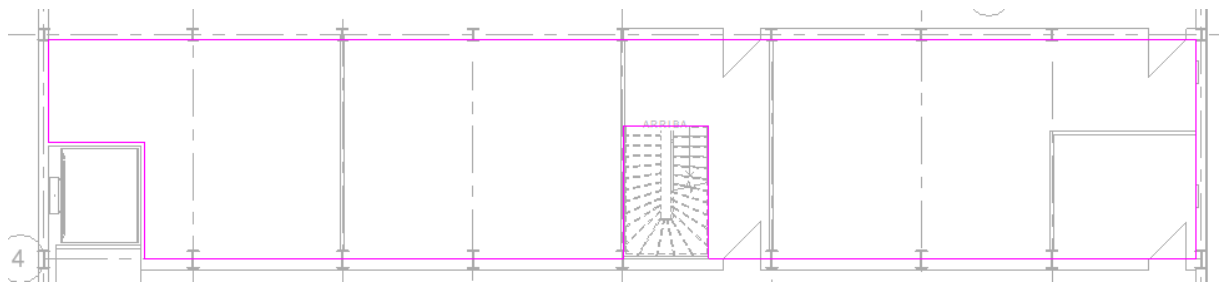


Figura 90. Contorno del techo

Como se puede apreciar queda un hueco entre el forjado y el techo de cada planta (figura 91). Al proceder de la misma manera para el techo de la primera planta figura 92. Tras esto si se quisiera hacer algún tipo de instalación correspondiente a iluminación etc se trabajaría sobre los planos de techo creados.



Figura 91. Hueco entre forjado planta superior y techo planta inferior

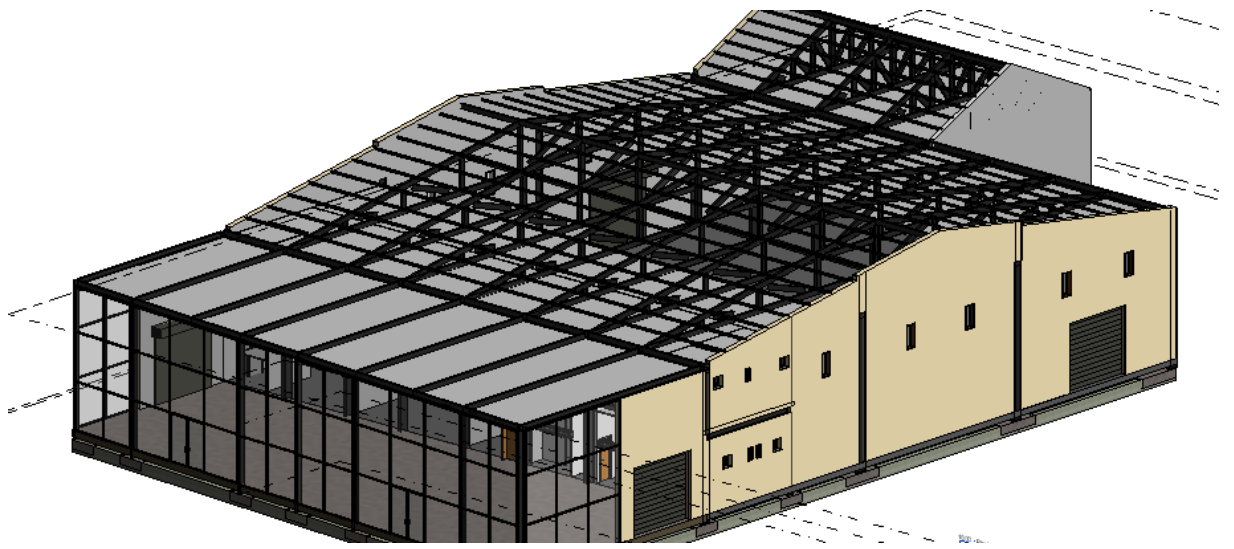


Figura 92. Techo primera planta

7.11. Cubierta

El modelado de la cubierta se hizo en el apartado “Arquitectura” en “Cubierta” seleccionando “Cubierta por extrusión” (figura 93). Se definió el plano de trabajo (figuras 94). Tras darle a aceptar se seleccionó un plano perpendicular a la extrusión de la cubierta, en este caso uno de los cerramientos (figura 95). Una vez hecho esto se seleccionó un tipo de línea y se dibujó el perfil que debe seguir la cubierta (figura 96).

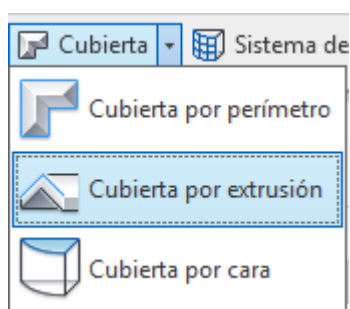


Figura 93. Cubierta por extrusión

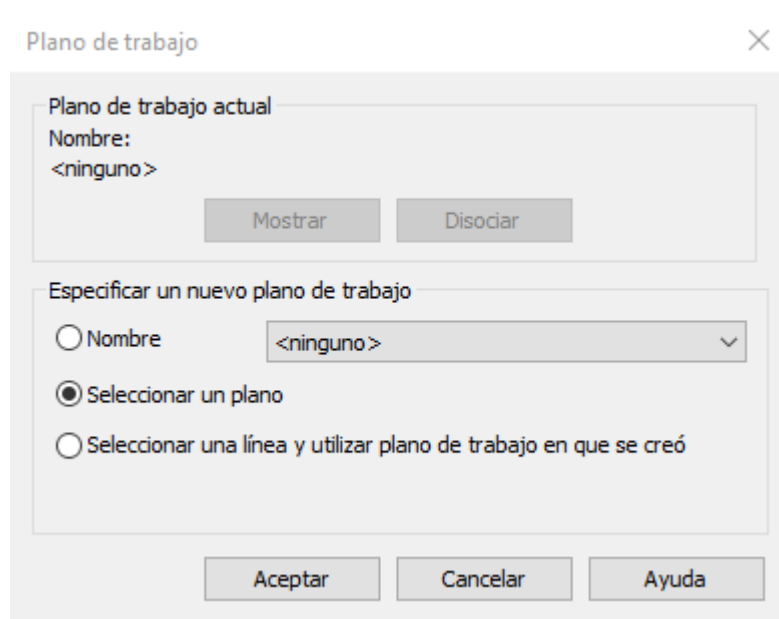


Figura 94. Definición de plano de trabajo A



Figura 95. Definición de plano de trabajo B

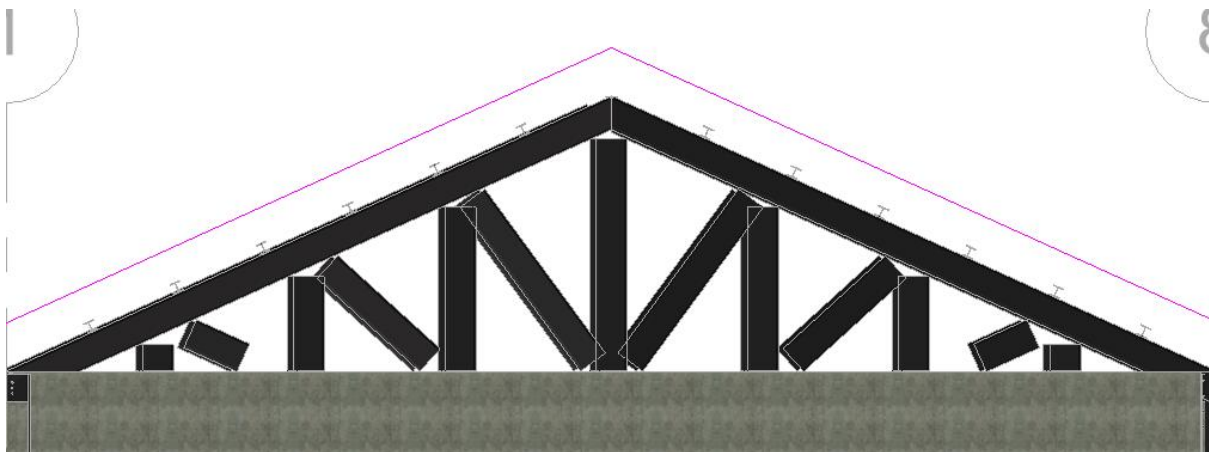


Figura 96. Perfil de la cubierta

Tras determinar el desfase respecto al nivel se instala la cubierta “Chapa acanalada de 50 mm”.

Como se aprecia queda una zona libre entre el frontal de la cubierta y el muro (figura 97), para corregir esto se seleccionó el muro y después la opción “Enlazar con la parte superior” (figura 98).

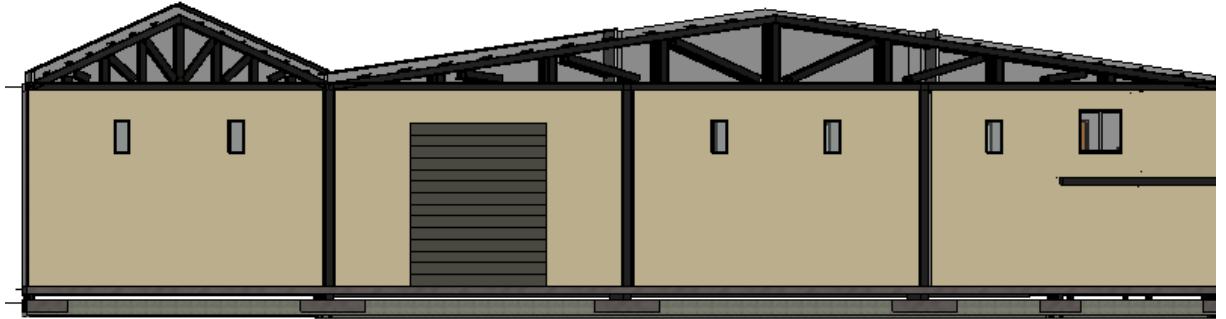


Figura 97. Espacio libre entre muro y cubierta

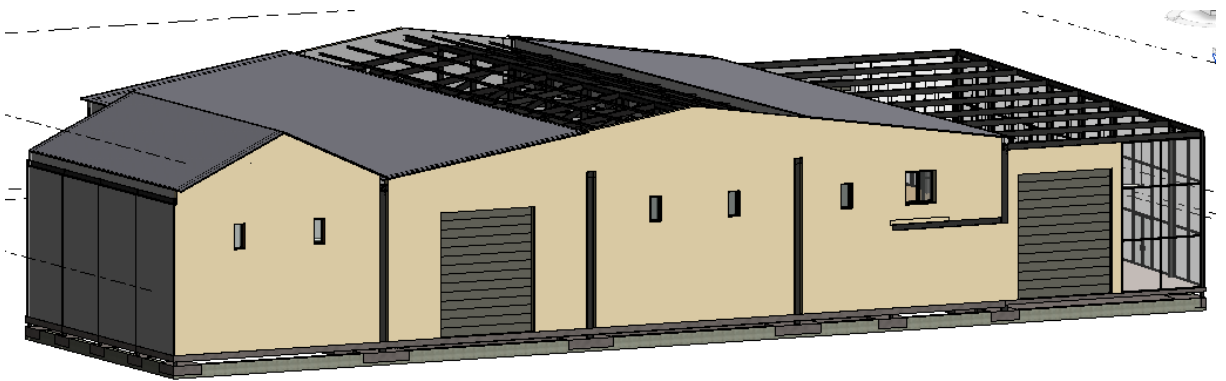


Figura 98. Estado final con la cubierta instalada

7.12. Cubierta solar

El objetivo fue modelar una cubierta en la que se puedan implantar paneles fotovoltaicos o paneles térmicos. Esta se modeló en la zona sur de la instalación, en este caso, sobre el expositor de vehículos para aprovechar al máximo la incidencia de los rayos solares.

Puesto que en el modelado estructural se instalaron las vigas se colocó una “Cubierta por perímetro” y al igual que con el suelo, en la correspondiente vista de

planta, se dibujó el contorno de este. Además, se deseleccionó “Define pendiente” ya que se desea que sea plana.

Para este proyecto se seleccionó “Cubierta básica Plana tradicional transitable – 400 mm” (figura 99).

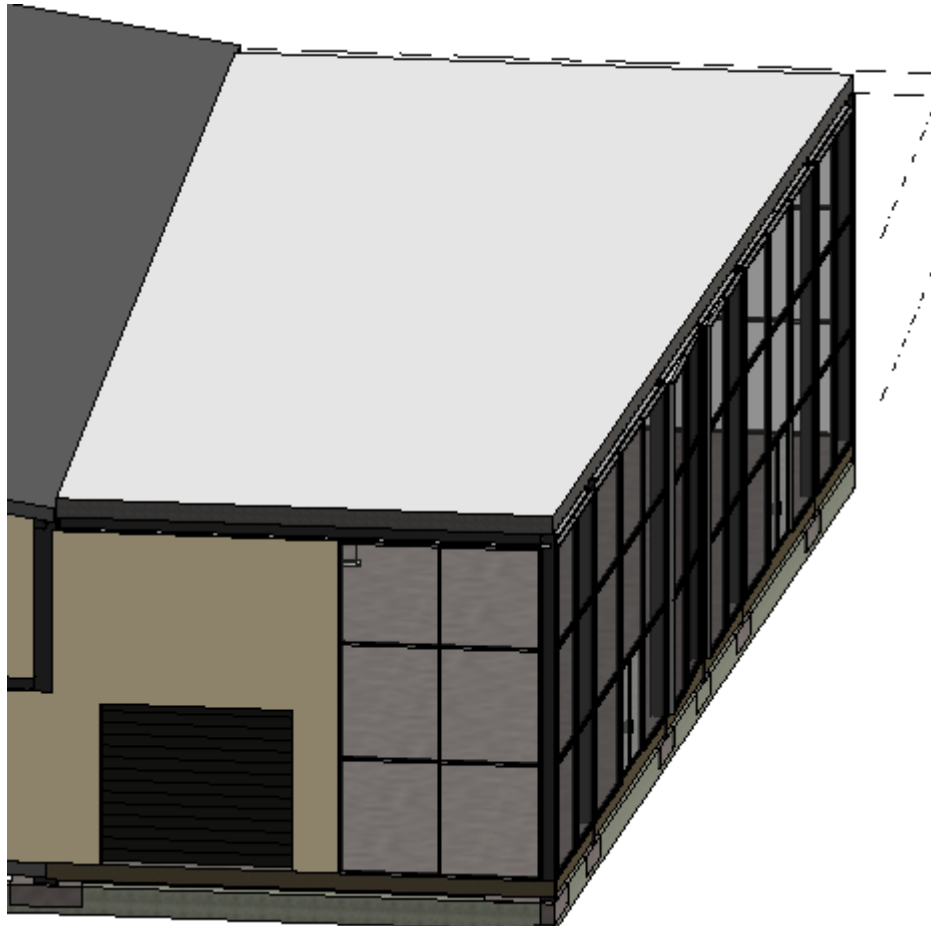


Figura 99. Cubierta plana transitable

El último paso fue colocar una envolvente a esta cubierta para proporcionar cierta seguridad a la hora de transitar por ella. Para ello se utilizó “Muro básico por defecto – 10cm” (figura 100). Para terminar la cubierta solar se implantó el techo en esa zona.

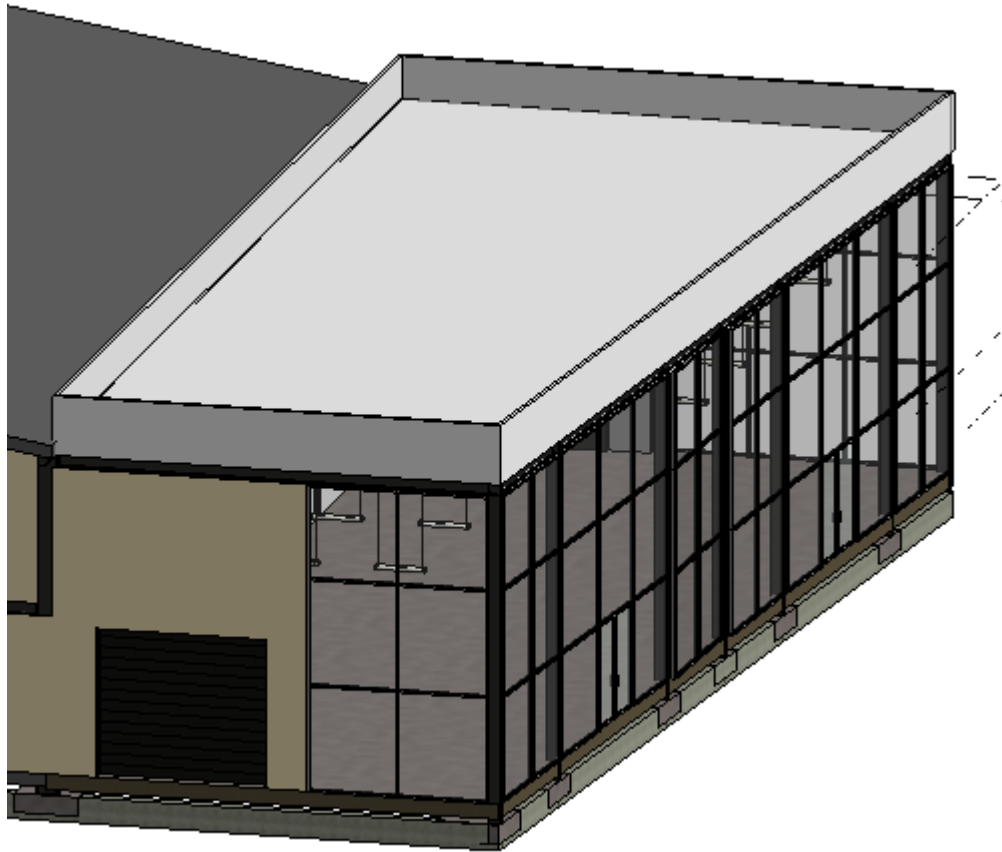


Figura 100. Muros de seguridad en cubierta plana

7.13. Lucernario

Se colocó un lucernario sobre la cubierta del taller. Con esto se consiguió aumentar la luz natural que accede a esta zona. Para ello se modificó el perfil de la cubierta anteriormente creada. El primer paso fue crear un nuevo nivel a la cota que debe empezar el lucernario, en este caso 9.5m. Seguidamente se modificó el perfil de la cubierta apoyándose en el nivel mencionado anteriormente (figura 101). Como puede apreciarse se dejó la mitad de la cubierta figura 102.

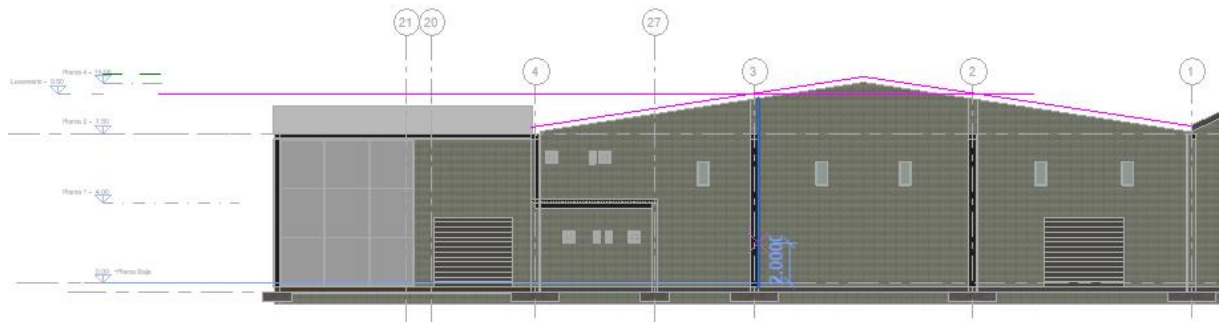


Figura 101. Modificación de la cubierta

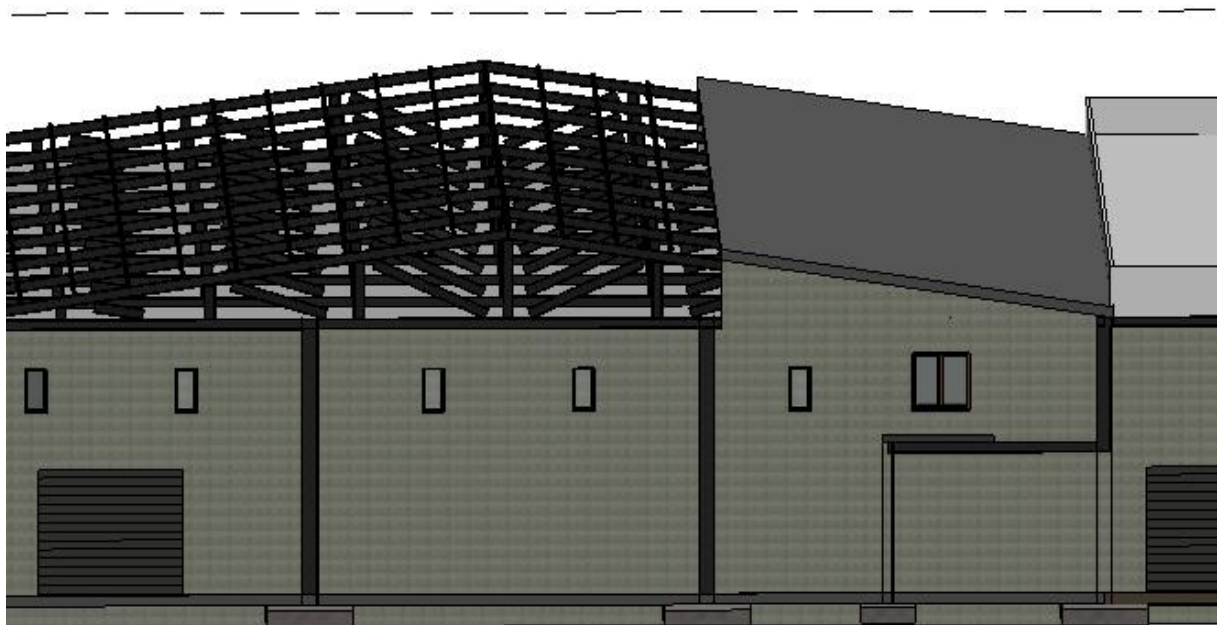


Figura 102. Mitad de cubierta

El siguiente paso fue reflejar esta mitad de cubierta para tener dos partes. Para ello se seleccionó la cubierta y “Reflejar” (figura 103). Se seleccionó un eje neutro y se obtuvo la segunda parte de la cubierta (figura 104). Por último, para completarla se creó otra cubierta. Esta tiene el perfil del hueco que quedó por cubrir (figura 105). Tras determinar el desfase apropiado e instalar los montantes (figura 106).



Figura 103. Reflejar

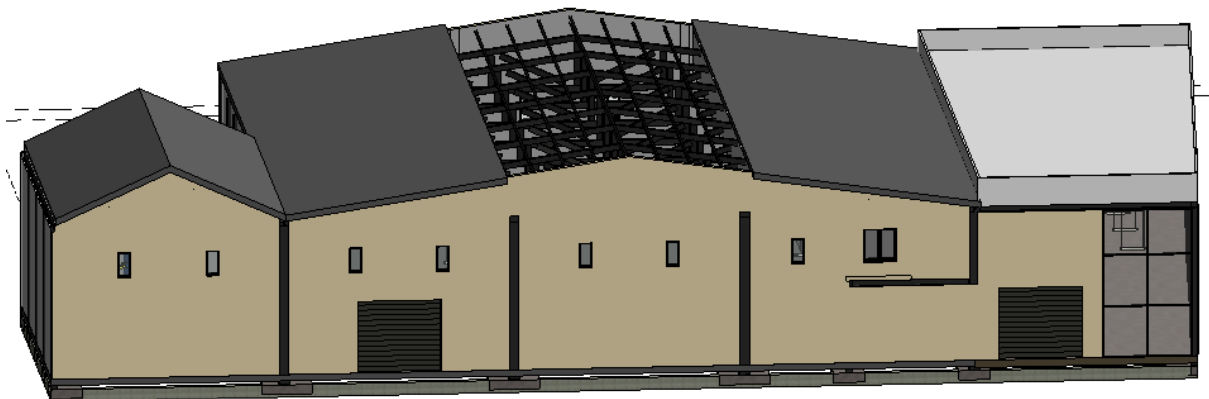


Figura 104. Cubierta sin lucernario

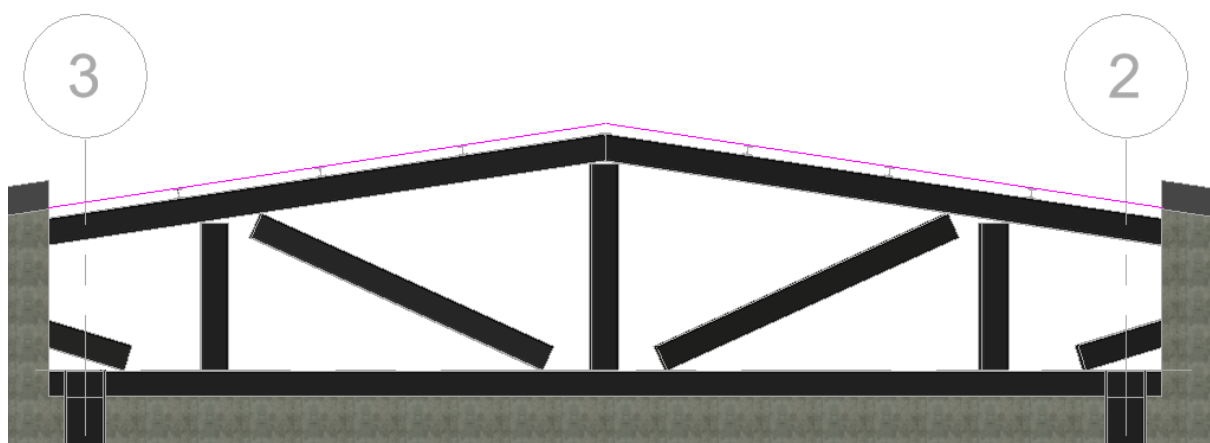


Figura 105. Perfil lucernario

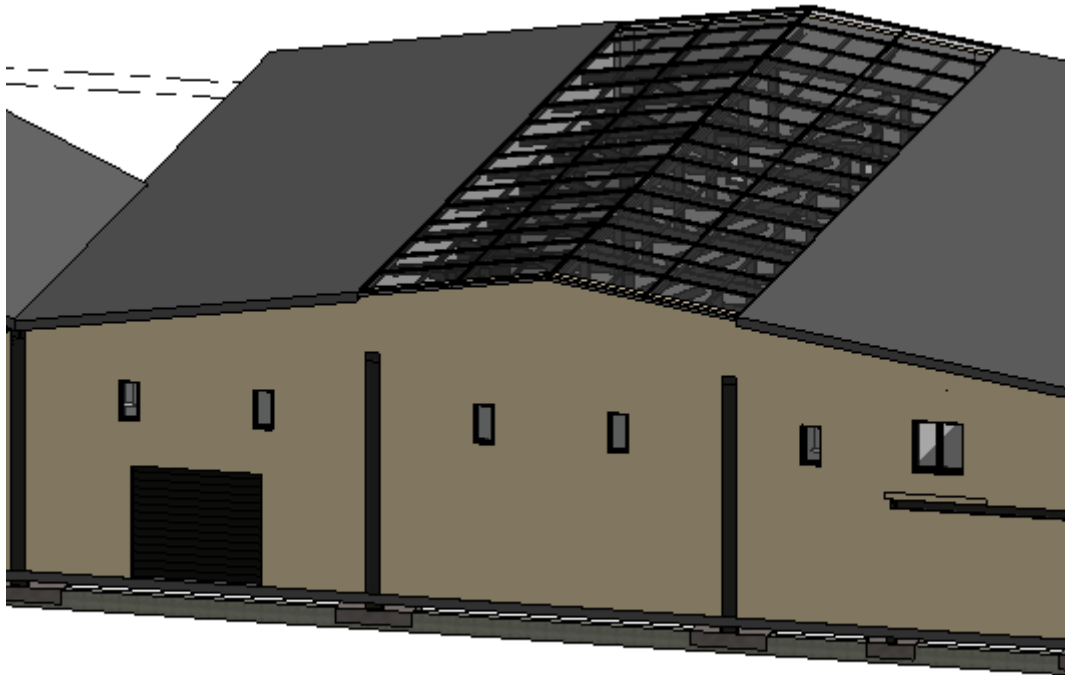


Figura 106. Lucernario

7.14. Mobiliario y aparatos

En este apartado se dotó a la edificación de material para su funcionamiento, así como elementos de decoración etc.

7.14.1. Luminarias

Para la instalación de estas se trabajó sobre los planos de techo que se habían generado anteriormente con la creación de los techos en el navegador de proyectos. En este caso se trabajó con el “Plano de techo planta 1”.

Una vez aquí se cargaron las familias deseadas. “Lineal suspendido 1 - 1200mm” para la zona del taller mientras que en la oficina y en el aseo se cargaron “Techo – Cuadro lineal 0300 x 1200 mm (2 lámparas)”. Además, se introdujo una “Lampara de techo 400 x 450” para el pequeño almacén (figuras 107 y 108).

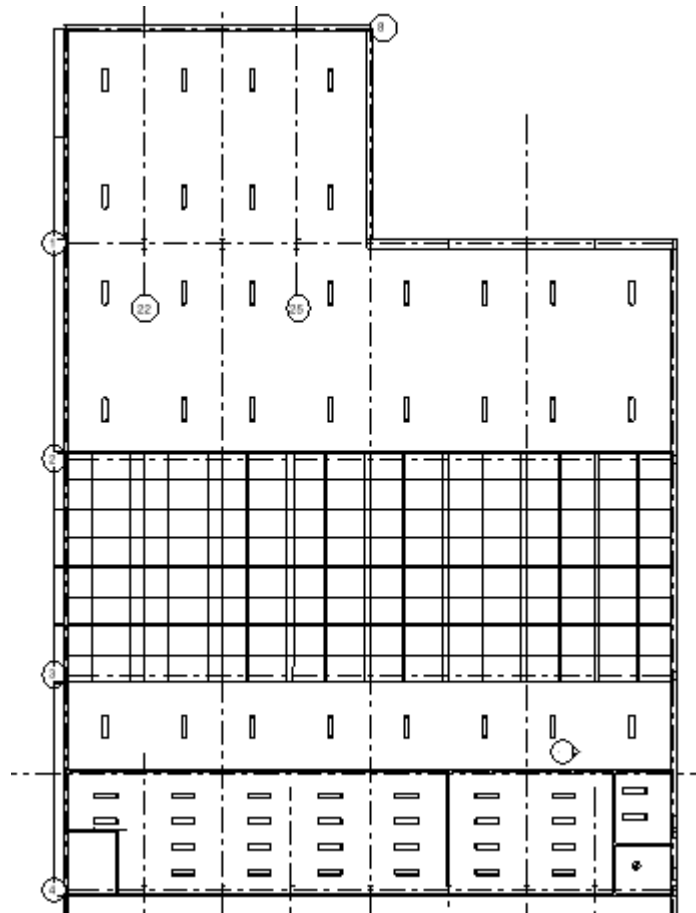


Figura 107. Luminarias en vista de planta para planta 1



Figura 108. Luminarias 3D

7.14.2. Sanitarios

En este apartado se incluyen sanitarios, lavamanos y duchas para los vestuarios. El procedimiento para su modelado fue similar al que se siguió con las luminarias, pero en este caso en los planos de planta del navegador de proyectos. También hubo que cargar las familias que se utilizaron. Para introducir estos se seleccionó “Instalación de fontanería” dentro de “Fontanería” en “Sistemas” (figura 109).

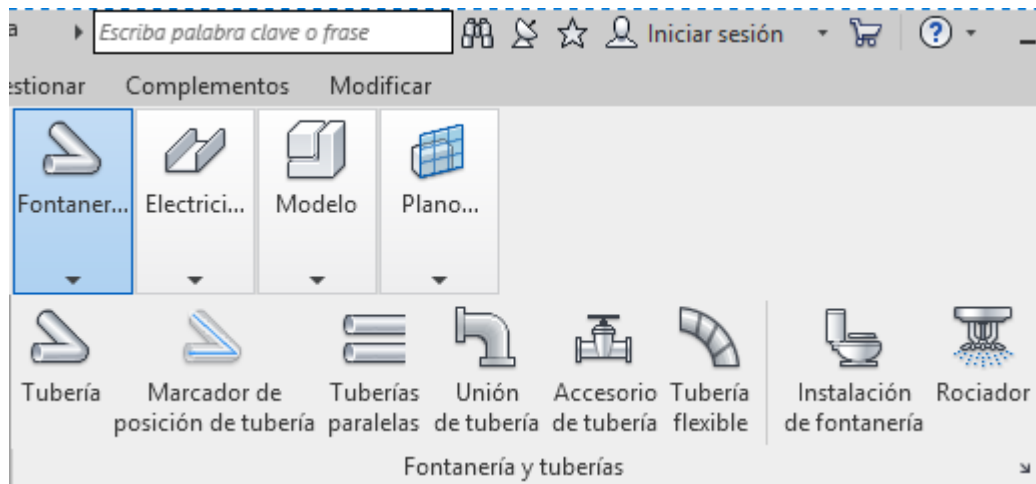


Figura 109. Instalación de fontanería

En primer lugar, se situaron los sanitarios, lavamanos y duchas en planta baja (figura 110). Para los sanitarios se instalaron “WC con cisterna 550x360 mm”, para los lavamanos “Lavabo múltiple con encimera de granito negro” y para las duchas “Ducha 900x900 mm”. Se tuvo en cuenta un baño para personas con movilidad reducida en el baño para el público y se acopló un “Agarradero batiente”.

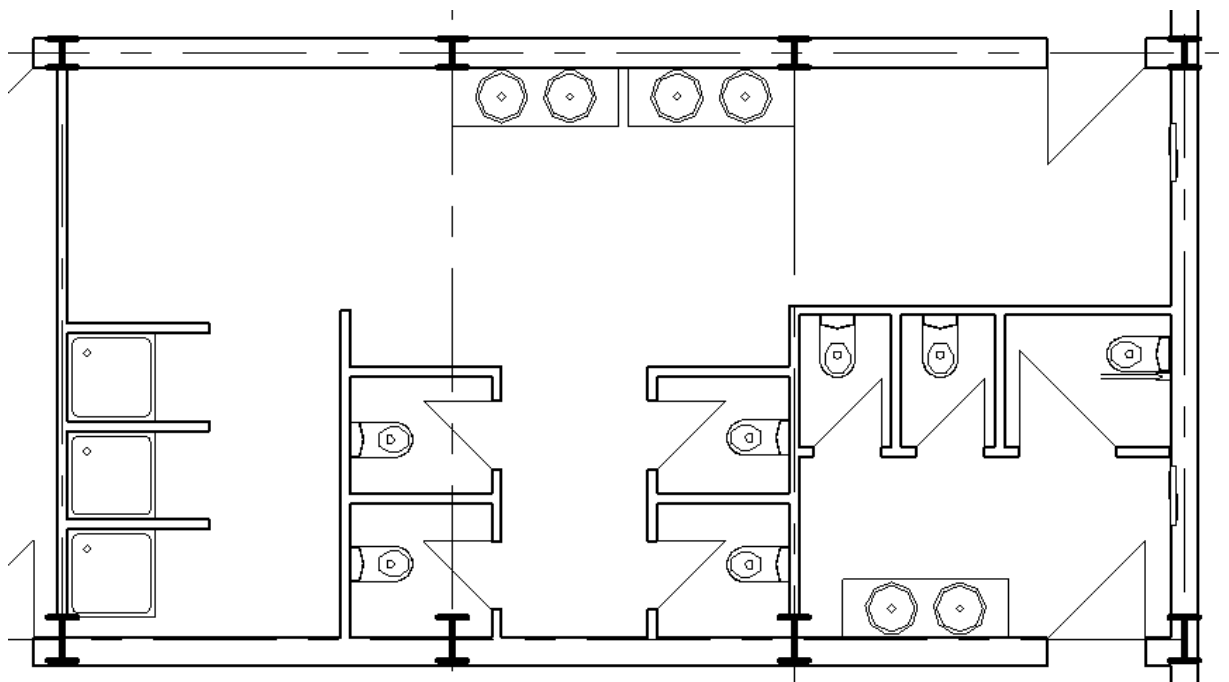


Figura 110. Aseos y vestuario en vista de planta para planta baja

Mientras que para la primera planta (figura 111). Se instalaron “WC con cisterna 550x360 mm” y “Lavamanos individual con encimera de granito negro”.

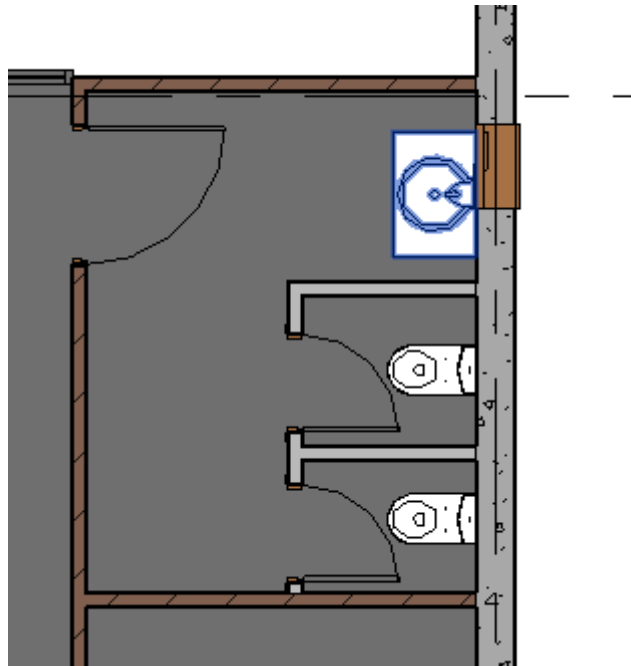


Figura 111. Ista en planta del aseo en planta 1

7.14.3. Mobiliario

El mobiliario se introdujo por completo, en este caso cada familia se cargó desde el apartado “Componente”. Con esto se consiguió una idea más clara de lo que en realidad sería la edificación. Para la oficina se introdujeron (figura 112):

- Estantería 1850 x 1850 x 390 mm.
- Armario – Archivador 5 cajones 0380 x 0457 mm.
- Escritorio – Forma en L 2000 x 2000 mm.
- Silla – Oficina.

Para el vestuario (figura 113):

- Casillero 4x3.
- Banco – Vestuario 1220 x 457 x 356 mm.

Para la zona de trabajo del taller (figuras 113 y 114):

- Bancos de trabajo “Work_Bench_10485”.

- Estantería 1850 x 1850 x 390 mm.



Figura 112. Mobiliario en la oficina

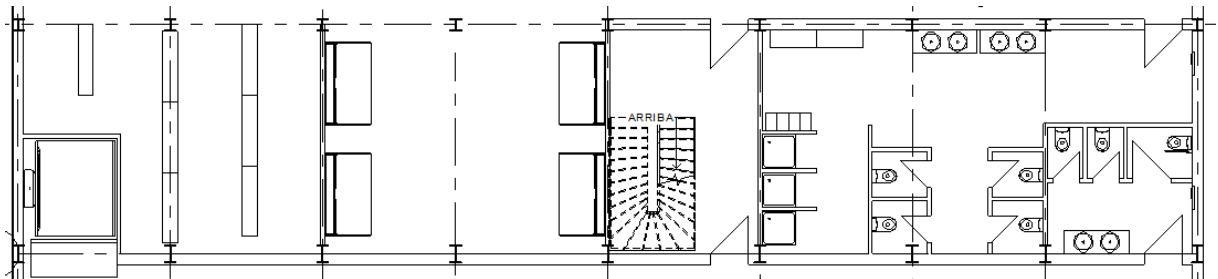


Figura 113. Mobiliario en almacén, zona de trabajo y vestuario



Figura 114. Almacén y zona de trabajo

Tras esto se instalaron los elevadores en la zona del taller (figuras 115 y 116) y los paneles en la cubierta solar (figura 117).

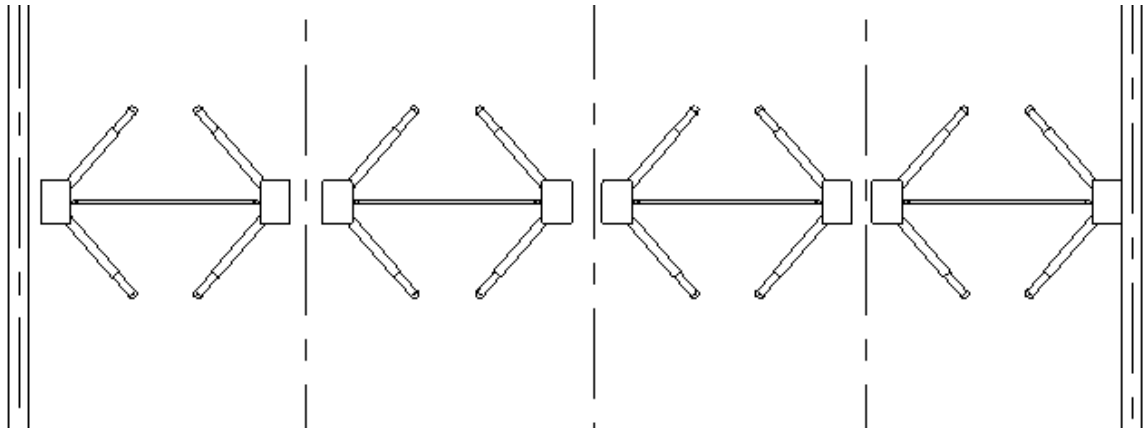


Figura 115. Elevadores del taller vista en planta

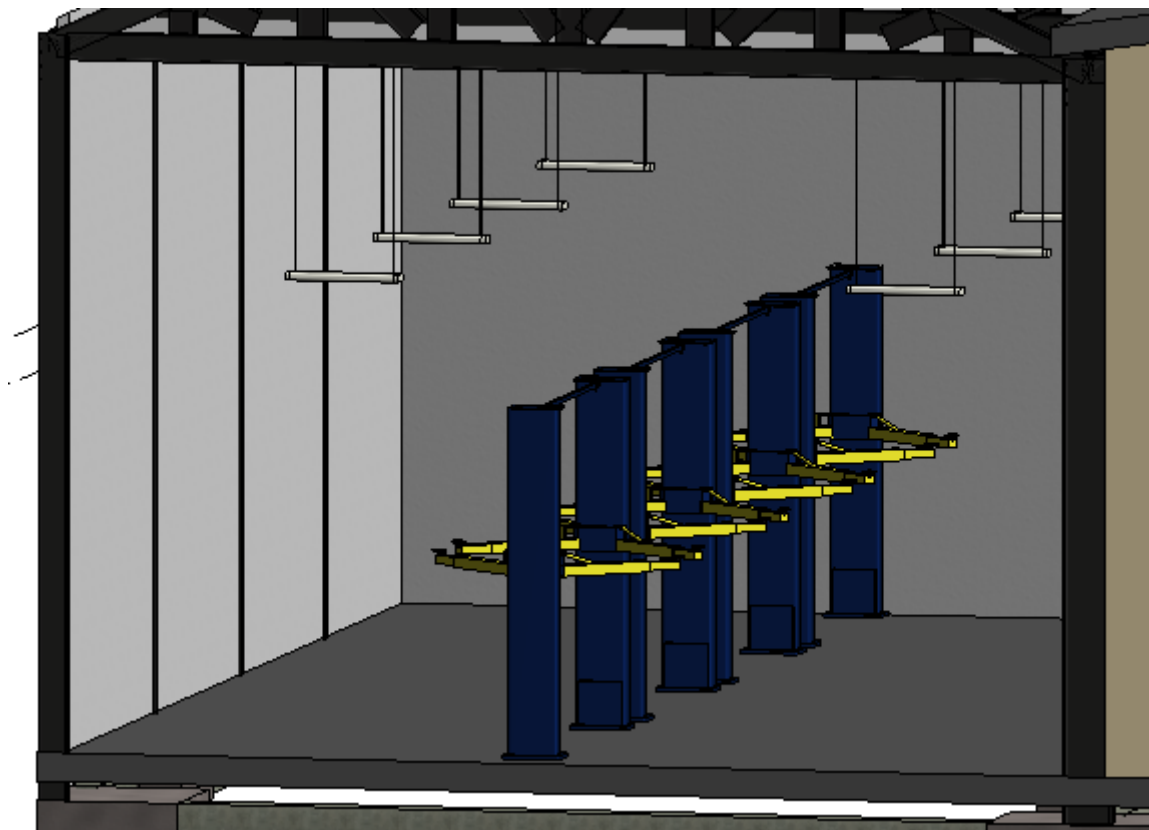


Figura 116. Perspectiva de los elevadores del taller

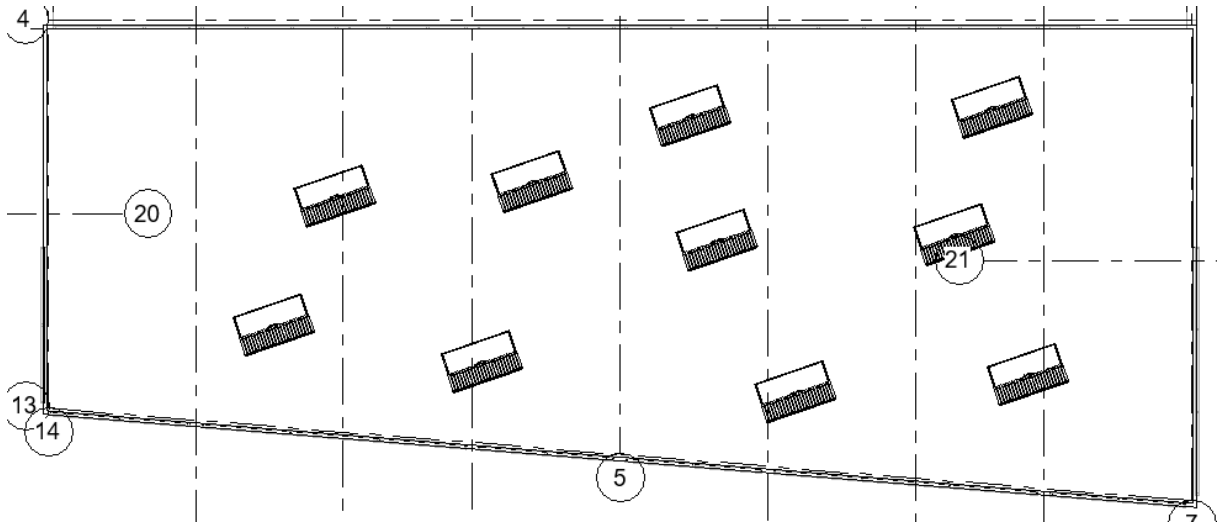


Figura 117. Vista en planta de los paneles

Se decidió crear una pequeña estructura en la cubierta solar para instalar el logo de la empresa. Por último, se introdujeron una serie de detalles como tractores, remolques y algún logo (figuras 118 y 119).

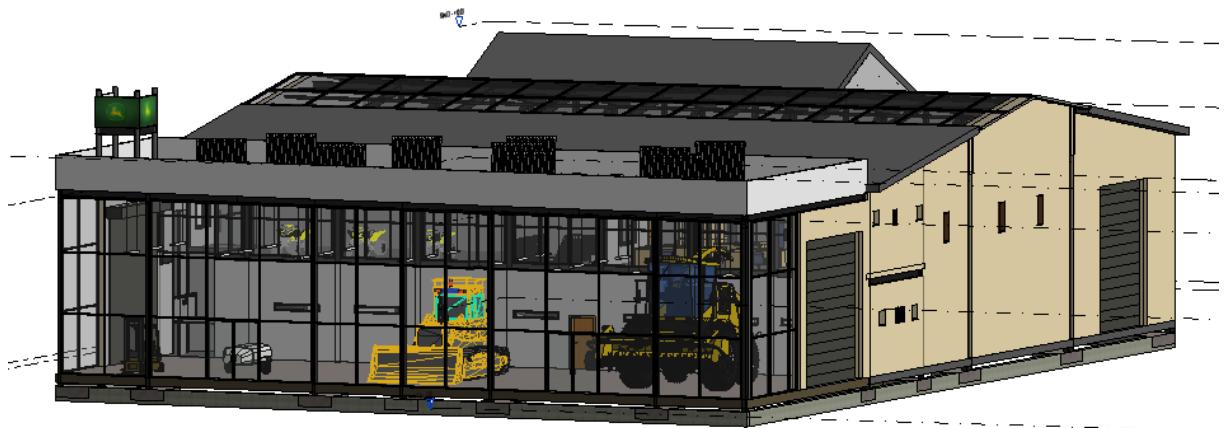


Figura 118. Vista sureste en 3D de la construcción con detalles

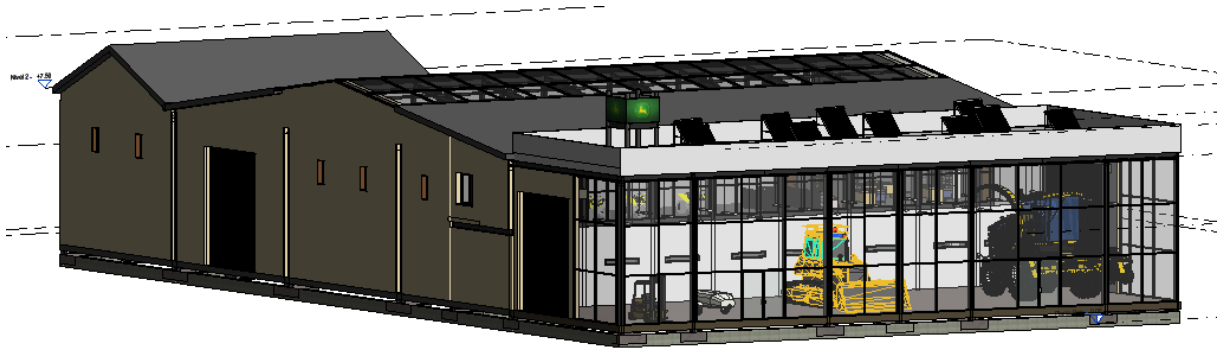


Figura 119. Vista suroeste en 3D de la construcción con detalles

7.15. Modelado del emplazamiento

Para el modelado del emplazamiento se determinaron las demás edificaciones que componen la manzana donde este proyecto se encuentra ubicado. Se instaló una plataforma “Asfalto” para representar los accesos de los vehículos y una plataforma “Acera” que envuelve las edificaciones (figuras 120 y 121). Todo situado sobre un terreno sin pendiente.

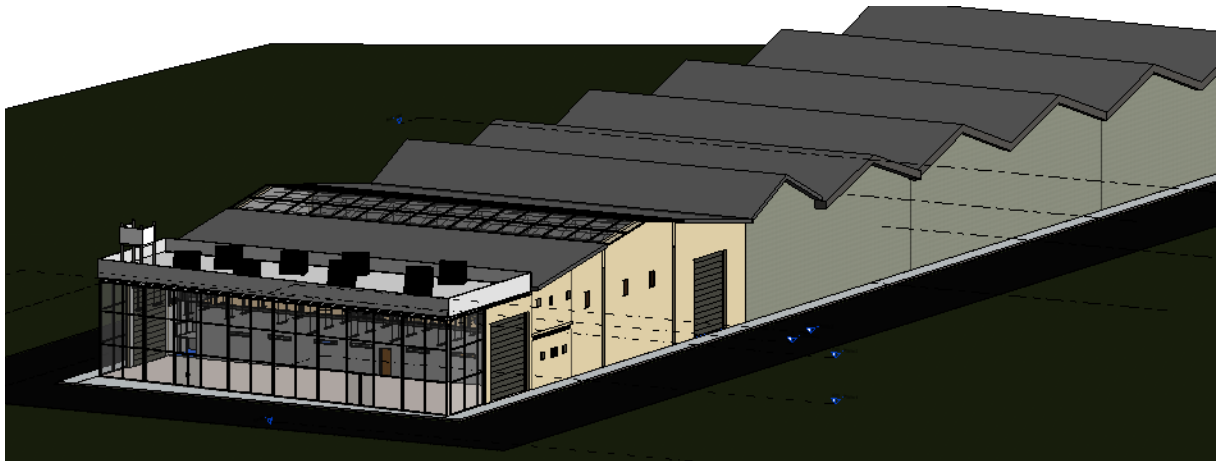


Figura 120. Vista sureste del entorno

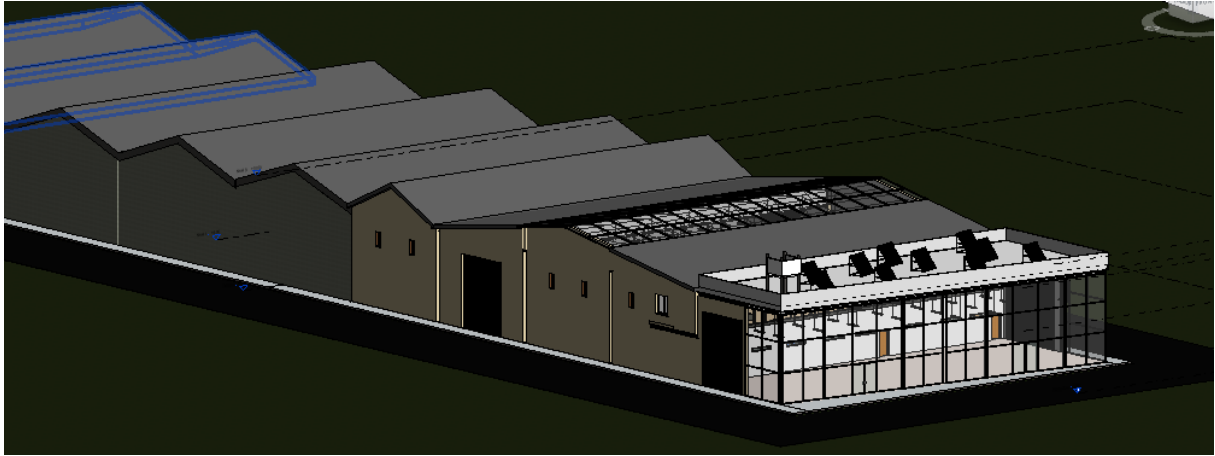


Figura 121. Vista suroeste del entorno.

El siguiente paso fue asignar a cada elemento constructivo una de estas fases. Para ello, una vez seleccionado el elemento se determina en “Proceso por fases” dentro de “Propiedades” la fase a la que este pertenece (figura 124).

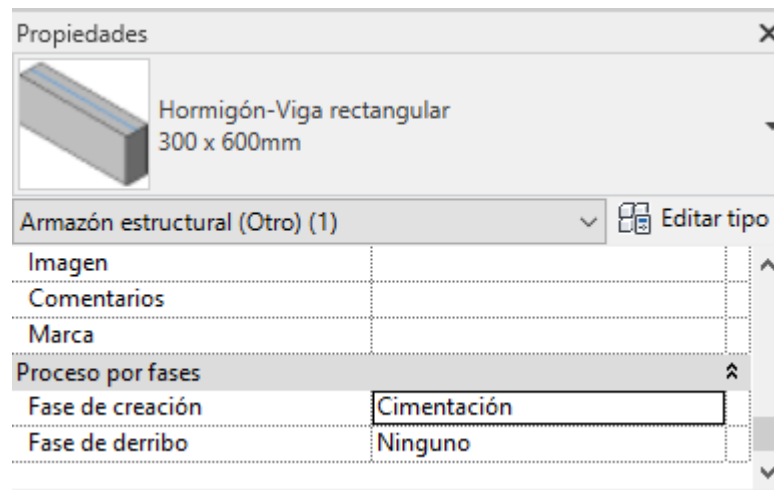


Figura 124. Vista de cámara: Estructura 3D noroeste

A las vistas también se les pueden asignar fases. De esta manera se puede conocer visualmente a que fase corresponde cada elemento modelado. Para que no hubiera nada seleccionado se pulsó en el fondo. Como se puede comprobar en las propiedades de vista también se pueden asignar fases (figura 125). Con estas nuevas opciones se le puede decir a “Revit” que fase va a mostrar y como la va a mostrar.

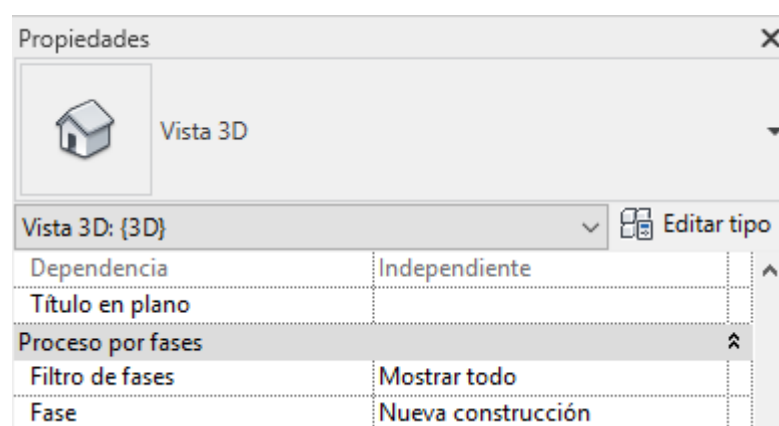


Figura 125. Propiedades de vista: Proceso por fases

A continuación, se presentan visualmente las fases constructivas del modelo estructural. Los elementos en color verde corresponden a la fase que se está mostrando figuras 126, 127, 128, 129, 130, 131 y 132.

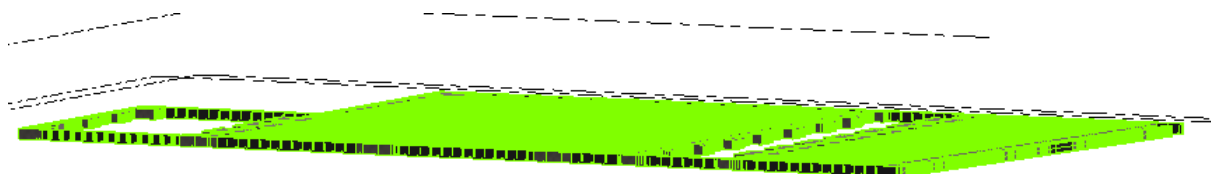


Figura 126. Fase: Cimentación

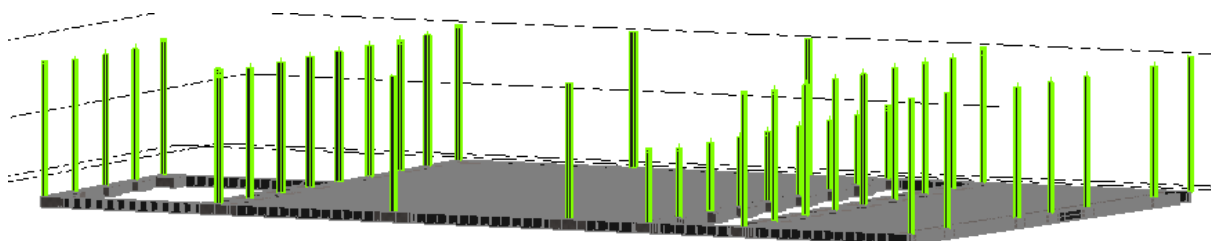


Figura 127. Fase: Pilares

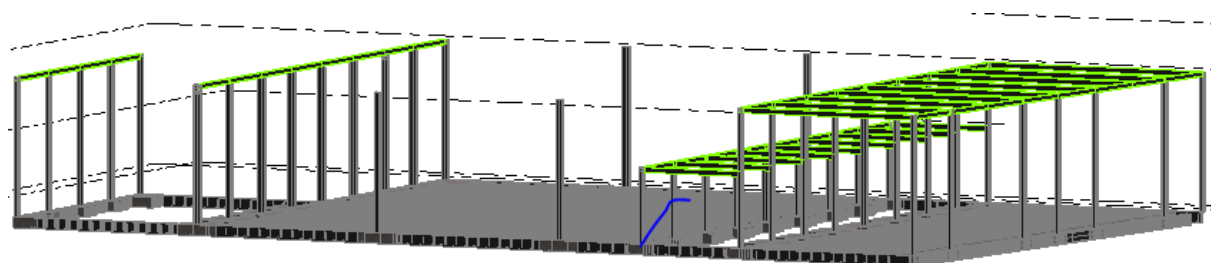


Figura 128. Fase: Vigas de atado

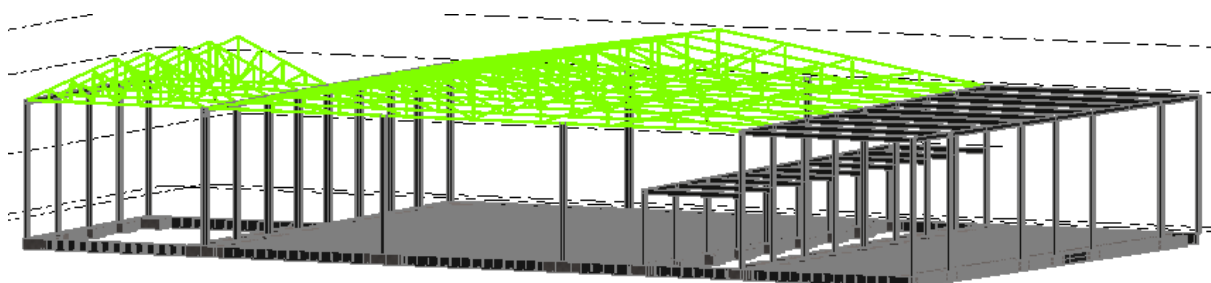


Figura 129. Fase: Celosías

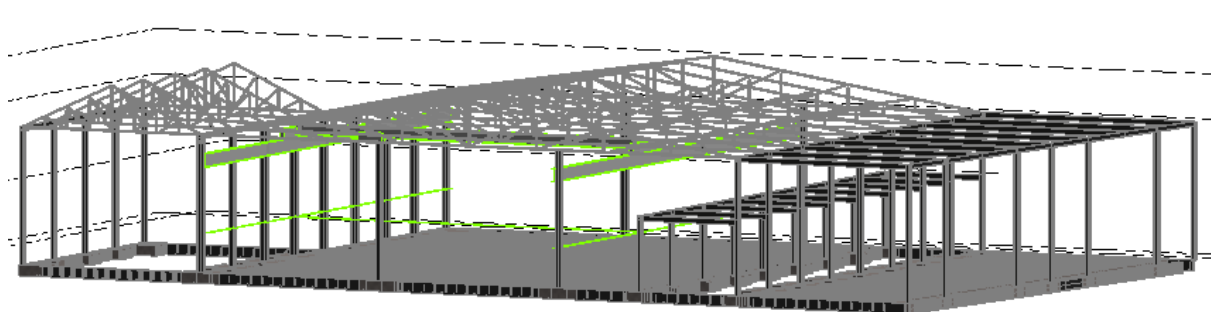


Figura 130. Fase: Puente grúa

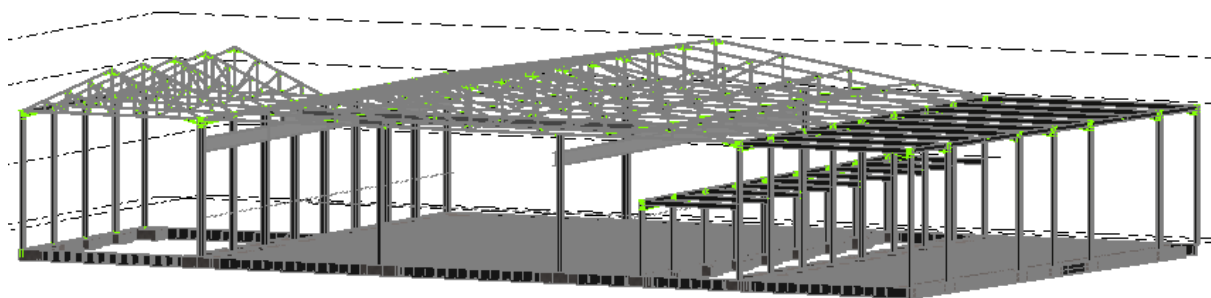


Figura 131. Fase: Conexiones

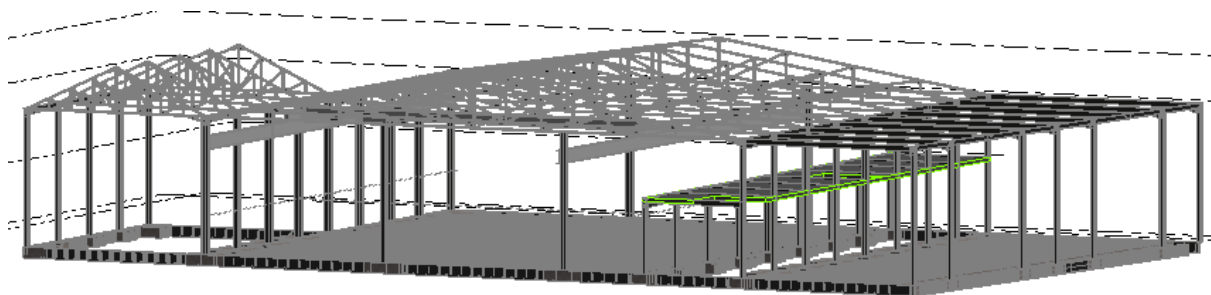


Figura 132. Fase: Suelo estructural oficina

9. VISUALIZACIÓN

Para facilitar la comprensión, comunicación y el entendimiento entre los agentes del proyecto las vistas en axonometría, los rénder y los recorridos constituyen un gran valor aportado a la metodología BIM. Seguidamente se presentan algunas de estas opciones y algunas imágenes tomadas del proyecto:

- Vista 3D por defecto: Es una vista ortogonal en la que las distancias no se distorsionan.
- Cámara: Crea una vista más parecida a lo que un ojo humano percibiría. En esta vista en perspectiva los elementos cambian de tamaño dependiendo de la distancia a la cámara conforme a un punto de fuga. Se determinaron una serie de imágenes figuras 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140 y 141.
- Recorrido: Con esta función se consigue enlazar varios fotogramas clave (cámaras colocadas estratégicamente) para generar un recorrido. En este caso, se recorrió desde la calle, la entrada por las puertas frontales del expositor, el expositor de vehículos y, después, tomar la escalera para subir y visitar la oficina (figura 142). Siendo algunas de las imágenes extraídas del recorrido las figuras 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150 y 151.
- Render: Con esta herramienta se busca obtener una imagen realística del proyecto. Para ello se combinan geometría, materiales e iluminación. Además, para buscar el entorno apropiado, se incorporan árboles, personas etc. Algunos ejemplos son figuras 152, 153, 154, 155 y 156.

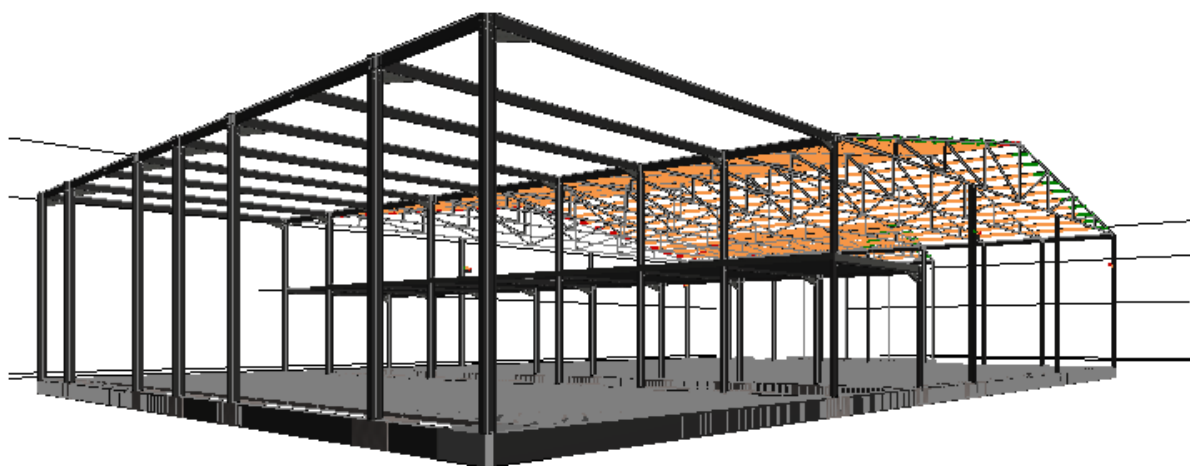


Figura 133. Vista de cámara: Estructura 3D sureste

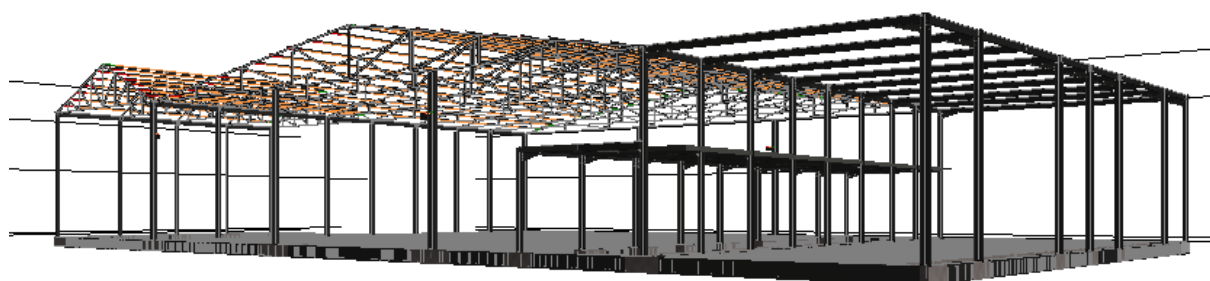


Figura 134. Vista de cámara: Estructura 3D suroeste

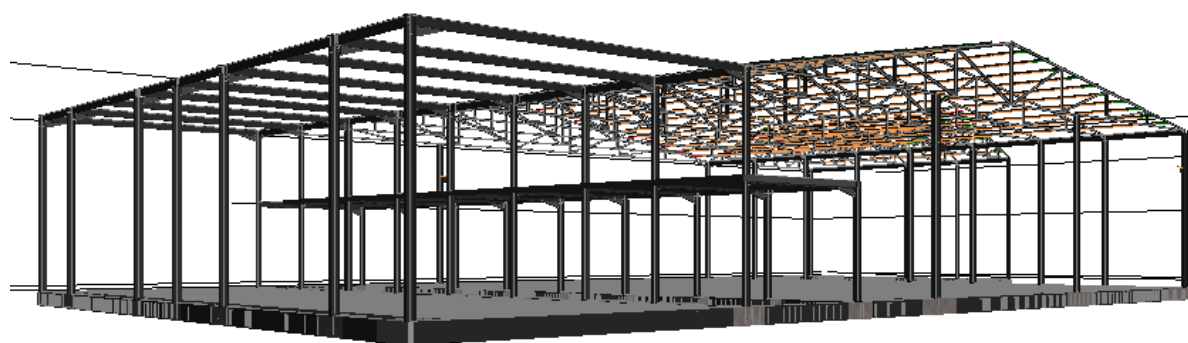


Figura 135. Vista de cámara: Estructura 3D noroeste

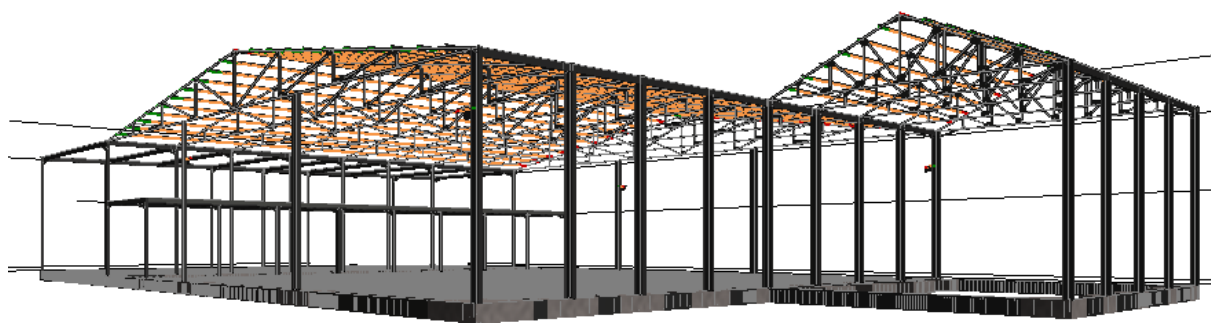


Figura 136. Vista de cámara: Estructura 3D noreste

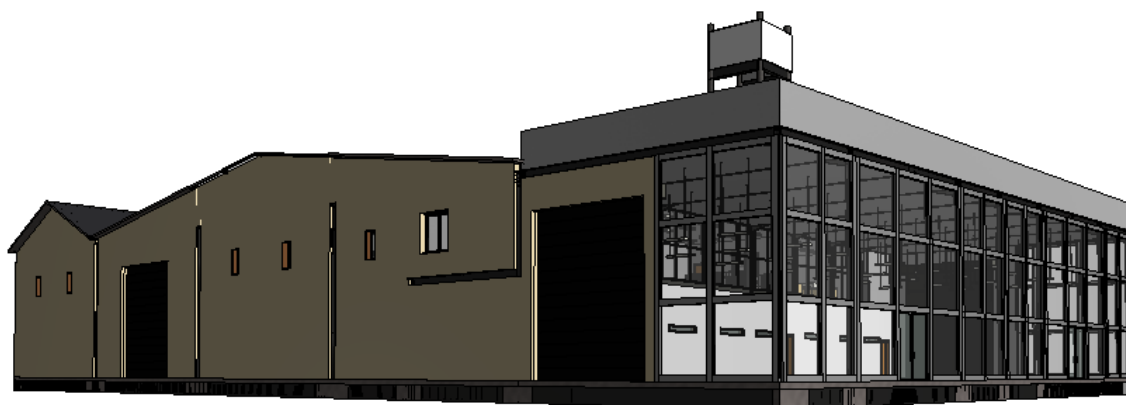


Figura 137. Vista de cámara: Edificación 3D suroeste

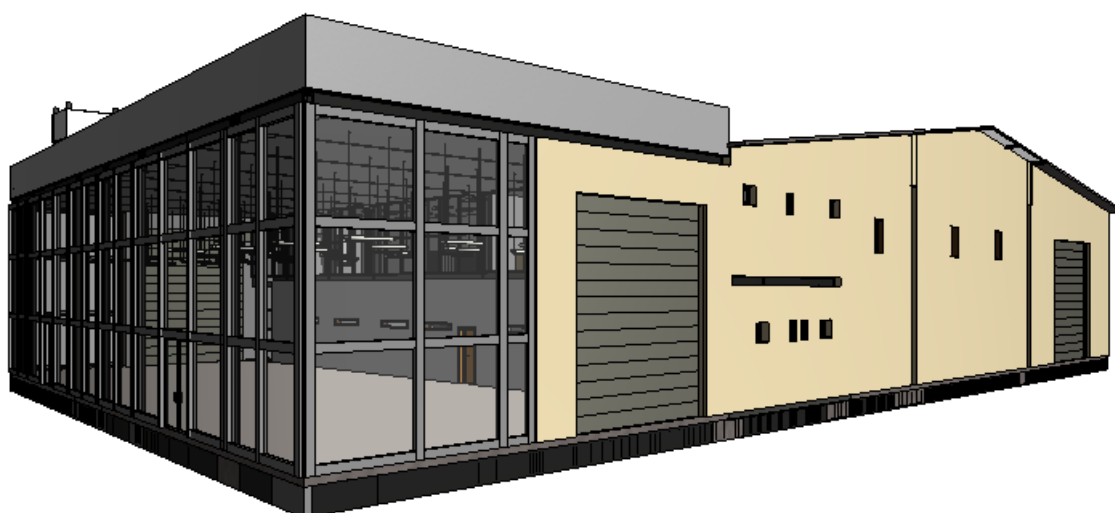


Figura 138. Vista de cámara: Edificación 3D sureste



Figura 139. Vista de cámara: Edificación 3D noreste

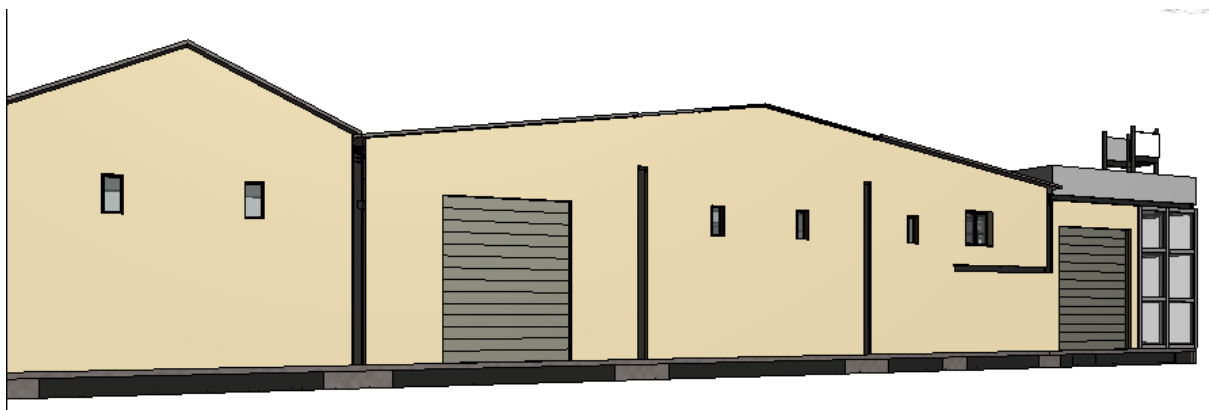


Figura 140. Vista de cámara: Edificación 3D noroeste



Figura 141. Vista de cámara: Emplazamiento 3D





Figura 144. Recorrido: Zona de exposición de vehículos



Figura 145. Recorrido: Acceso a escalera desde zona de exposición



Figura 146. Recorrido: Acceso a escalera desde planta baja

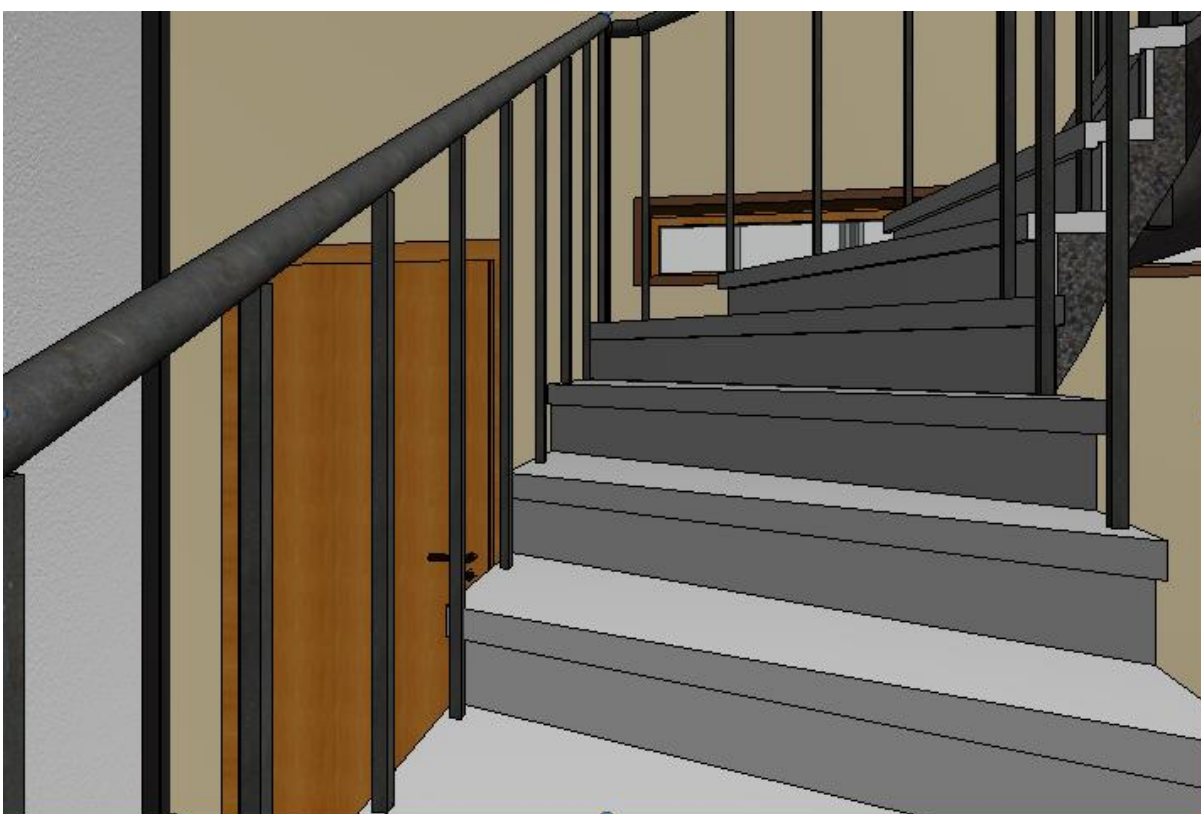


Figura 147. Recorrido: Ascenso por escalera

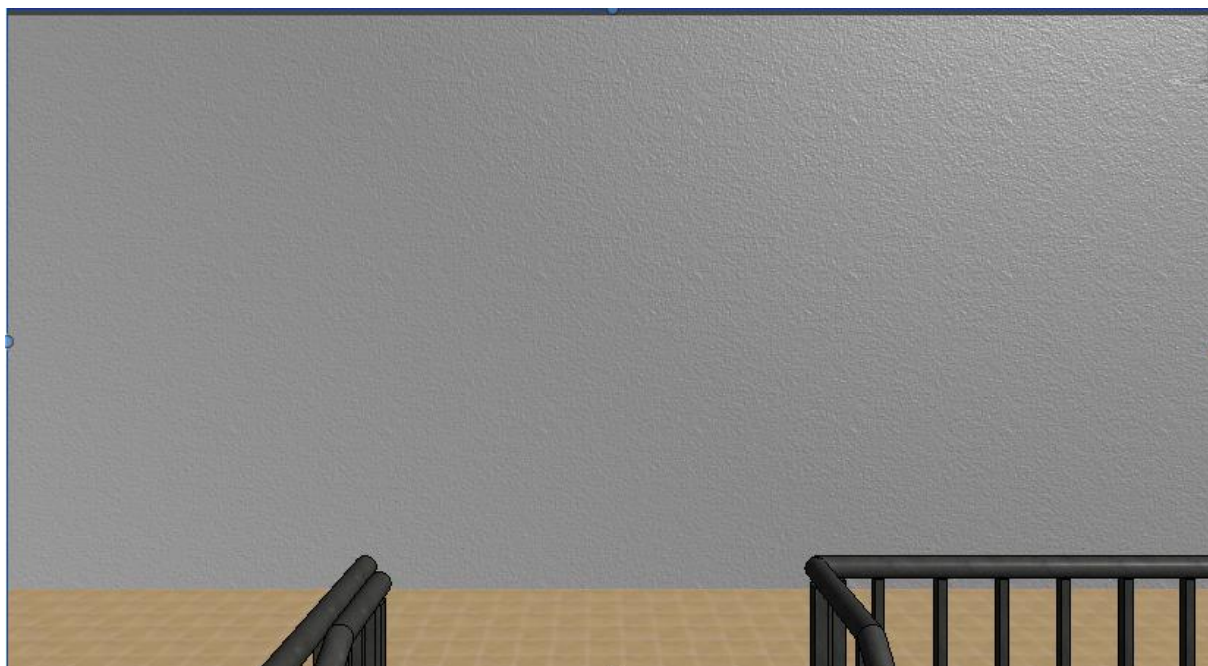


Figura 148. Recorrido: Final de escalera, planta 1.

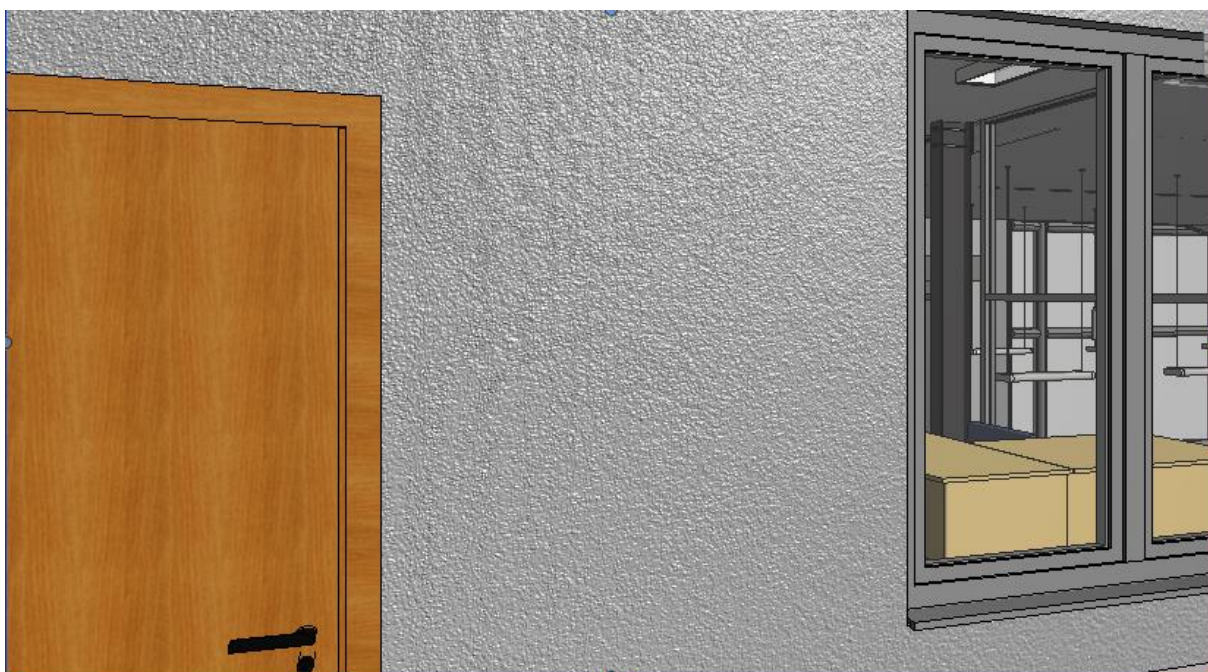


Figura 149. Recorrido: Acceso a la oficina



Figura 150. Recorrido: Vista de la oficina desde la puerta de acceso



Figura 151. Recorrido: Vista de la exposición desde la oficina

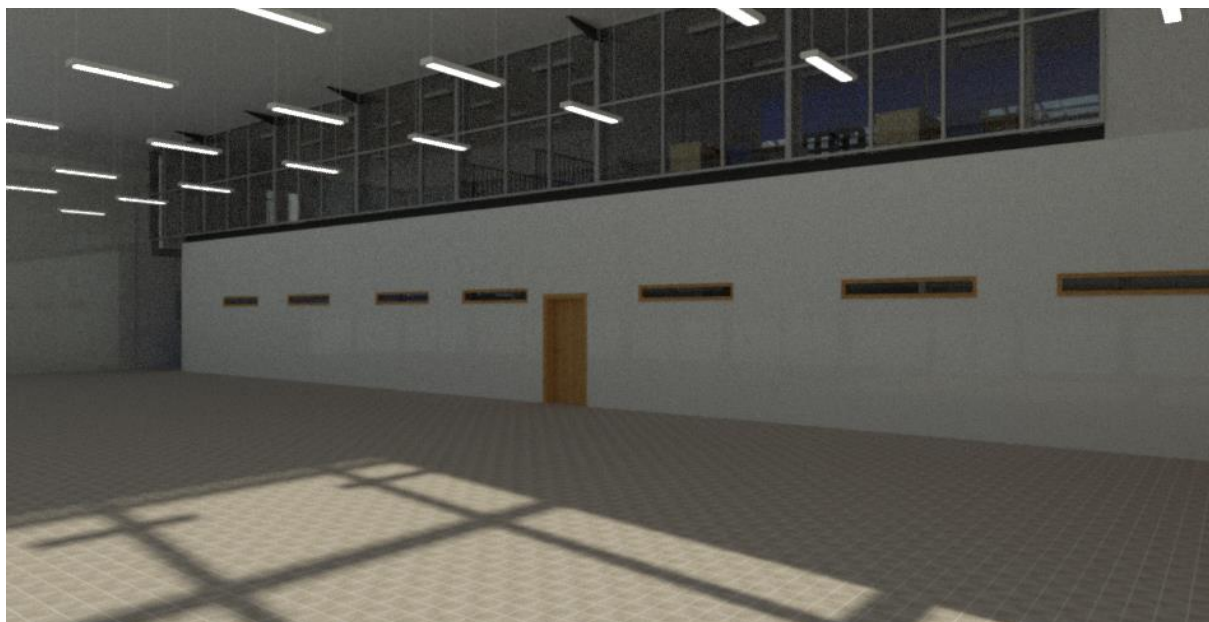


Figura 152. Render: Exposición de vehículos

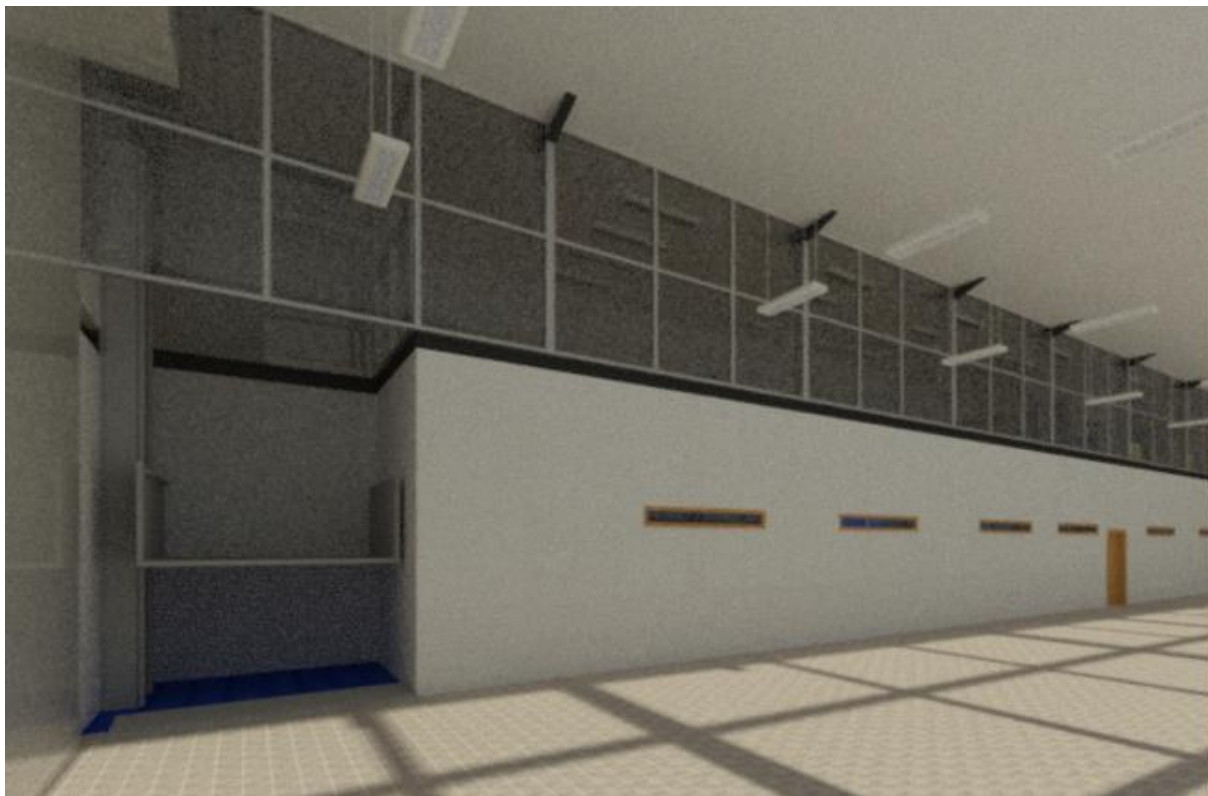


Figura 153. Render: Montacargas desde la exposición de vehículos

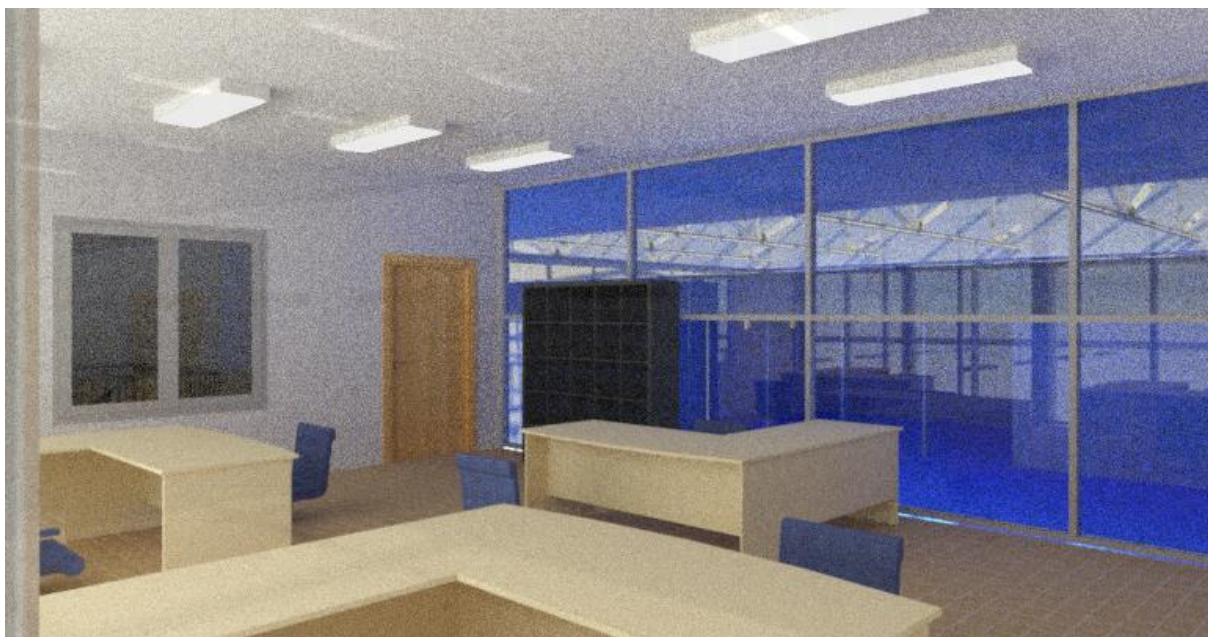


Figura 154. Render: Oficina con vistas al taller



Figura 155. Render: Zona taller



Figura 156. Render: Emplazamiento de la construcción

10. DOCUMENTACIÓN

9.1. TABLAS DE PLANIFICACIÓN

Uno de los aspectos técnicos más importantes en un proyecto industrial es la elaboración de un presupuesto.

El desarrollo de un buen presupuesto implica obtener unas correctas mediciones, un cómputo exacto de materiales y la determinación del valor de las unidades de obra.

Las tablas de planificación de “Revit” presentan un recuento de todos los elementos modelados en la fase de creación. Las tablas generadas para este proyecto se encuentran en el “Anejo I” al final del documento.

Para generar estas tablas se seleccionó “Tabla de planificación/Cantidades” dentro de “Crear” en el apartado “Vista” (figura 157).

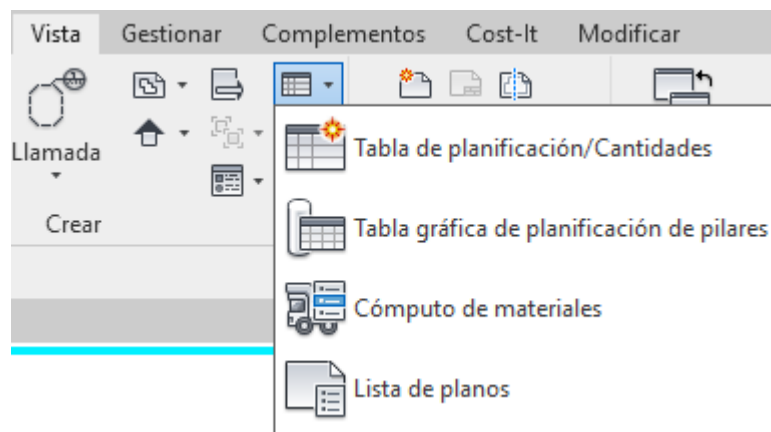


Figura 157. Tabla de planificación/Cantidades

Seguidamente se seleccionan los campos de planificación para el elemento con el que estemos trabajando, en este caso “Muros” (figura 158).

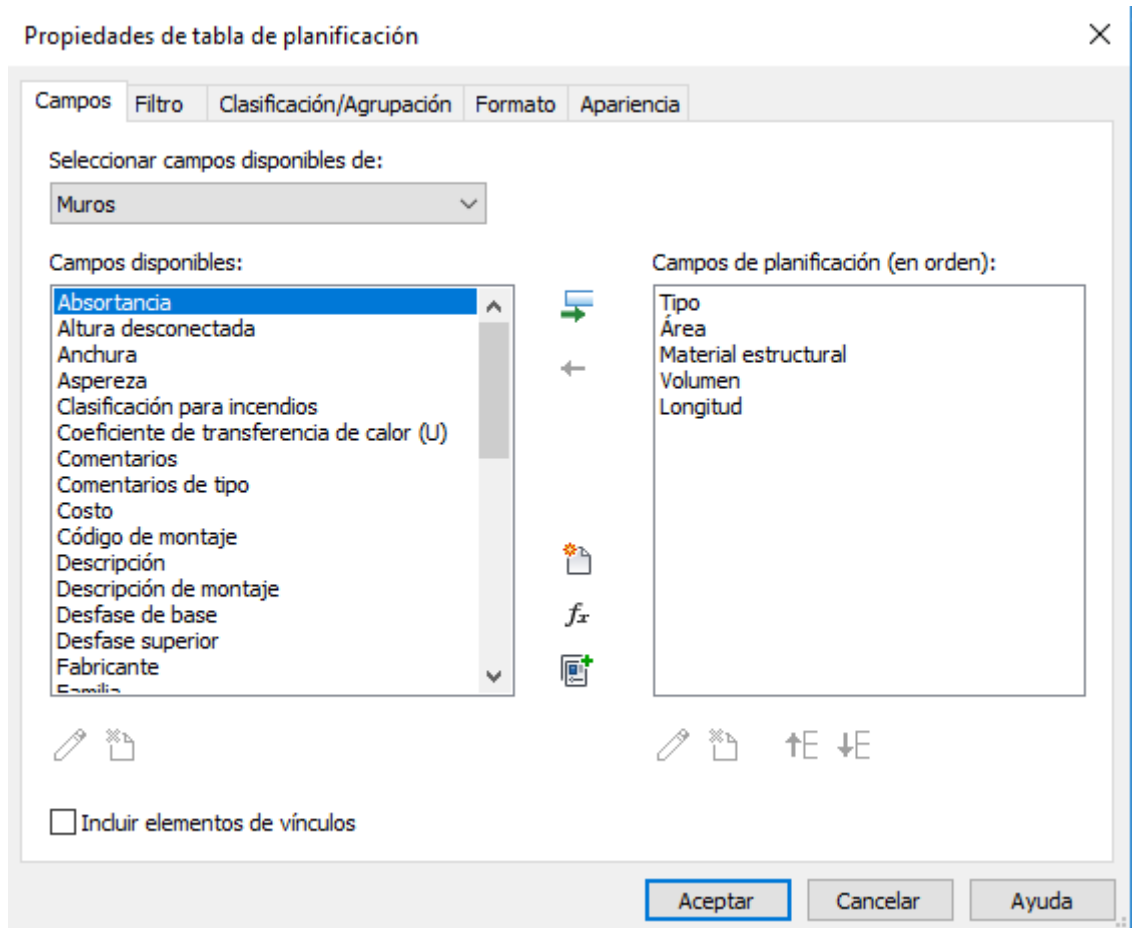


Figura 158. Campos de planificación

Seguidamente en la pestaña “Clasificación/Agrupación” se consiguió reducir el tamaño de la tabla. Una vez hecho esto se pudo comprobar como en el navegador de proyectos se había generado la tabla.

9.2. PLANOS

Todos los planos de una edificación deben ir en un formato de papel adecuado y acompañados de un cuadro de rotulación en el que se incluya toda la información relevante del plano. El primer paso es generar dichos cuadros de rotulación y los correspondientes márgenes para cada uno de los formatos de papel empleados en la construcción. Para ello se genera una nueva familia. Al crear los soportes físicos sobre los que irán las vistas queda la configuración de la impresión. Para ello, en este caso, se descarga una aplicación que permite asignar los distintos formatos de papel para general el documento pdf.

Se empezó creando una nueva familia. “Revit” da directamente la opción de cuadro de rotulación (figura 159).

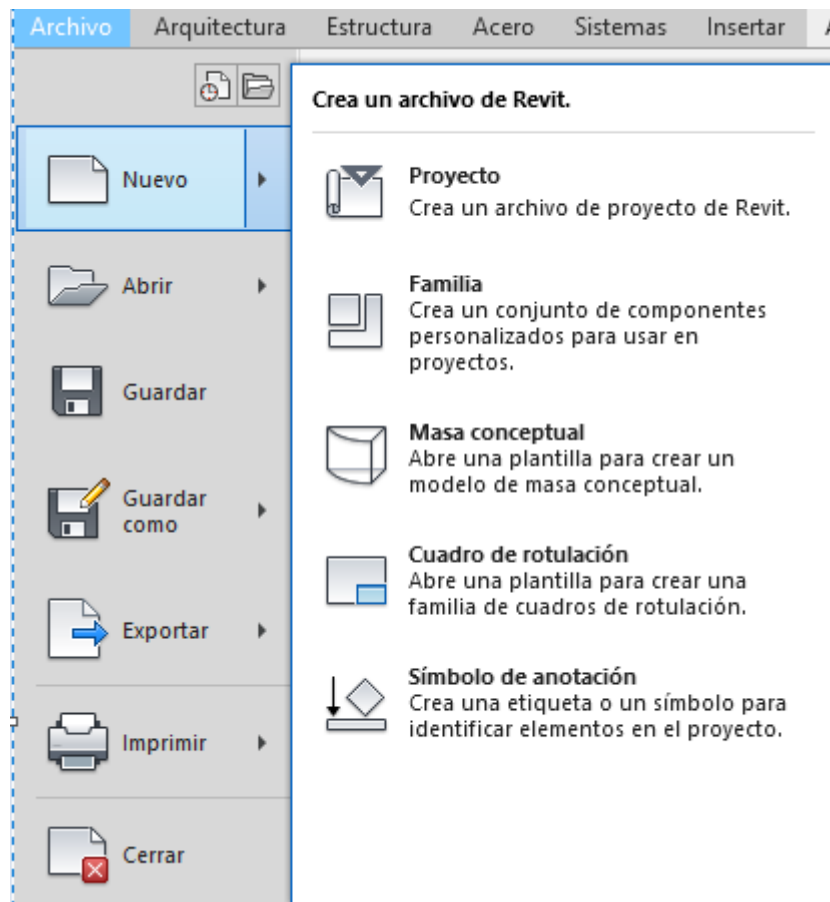


Figura 159. Cuadro de rotulación

Lo siguiente fue elegir una plantilla de cuadro de rotulación, en este caso “A1 metric” (figura 160). Después se creó un cuadro normalizado interior. Este es el margen del plano (figura 161).

R Nuevo cuadro de rotulación - Seleccionar archivo de plantilla

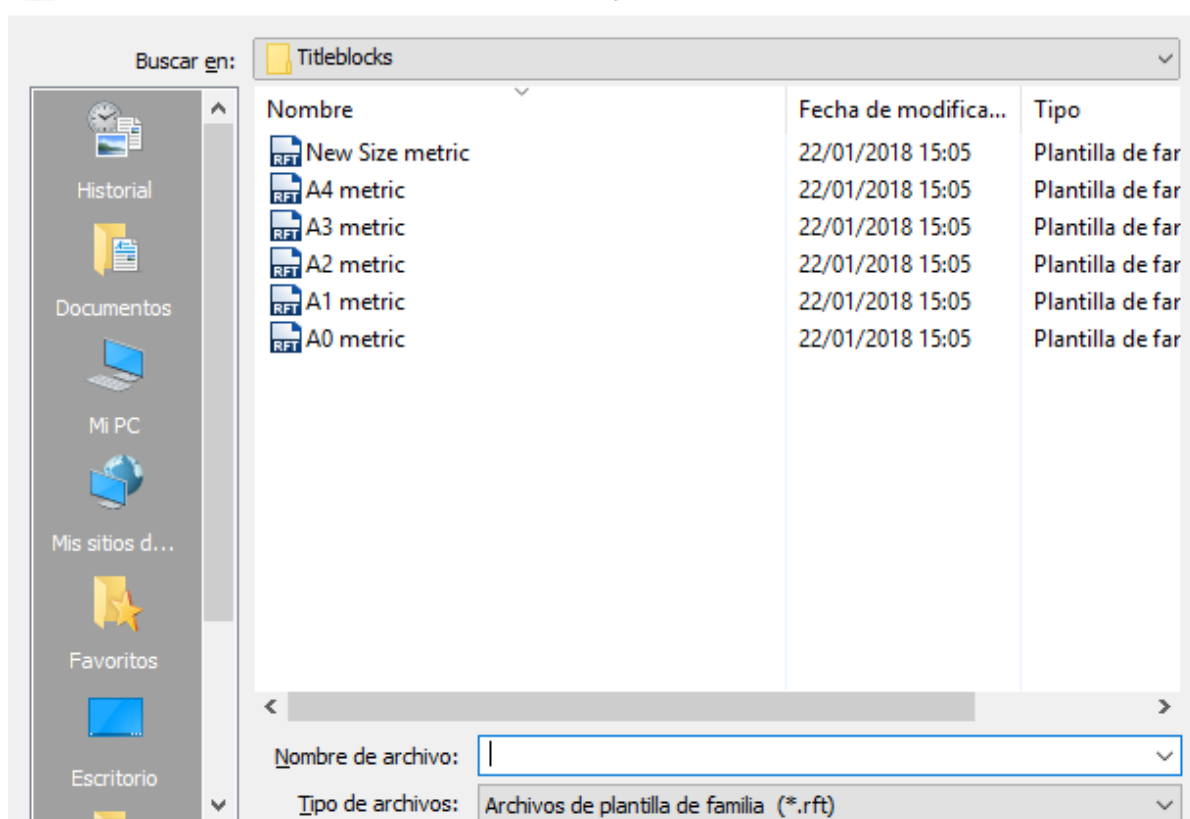


Figura 160. Plantilla de cuadro de rotulación

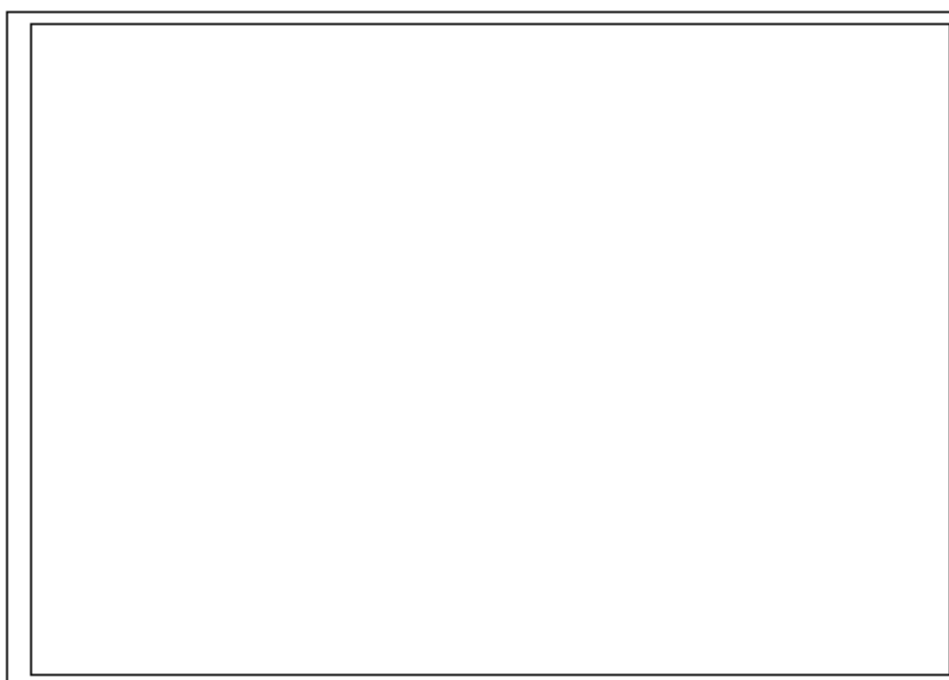


Figura 161. Márgenes

A continuación se creó el cajetín normalizado, se modificaron los estilos de líneas, se introdujo texto y se añadió la imagen “Universidad de Jaén” (figuras 162 y 163).

	Nombre:	Fecha:	Firma:	 UNIVERSIDAD DE JAÉN	
Autor:	Francisco Rus Cejudo	21/11/2018 1:55:06			
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	21/11/2018 1:55:06			
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Sin nombre				ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
				Plano:	A.8
				Escala:	

Figura 162. Cajetín

					
Nombre:	Fecha:	Firma:			
Autor:	Francisco Rus Cejudo	21/11/2018 1:55:06			
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	21/11/2018 1:55:06			
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Sin nombre				ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	
				Plano:	A.8
				Escala:	

Figura 163. Plano con cajetín

Los campos creados en el cajetín fueron textos con etiqueta. Este campo puede ser fijo o estar basado en un parámetro, en cuyo caso puede cambiar para cada ejemplar o tipo de familia.

Con los distintos formatos creados se crearon los planos de la edificación. Para ello se seleccionó “Vistas de plano” en “Crear” dentro del apartado “Vista” (figura 164).

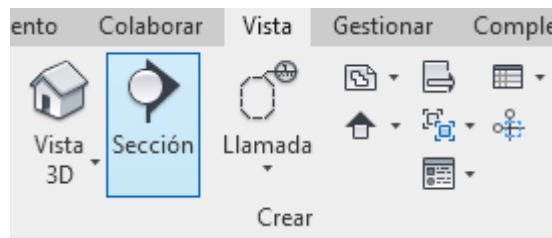


Figura 164. Vistas de plano

Para imprimir los planos creados se descargó de la red “PDF Creator”. Con esta aplicación, al ir a imprimir un plano en “Revit” podemos encontrar el formato de papel deseado dentro de “Opciones avanzadas” en “Propiedades” (figura 165 y 166).

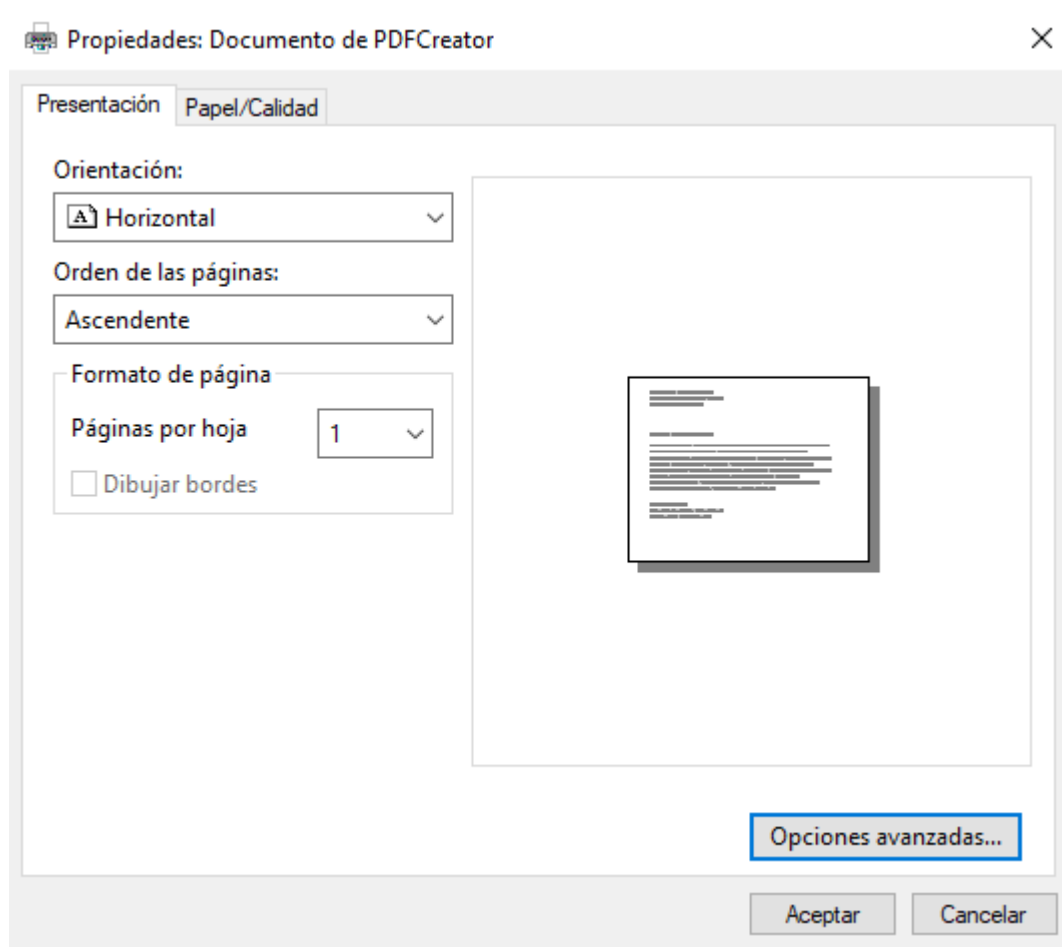


Figura 165. Propiedades de impresión

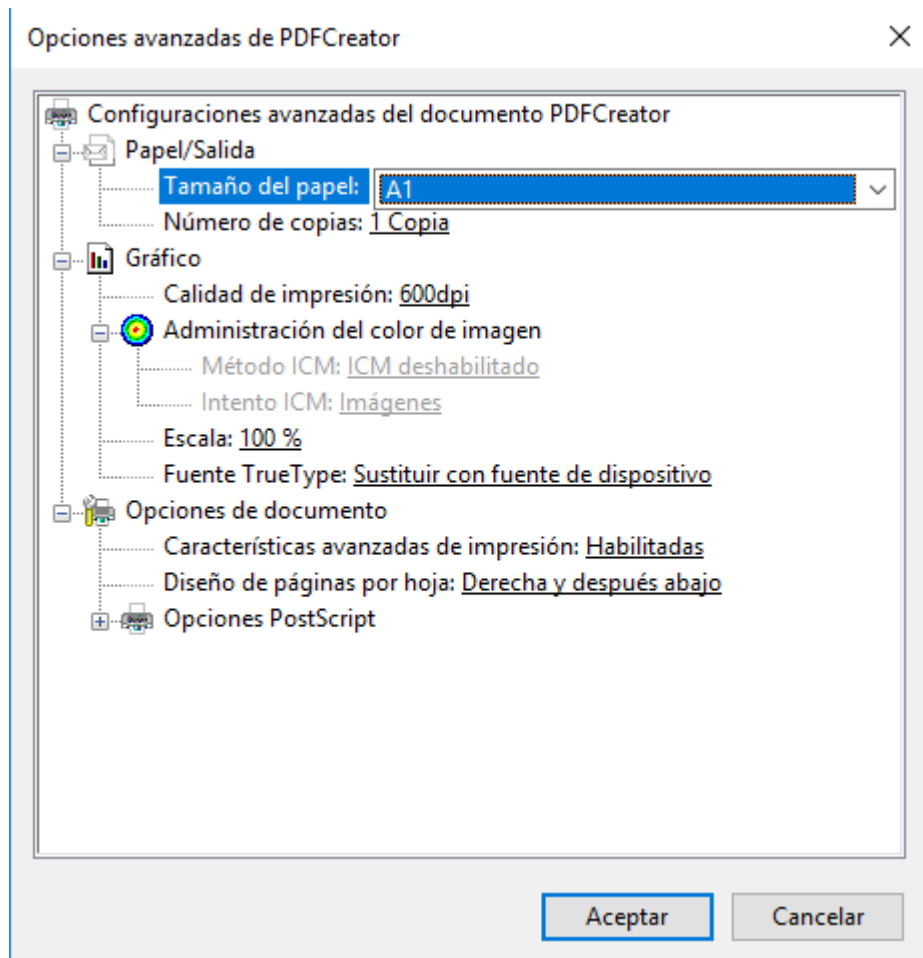


Figura 166. Opciones avanzadas

Los planos de este trabajo de fin de grado se crearon en formatos métricos A1, A2 y A3 y se adjuntan en .pdf en uno de los anejos al final de la memoria.

9.3. PRESUPUESTO

Para el desarrollo del presupuesto se descargó la “Base de Costes de la Construcción de la Junta de Andalucía” (figura 167).

Precios					
[*]	Código	NatC	Info	Resumen	
	BCCA2017_07_1		rET	Precios	
1	▶ -BAS		T	Precios Básicos	
2	-AUX		T	Precios Auxiliares	
3	-UNI		T	Precios Unitarios	

Figura 167. Bases de costes de la construcción en Andalucía

De ella se extrajeron precios de unidades de obra similares o parecidas a las implementadas en este proyecto. Como por ejemplo para las losas de cimentación (figura 168).

[*]	Código 03HAL	NatC	Info rET	Resumen Losas	CanPres Ud 1,00	Pres
1	03HAL00002	■	✕	HORMIGÓN HA-25/B/40//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	71,76
2	03HAL00004	■	✕	HORMIGÓN HA-30/B/40//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	75,42
3	03HAL00006	■	✕	HORMIGÓN HA-25/P/20//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	70,90
4	03HAL00008	■	✕	HORMIGÓN HA-30/P/20//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	75,98
5	03HAL80010	■	✕	HORMIGÓN HA-25/B/40//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	68,72
6	03HAL80020	■	✕	HORMIGÓN HA-30/P/40//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	72,39
7	03HAL80040	■	✕	HORMIGÓN HA-25/B/15//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	71,50
8	03HAL80050	■	✕	HORMIGÓN HA-25/B/20//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	70,15
9	03HAL80060	■	✕	HORMIGÓN HA-30/B/15//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	75,23
10	03HAL80070	■	✕	HORMIGÓN HA-30/B/20//Ila EN LOSAS DE CIMENT.	m3	73,88

Figura 168. Ejemplo de unidades de obra

Además, se utilizaron las listas de precios que “Presto” ofrece de ciertos fabricantes. Así se obtuvo el precio orientativo de las unidades de obra utilizadas en este proyecto y se pudo determinar la unidad en la que se expresa cada unidad de obra (m², m³, litros, etc...). Por otro lado, de las tablas de planificación implementadas en “Revit” se obtuvo el número de unidades de obra utilizadas.

Se creó una hoja de cálculo en Excel en la que se imitó la operatividad del programa “Presto” a la hora de hacer un presupuesto, es decir, generar “Partidas”. A estas “Partidas” se les asignan diferentes unidades de obra y cantidades de unidades de obra. A continuación, se muestran las partidas calculadas en la hoja Excel figuras 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177 y 178:

Cimentacion:	Precio Ud	Cantidad(m3)	Total
Zapata cuadrada A	100	11,6	1160
Zapata cuadrada B	100	6,08	608
Zapata de esquina	100	28,51	2851
Zapata de medianería A	100	7,09	709
Zapata de medianería B	100	4	400
Losas	240	151,32	36316,8
		TOTAL	42044,8

Figura 169. Partida de cimentación

Estructura	Precio Ud	Cantidad(kg)	Total
Pilares	2,5	17500	43750
Armazón estructural	1,67	12670	21158,9
		TOTAL	64908,9

Figura 170. Partida de estructura

Muros	Precio Ud	Cantidad(m2)	Total
Muro exterior	40	641,35	25654
Muro medianero	35	332,17	11625,95
Muri interno	31,87	161,96	5161,6652
Tabiques	8,1	595,62	4824,522
		TOTAL	47266,1372

Figura 171. Partida de muros

Suelos	Precio Ud	Cantidad(m2)	Total
Suelo	20	66,11	1322,2
Suelo taller	60	334,27	20056,2
Suelo expositor	100	74,46	7446
		TOTAL	28824,4

Figura 172. Partida de suelos

Techos	Precio Ud	Cantidad(m2)	Total
Techo	24	1358	32592
		TOTAL	32592

Figura 173. Partida de techos

Cubiertas	Precio Ud	Cantidad(m2)	Total
Cubierta Transitable	70,8	362,61	25672,788
Cubierta Inclínada	37,5	909,6	34110
		TOTAL	59782,788

Figura 174. Partida de cubiertas

Luminarias	Precio Ud	Cantidad(Ud)	Total
Luminaria 1	30	28	840
Luminaria 2	28	15	420
Luminaria 3	100	60	6000
Luminaria 4	20	1	20
		TOTAL	7280

Figura 175. Partida de luminarias

Sanitarios	Precio Ud	Cantidad(Ud)	Total
Inodoro 1	167	9	1503
Lavabo 1	150	1	150
Lavabo 2	150	3	450
Ducha	185	3	555
Inodoro 2	167	1	167
		TOTAL	2825

Figura 176. Partida de sanitarios

Mobiliario	Precio Ud	Cantidad(Ud)	Total
Sofa	357,7	1	357,7
Silla 1	97,42	3	292,26
Silla 2	97,42	3	292,26
Escritorio	107,5	3	322,5
Estante	150	3	450
Armario Archivador	60	4	240
Casillero	27	1	27
Banco de vestuario	63,17	2	126,34
Mesa de trabajo	327,13	4	1308,52
		TOTAL	3416,58

Figura 177. Partida de mobiliario

CIMENTACION	42044,8
ESTRUCTURA	64908,9
SUELO	47266,1372
MUROS	28824,4
CARPINTERIA	11977
TECHOS	32592
CUBIERTAS	59782,788
LUMINARIAS	7280
SANITARIOS	2825
MOBILIARIO	3416,58
TOTAL	300917,605

Figura 178. Resumen de partidas

• PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	300917.60 €
• 16 % GASTOS GENERALES	48146.816 €
• 6 % BENEFICIO INDUSTRIAL	18055.05 €
• PRESUPUESTO DE CONTRATACION	367119.46 €
• 21 % I.V.A.	77095.09 €
• TOTAL	444214.55 €

11. CONCLUSIÓN

A la vista de todo lo anteriormente citado, el autor del presente Proyecto estima, salvo superior criterio, que todos los elementos que se han modelado han quedado suficientemente definidos para, junto con los restantes documentos del Proyecto, poder ejecutar la instalación proyectada.

Además, tras la experiencia adquirida desarrollando este proyecto entiendo la importancia que la metodología BIM está adquiriendo en el mundo en que vivimos. Desarrollar un proyecto de esta manera supone pasar de una visualización en 2D a una visualización en 3D, o lo que es lo mismo, permite trabajar más intuitivamente. Esto se traduce en acortar tiempos y disminuir errores.

El software BIM con el que he trabajado, Revit, está continuamente incorporando nuevas funciones y actualizando las existentes. Esto hace imposible pensar en donde poner el techo a esta tecnología. Por ejemplo, en el aspecto técnico la elaboración o corrección de cualquier plano, vistas, secciones, etc., está a disposición del ingeniero rápidamente. Por otro lado, la función render hace que cualquier cliente pueda tener una percepción inmediata y casi exacta de cómo quedará su construcción.

Aun así, es normal encontrar problemas que han de solventarse mediante técnicas CAD como por ejemplo detalles de alguna conexión, o armaduras en la cimentación. Entendiendo que estos problemas son debidos al poco desarrollo que el software presenta en algunas secciones. Además, la evolución de esta metodología debe ir acompañada de un desarrollo del hardware. Los programas que se utilizan requieren de una capacidad computacional que equipos informáticos con unos cuantos años no son capaces de desarrollar. También hay que mencionar que la implantación de un novedoso sistema de trabajo como este supone una gran demanda de formación. Dicha demanda en muchos casos no se puede cubrir por falta de profesionales con cualificación en la materia. Aun así, hay muchísima información en la red mediante páginas, videos tutoriales o un apartado de ayuda propio de Autodesk que llegado el caso pueden satisfacer nuestras necesidades.

Por último, destacar que una vía de desarrollo de este proyecto es el modelado de las posibles instalaciones eléctricas, electrónicas, de climatización etc. Esto se podría llevar a cabo en un estudio de postgrado como el “Master en Ingeniería Industrial”.

12. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Borja S.Ortega. (2015). QUÉ ES REVIT, O MEJOR, QUÉ ES BIM. 04/03/2018, de ESPACIOBIM Sitio web: <https://www.espaciobim.com/que-es-revit/>
- [2] Gustavo Retete Cruz. (2016). BIM. En INGENIERIA CIVIL(20). FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECANICA: UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL PERU.
- [3] 10 VERDADES SOBRE BIM. 16/04/2018, de 2ACAD Sitio web: <http://www.2acad.es/10-verdades-de-bim/>
- [4] ARQ.INTERIOR MARIAJOSÉ SANZ BOHIGUES. (2018). BIM en el mundo. Implantación de la nueva metodología en el sector de la arquitectura. 20/04/2018, de ARQUITECTURAYEMPRESA Sitio web: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>
- [5] Javier Del Olmo Álvarez. (2016). ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM? 25/04/2018, de POWERNET Sitio web: <http://powernet.es/web/blog/que-es-la-metodologia-bim/>
- [6] HildebrandtGruppe. (2015). ¿EN QUE CONSISTE EL MODELO BIM? 01/05/2018, de HILDEBRANDTGRUPPE Sitio web: <http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-el-modelo-bim/>
- [7] Eduardo Pardos. VENTAJAS DE BIM, la tecnología más eficaz en arquitectura. 03/05/2018, de Baboonlab Sitio web: <http://www.baboonlab.com/blog/noticias-de-marketing-inmobiliario-y-tecnologia-1/post/ventajas-de-bim-la-tecnologia-mas-eficaz-en-arquitectura-16>

- [8] AUTODESK. (2017). 7 grandes beneficios de BIM. 11/05/2018, de AUTODESK.Journal Sitio web: <http://www.autodeskjournal.com/7-grandes-beneficios-bim/>
- [9] ESDIMA. Ventajas y desventajas de trabajar con BIM. 15/05/2018, de Escuela de diseño de madrid Sitio web: <https://esdima.com/ventajas-y-desventajas-de-trabajar-con-bim/>
- [10] EHIDRA. (2018). ¿Qué es Revit de Autodesk y para que sirve?. 01/06/2018, de RENDERS FACTORY Sitio web: <https://www.rendersfactory.es/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>
- [11] Plan de ordenación urbana de Baeza
- [12] Diego Albornoz. (2017). ¿Es el momento de pasar de Autocad a Revit?. 05/06/2018, de DEUSTO FORMACION Sitio web: <https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-produccion-audiovisual/es-momento-pasar-autocad-revit>
- [13] Arquihoy. (2009). Puertas para revit. 03/09/2018, de Arquihoy Sitio web: <http://www.arquihoy.com/2014/07/familias-de-puertas-para-revit.html>
- [14] RevitCity. (2015). Lift. 03/09/2018, de RevitCity Sitio web: <https://www.revitcity.com/downloads.php?action=search&keywords=car+lift>
- [15] López, J. 2017. El bim en españa. Ed..asdñlkjl
- [16] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2015). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2015, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>

ANEJOS

Anejo I. Tablas de planificación

Anejos

Tabla de planificación de cimentación estructural

Tipo	Descripción	Volumen	Nivel	Recuento
Zapata medianera B 750x1500x450	Zapata de hormigón H-250	6.08 m ³	Cimentación	12
Zapata medianera A 1200x2400x450	Zapata de hormigón H-250	11.66 m ³	Cimentación	9
Zapata de esquina 1500x1500x450	Zapata de hormigón H-250	4.05 m ³	Cimentación	4
Zapata aislada B 1500x1500x450	Zapata de hormigón H-250	7.09 m ³	Cimentación	7
Zapata aislada A 2400x2400x450	Zapata de hormigón H-250	28.51 m ³	Cimentación	11
Losa de cimentación 150 mm B	Zapata de hormigón H-250	151.32 m ³	Cimentación	2

Tabla de planificación de pilares estructurales					
Tipo	Peso	Material estructural	Nivel base	Nivel superior	Recuento
IPN 400	16.57 kg	Acero, 45-345	Cimentación	Nivel 2	22
IPN 300	5.27 kg	Acero, 45-345	Cimentación	Nivel 2	12
IPN 300	2.22 kg	Acero, 45-345	Cimentación	Nivel 1	9

Anejos

Tabla de planificación de armazones estructurales					
Tipo	Peso	Nivel de referencia	W	Material estructural	Recuento
IPN 300	74.63 kg	Nivel 2	47.9	Acero, 45-345	256
IPN 300	4.67 kg	Nivel 1	47.9	Acero, 45-345	17
IPN 300	2.55 kg	Nivel 3	41.9	Acero, 45-345	2

Tabla de planificación de conexiones estructurales	
Tipo	Recuento
Ángulo de recorte	8
Poste de perfil doble	25
Pletina base	5
Nudo de pórtico atornillado, con cartela	48
Conexión de jácena	11
Apoyo de viga T	4

Tabla de planificación de suelos					
Tipo	Material estructural	Nivel	Volumen	Área	Recuento
Granito blanco	Granito blanco	Terreno	74.46 m³	372 m²	1
Hormigón 160 mm con chapa grecada 50 y acabado en cerámica 20 mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - H-250	Terreno	24.30 m³	106 m²	1
Suelo de hormigón con superficie de epoxi	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - H-250	Terreno	334.27 m³	1107 m²	1
Hormigón 160 mm con chapa grecada 50 y acabado en cerámica 20 mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - H-250	Nivel 1	41.81 m³	182 m²	1

Anejos

Tabla de planificación de muros					
Tipo	Volumen	Área	Longitud	Material estructural	Recuento
Tabique - 10 cm	60.89 m ³	609.35 m ²	262.43	Ladrillo hueco	38
Muro medianero con capa de yeso	88.15 m ³	344.64 m ²	42.54	Ladrillo de cerámica hueco doble	3
Muro cortina – simple	0.00 m ³	419.55 m ²	81.78		19
Ladrillo enfoscado - trasd. cerámico - 28 cm	46.56 m ³	166.28 m ²	44.93	Ladrillo	2
Bloque hormigón enfos. trasd. cerámico - 31 cm	195.85 m ³	645.85 m ²	102.03	Hormigón - Bloques	17

Tabla de planificación de montantes			
Tipo	Descripción	Longitud	Recuento
Montante rectangular - 5 x 10 cm	Aluminio	617.95	332
Montante personalizado	Aluminio	335.34	155

Tabla planificación de puertas				
Tipo	Material de marco	Altura	Anchura	Recuento
Puerta elevada enrollable 6.0000x5.0000m	Acero inoxidable	6.00	5.00	4
Puerta doble de fachada de tienda	Aluminio	2.37		2
Personalizada 2.1000x1.0000m	Wood Birch	2.10	1.00	8
Personalizada 2.1000x0.7000m	Wood Birch	2.10	0.70	8
AUS_Sgl Glass framed w d-pull	Aluminio	2.19	2.40	1

Anejos

Tabla de planificación de las ventanas			
Tipo	Nivel	Descripción	Recuento
Ventana simple fija 2000 x 300mm 2	Planta Baja	Marco de aluminio y hoja de cristal	7
Ventana simple fija 2000 x 300mm 2	Planta 1	Marco de aluminio y hoja de cristal	8
Ventana de 2 hojas 1600 x 1600mm	Planta 1	Marco de aluminio y hoja de cristal	2
Ventana corredera de 2 hojas 0.600 x 0.600mm	Planta Baja	Marco de aluminio y hoja de cristal	2
Ventana corredera de 2 hojas 0.600 x 0.600mm	Planta 1	Marco de aluminio y hoja de cristal	2
Deflector de ventilación simple B	Planta Baja	Aluminio	2
Deflector de ventilación simple B	Planta 1	Aluminio	1

Tabla de planificación de techos				
Tipo	Descripción	Nivel	Desfase de altura desde nivel	Recuento
Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Estructura de acero galvanizado 0.045m y acabado de yeso 0.015m	Planta Baja	3.60	1
Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Estructura de acero galvanizado 0.045m y acabado de yeso 0.015m	Planta 1	3.20	1
Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Estructura de acero galvanizado 0.045m y acabado de yeso 0.015m	Planta 1	3.20	1
Falso techo continuo de placa de yeso laminado	Estructura de acero galvanizado 0.045m y acabado de yeso 0.015m	Planta 1	3.20	1

Anejos

Tabla de planificación de cubiertas					
Tipo	Descripción	Grosor	Volumen	Área	Recuento
Plana tradicional transitable - 400 mm	Estructura de hormigón modelado in situ 0.22m, aislamiento de poliestireno 0.08m, hormigón y arena 0.08m, cerámica blanca 0.02m	0.40	145.04 m ³	362.61 m ²	1
Cristalera inclinada	Vidrio	0.10	0.00 m ³	0.00 m ²	1
Chapa acanalada 50 mm	Estructura de hormigón modelado in situ 0.05m, aislamiento de poliestireno expandido 0.08m y chapa de cincalum	0.11	100.06 m ³	909.60 m ²	3

Tabla de planificación de luminarias				
Tipo	Nivel	Iluminancia	Eficacia	Recuento
Techo - Cuadro lineal 0300 x 1200 mm (2 lámparas)	Planta 1	216 lx	79 lm/W	28
Techo - Cuadro lineal 0300 x 1200 mm (2 lámparas)	Planta Baja	216 lx	79 lm/W	15
Lineal suspendido 1200mm 2	Planta 1	206 lx	94 lm/W	60
Lampara de techo 400 x 450 mm	Planta 1	62 lx	12 lm/W	1

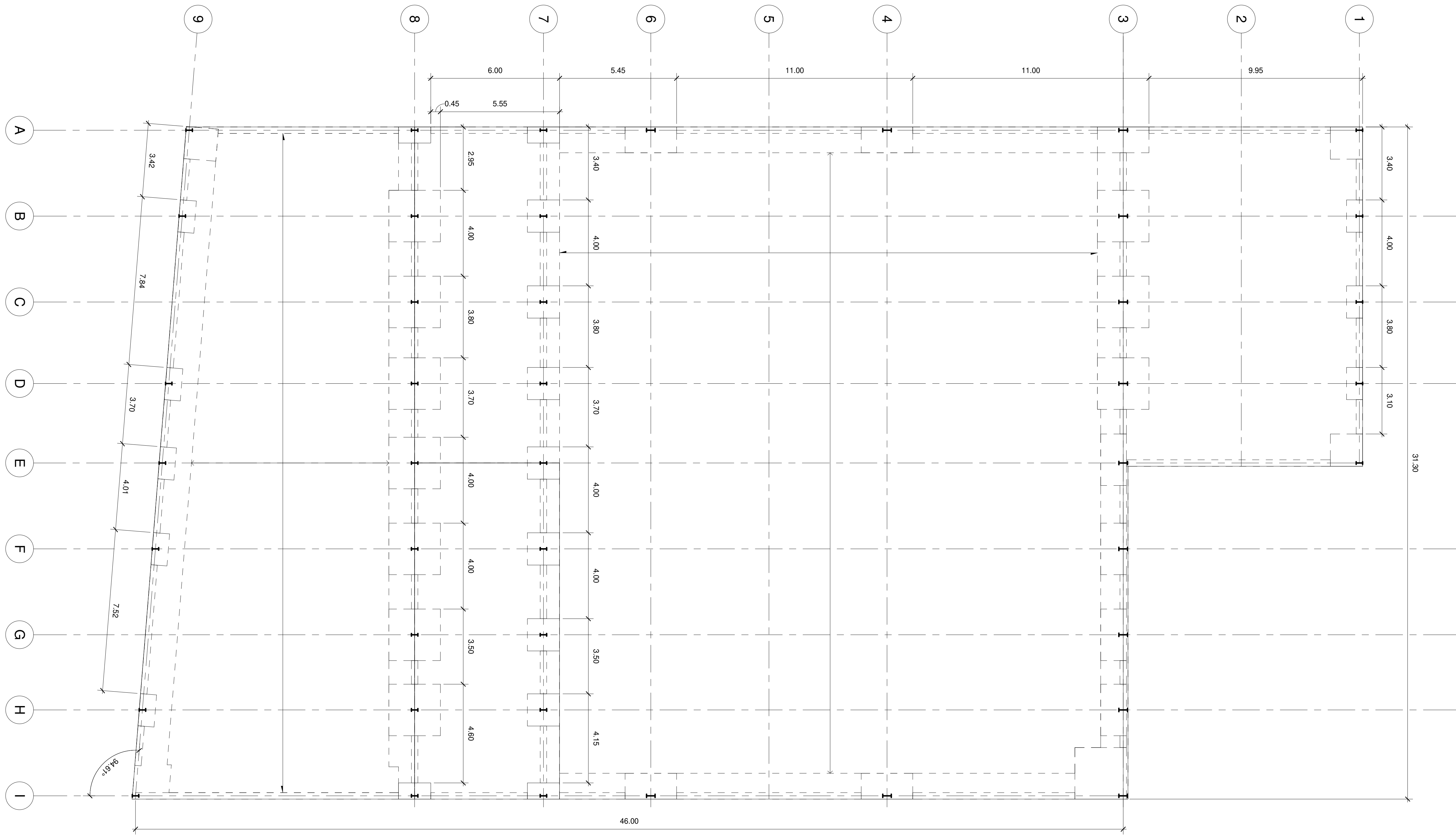
Anejos

Tabla de planificación de aparato sanitario		
Tipo	Descripción	Recuento
WC con cisterna 550 x 360 mm	Inodoro de porcelana Ivory con pulsador cromado. Dimensiones 550x360 mm	9
Retrete para discapacitados 2D	Inodoro de porcelana Ivory con pulsador cromado. Dimensiones 550x360 mm	1
Lavamanos individual con encimera de granito negro	Lavamanos con encimera de granito negro y grifo de acero inoxidable	1
Lavabo múltiple con encimera de granito negro	Lavamanos con encimera de granito negro y grifo de acero inoxidable	3
Ducha 900 x 900mm	Ducha con plato de porcelana Ivory y grifo de acero inoxidable	3

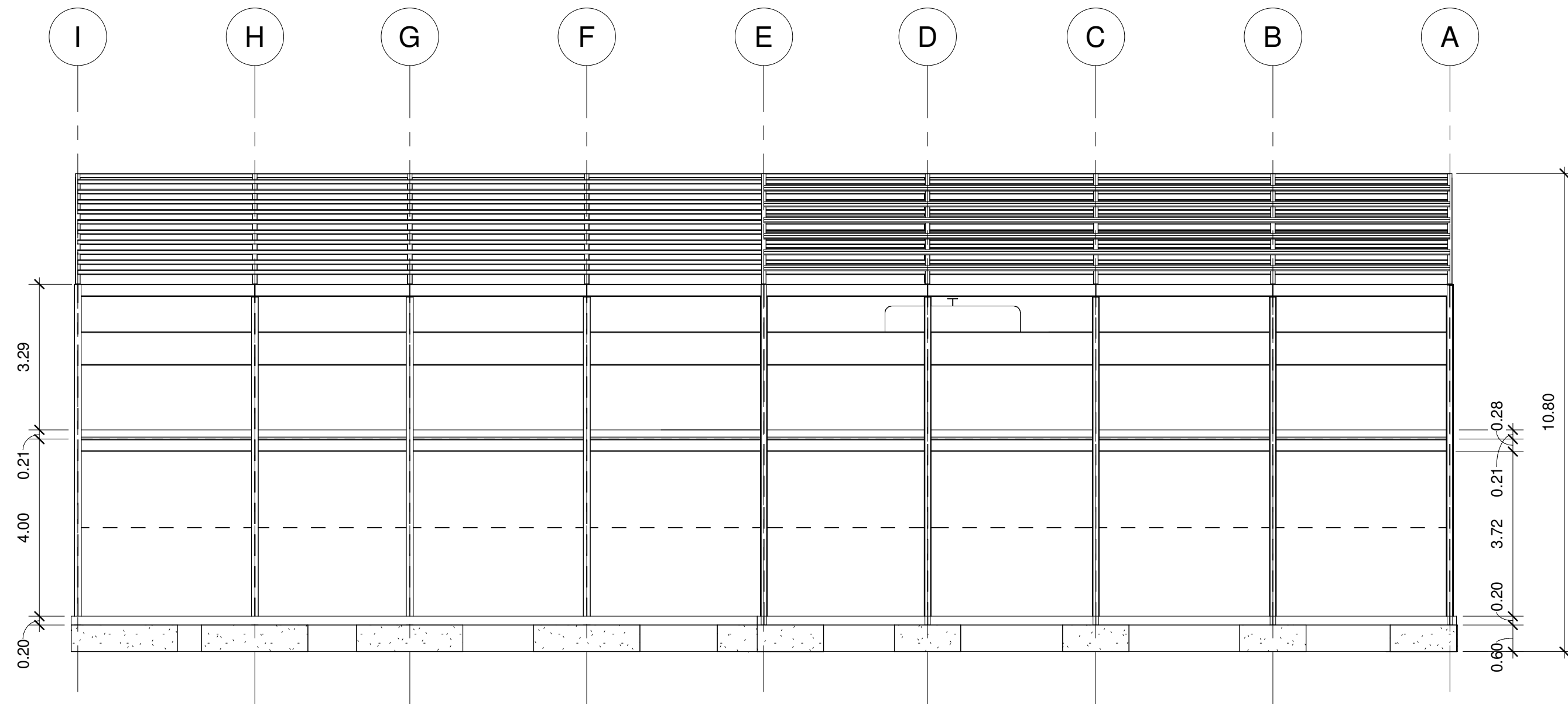
Anejos

Tabla de planificación de mobiliario			
Tipo	Descripción	Nivel	Recuento
Sofá 2134 mm	Sofá de lino liso con marco de madera de pino	Planta 1	1
Silla-Oficina (brazos)	Asiento azul pizarra con ruedas y estructura de plástico	Planta 1	3
Silla-Oficina	Asiento azul pizarra con ruedas y estructura de plástico. Sin brazos	Planta 1	3
Estante 1850 x 1850 x 390 mm 2	Estantería de acero	Planta 1	3
Escritorio en forma de L 2000 x 2000 mm	Escritorio de madera de nogal	Planta 1	3
Armario archivador 5 cajones 0380 x 0457mm	Armario de metal con acabado en marfil, tiradores cromados	Planta 1	4
Work_Bench_10485	Mesa de trabajo para taller	Planta Baja	4
Estante 1850 x 1850 x 390 mm 2	Estantería de acero	Planta Baja	7
Casillero 4x3	Casillero con acabados en blanco	Planta Baja	1
Banco - vestuario 1220 x 457 x 356mm	Banco de madera de cerezo	Planta Baja	2

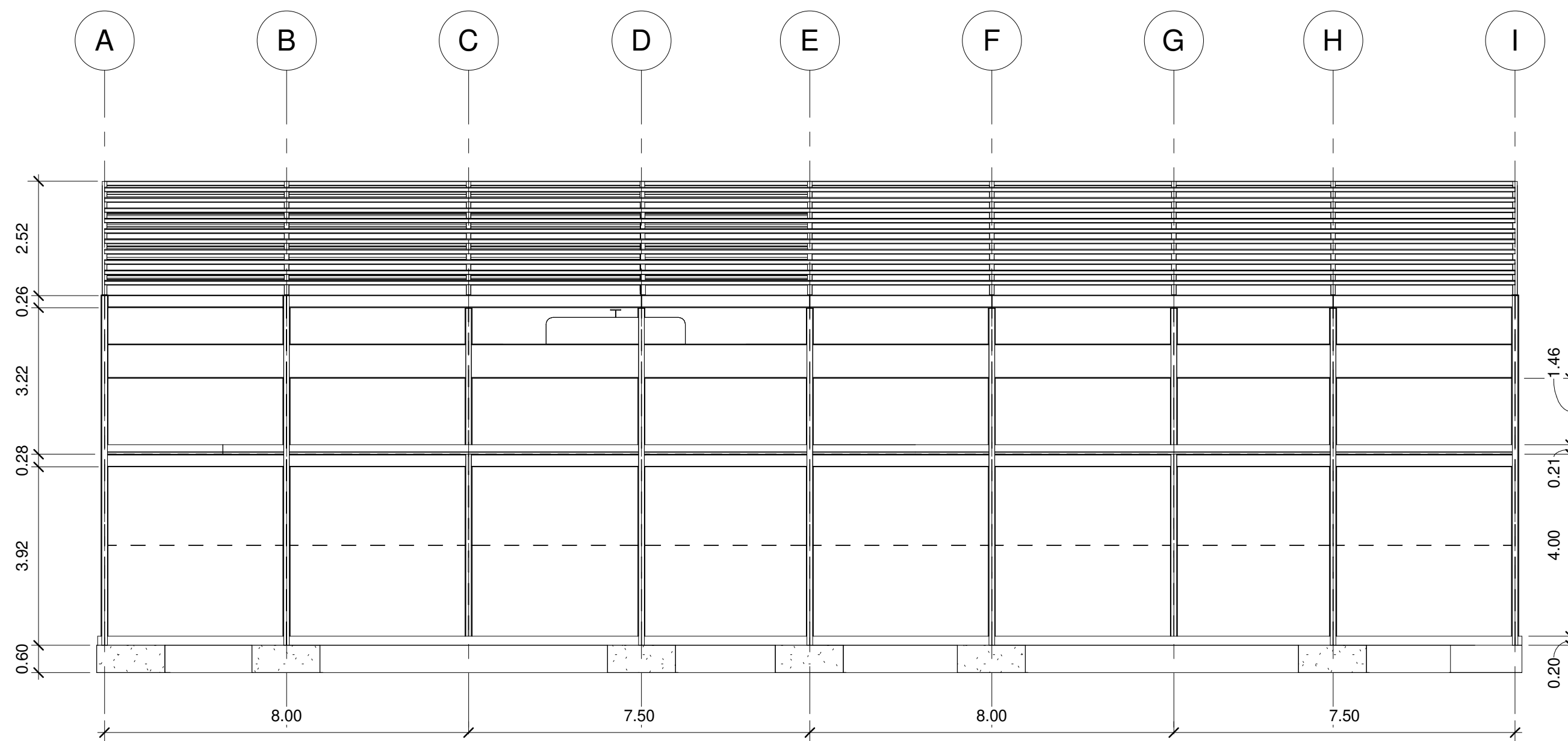
Anejo II. Planos



	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:42:47		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:42:47		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Cimentación				ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
				Plano: S.1
				Escala: 1 : 100

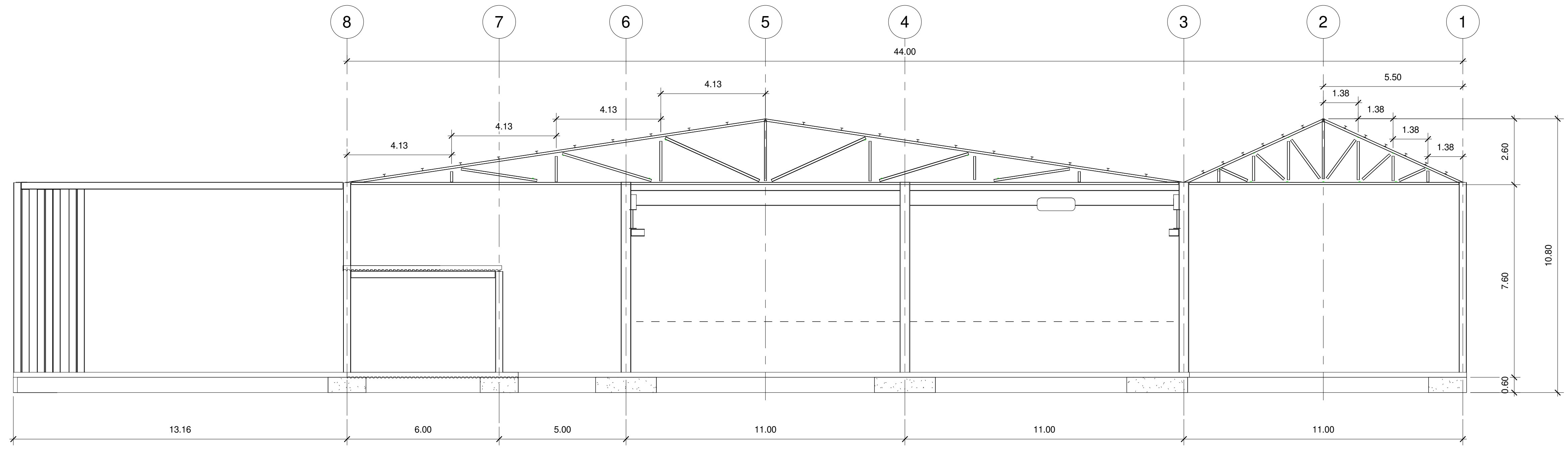


Norte

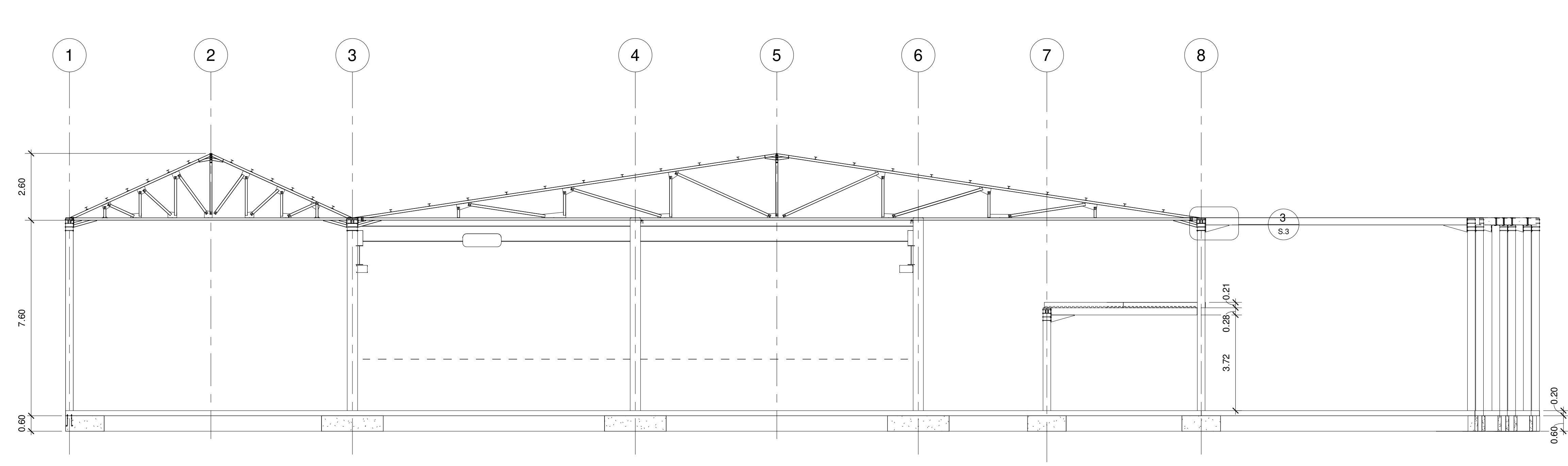


Sur

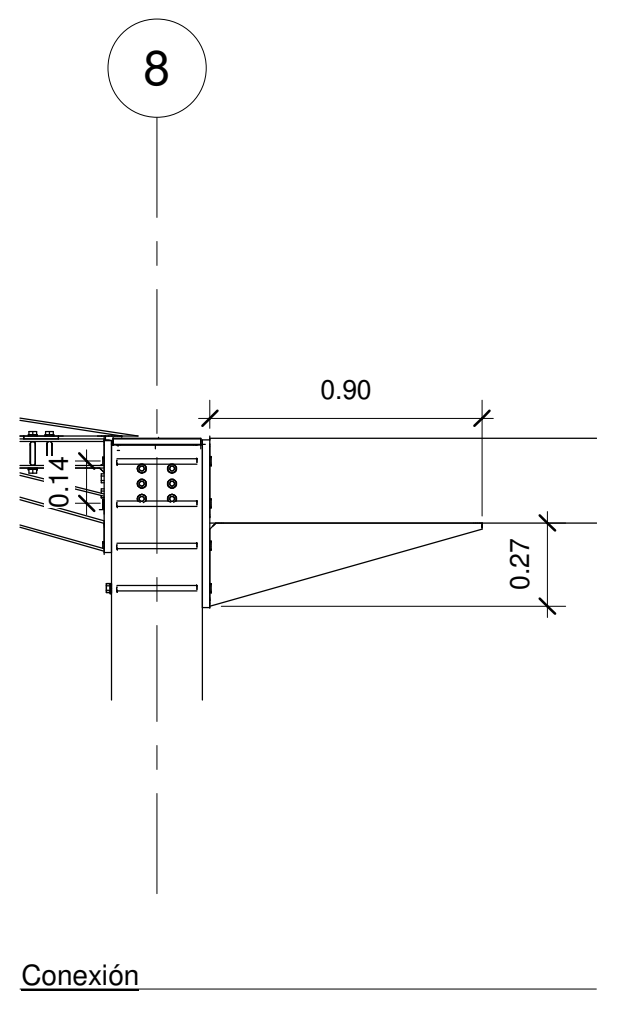
	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:43:46		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:43:46		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
Alzados estructurales N - S				Plano: S.2
				Escala: 1 : 100



Este

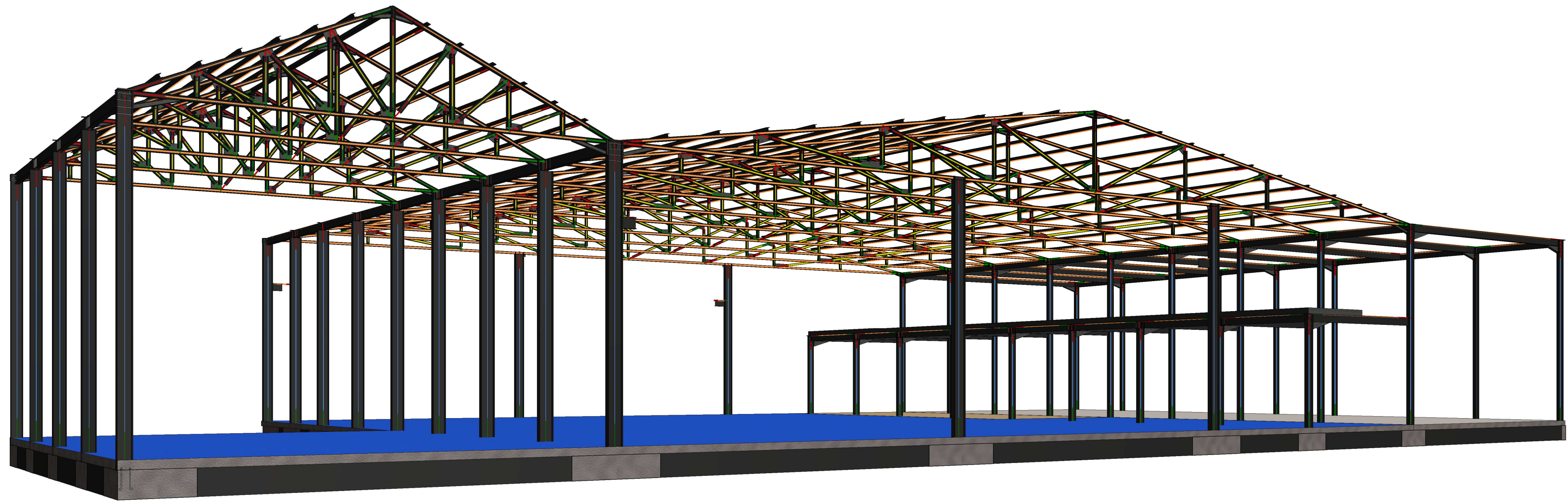


Oeste

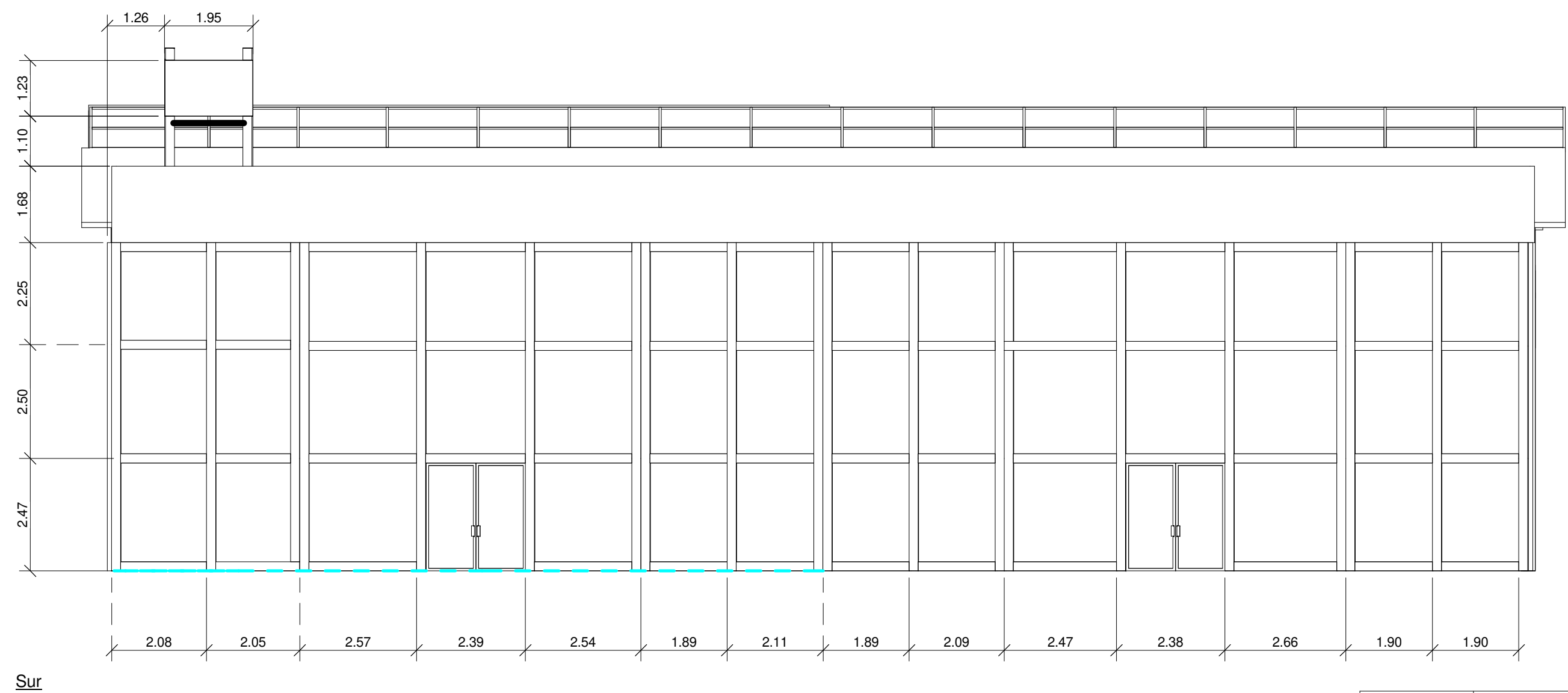
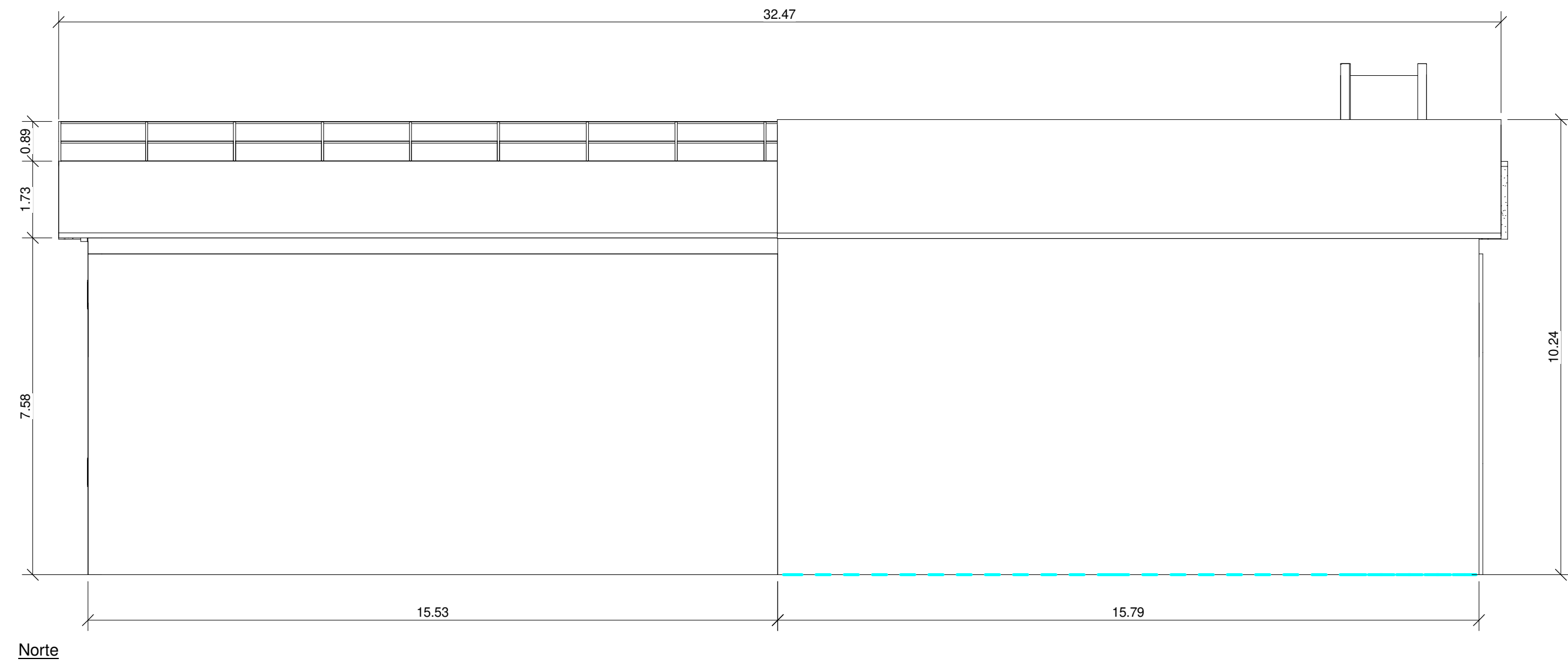


Conexión

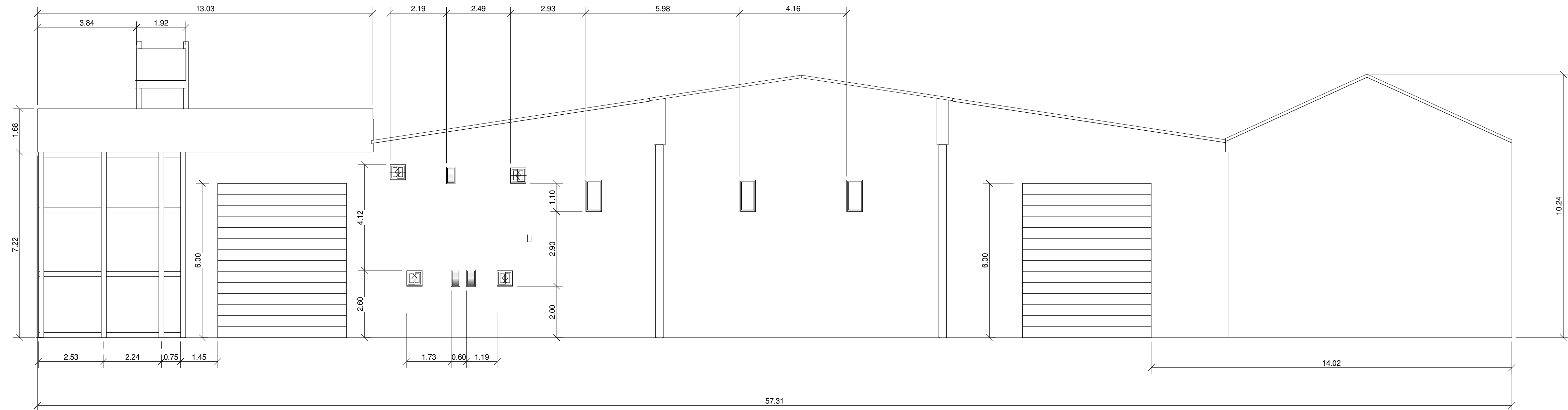
	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:47:20		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:47:20		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Alzados estructurales E - O				ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
				Plano: S.3
				Escala: Como se indica



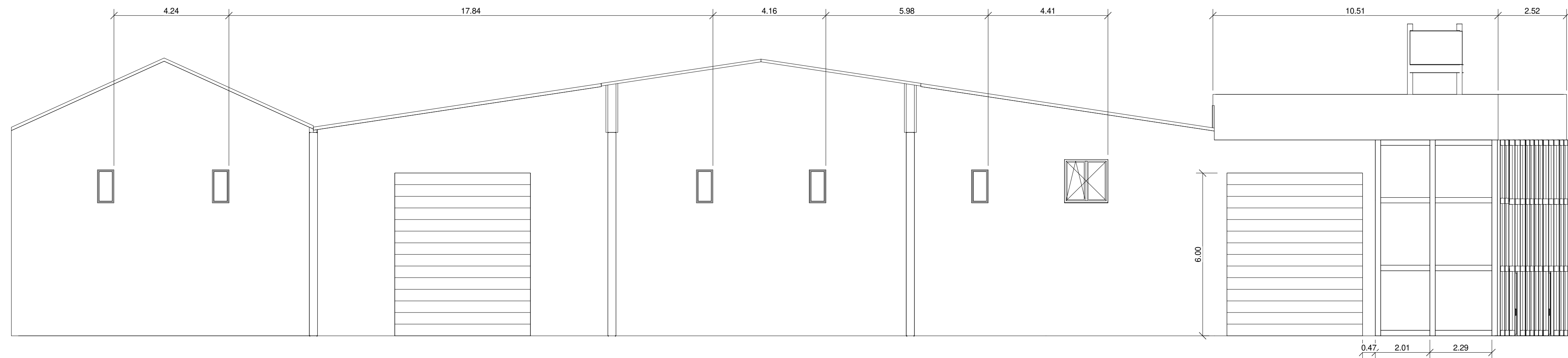
	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:51:09		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:51:09		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Vista 3D				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
				Plano: S.4
				Escala:



	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 20:58:55		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 20:58:55		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
Alzados N - S				Plano: A.1
				Escala: 1 : 100



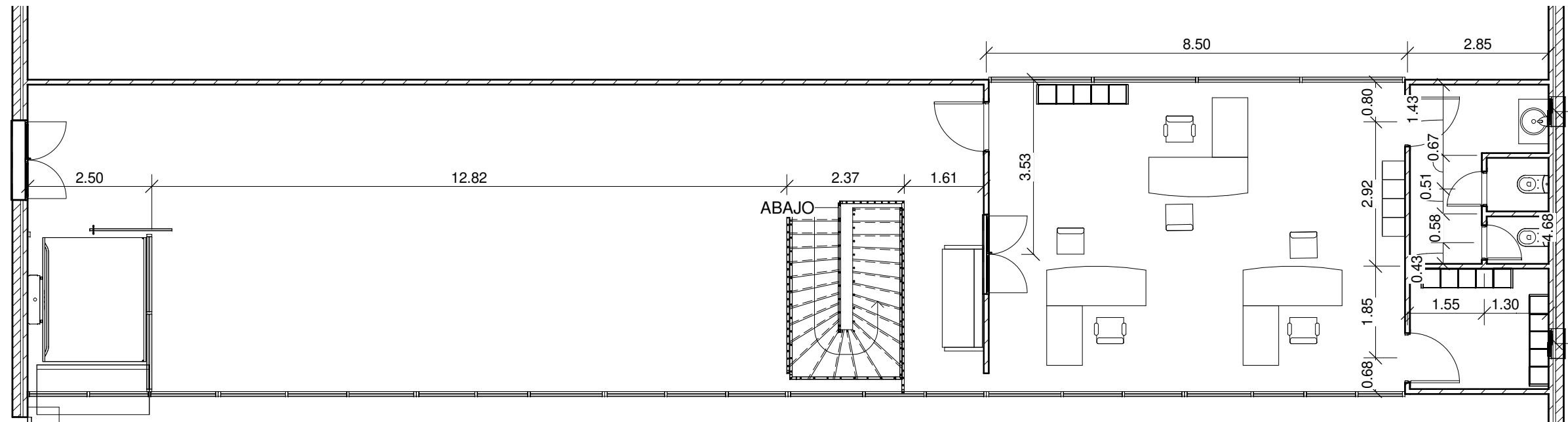
Este



Oeste

	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:01:28		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:01:28		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Alzados E - O				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
				Plano: A.2
				Escala: 1 : 100





	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:31:26		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:31:26		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Distribución Planta 1				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
				Plano: A.4
				Escala: 1 : 100

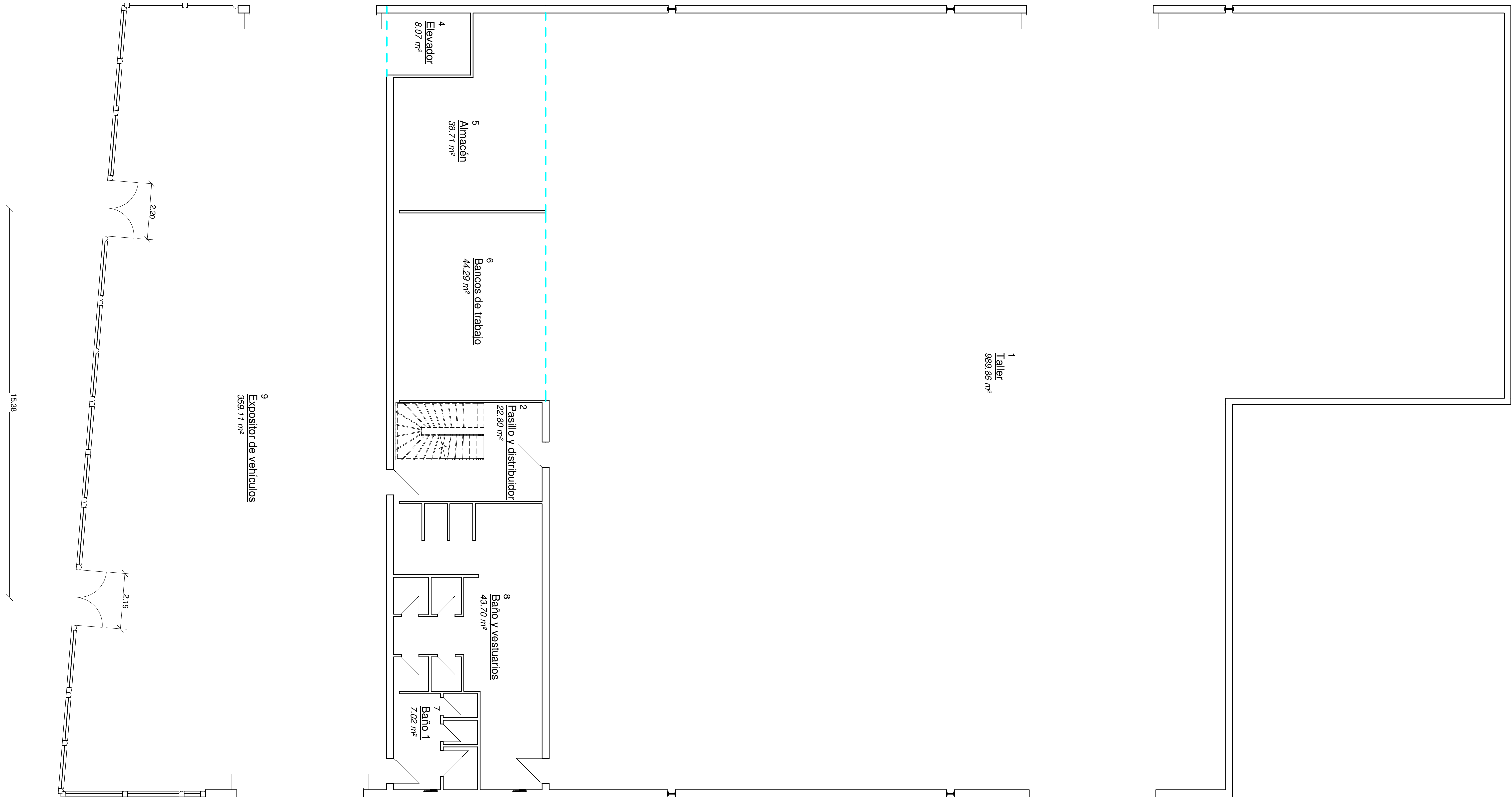
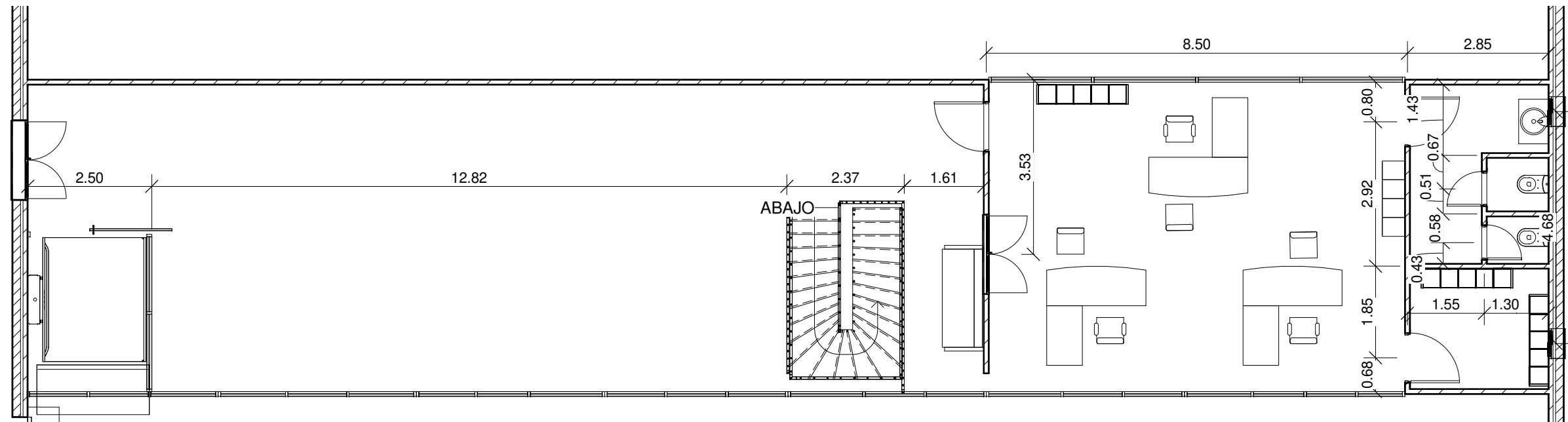


Tabla de areas de...	
Nombre	Área

Taller	989.86 m²
Pasillo y distribuidor	22.80 m²
Elevador	8.07 m²
Almacén	38.71 m²
Bancos de trabajo	44.29 m²
Baño 1	7.02 m²
Baño y vestuarios	43.70 m²
Expositor de vehículos	359.11 m²

Total general:
8 1513.55 m²

	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:18:19		
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:18:19		
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Superficie Planta Baja				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN
				Plano: A.3
				Escala: 1 : 100



	Nombre:	Fecha:	Firma:	 Universidad de Jaén	
Autor:	Francisco Rus Cejudo	24/11/2018 21:31:26			
Revisión:	Fco Javier Gallego Alvarez	24/11/2018 21:31:26			
DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL MEDIANTE BIM Distribución Planta 1				ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE JAEN	
				Plano:	A.4
				Escala:	1 : 100