



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

MODELADO BIM PARA EL PROYECTO DE UN ESTADIO DE FÚTBOL SALA EN EL MUNICIPIO DE QUESADA (JAÉN)

Alumno: Ismael Martínez Sevilla

Tutor: Prof. D. Fco. Javier Gallego Álvarez

Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Noviembre, 2020



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Don FCO. JAVIER GALLEGO ÁLVAREZ , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
MODELADO BIM PARA EL PROYECTO DE UN ESTADIO DE FÚTBOL SALA EN
EL MUNICIPIO DE QUESADA (JAÉN), que presenta ISMAEL MARTÍNEZ SEVILLA,
autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica
Superior de Jaén

Jaén, SEPTIEMBRE de 2020

El alumno:

Los tutores:

ISMAEL MARTÍNEZ SEVILLA

FCO. JAVIER GALLEGO ÁLVAREZ

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| RESUMEN DE ILUSTRACIONES | 7 |
| RESUMEN DE TABLAS | 11 |
| MEMORIA | 12 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 2. ANTECEDENTES | 14 |
| 2.1. Descripción de BIM | 14 |
| 2.2. Historia del BIM | 16 |
| 2.3. Implantación del BIM | 19 |
| 2.4. Niveles del BIM | 21 |
| 2.5. Niveles de detalle y niveles de desarrollo (LOD) | 23 |
| 2.6. Ventajas y desventajas de trabajar con BIM | 25 |
| 2.6.1. Ventajas del BIM | 25 |
| 2.6.2. Desventajas del BIM | 26 |
| 2.7. Software Revit (Autodesk) | 28 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO A CONSTRUIR | 30 |
| 3.1. Localización de la parcela | 30 |
| 3.2. Necesidades y requerimientos del proyecto | 34 |
| 3.3. Justificación urbanística y ordenación legal | 36 |
| 3.4. Descripción de la solución adoptada | 38 |
| 4. METODOLOGÍA DESARROLLADA | 40 |
| 5. MODELADO DEL PROYECTO | 42 |
| 5.1. Interfaz de usuario de Revit | 42 |
| 5.2. Modelado estructural | 44 |
| 5.2.1. Niveles | 44 |
| 5.2.2. Rejillas | 45 |
| 5.2.3. Zapatas | 46 |
| 5.2.4. Pilares | 48 |
| 5.2.5. Vigas de atado | 50 |
| 5.2.6. Suelo estructural | 50 |
| 5.3. Modelo arquitectónico | 51 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| 5.3.1. | Muros y techos | 52 |
| 5.3.2. | Cubiertas | 59 |
| 5.3.3. | Graderío | 65 |
| 5.3.4. | Campo de juego | 72 |
| 5.3.5. | Puertas | 75 |
| 5.3.6. | Cristaleras y ventanas | 78 |
| 5.3.7. | Mobiliario interior del estadio y otros apartados | 79 |
| 5.3.7.1. | Sanitarios | 79 |
| 5.3.7.2. | Luminarias | 81 |
| 5.3.7.3. | Mobiliario interior | 84 |
| 5.3.8. | Mobiliario exterior del estadio | 94 |
| 5.3.8.1. | Fachada principal del estadio | 94 |
| 5.3.8.2. | Emplazamiento del estadio | 95 |
| 5.3.8.3. | Colocación exterior de los distintos elementos | 97 |
| 5.4. | Red de distribución de saneamientos | 104 |
| 6. | VISUALIZACIÓN FINAL DEL PROYECTO | 111 |
| 7. | DOCUMENTACIÓN | 122 |
| 7.1. | Planos | 122 |
| 7.2. | Tablas de Planificación | 126 |
| 7.3. | Presupuesto | 129 |
| 8. | CONCLUSIÓN | 132 |
| 9. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 134 |
| ANEJOS | | 137 |
| Anejo I. | Tablas de planificación | 137 |
| Anejo II. | Presupuesto | 147 |
| Anejo III. | Planos | 161 |

RESUMEN

En la actualidad, la aplicación de la metodología BIM para el modelado tridimensional ha cobrado un papel fundamental. Por consiguiente, en este trabajo nos vamos a centrar en desarrollar dicha metodología aplicada a la realización de un proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada (Jaén).

El programa empleado ha sido software Revit 2019, el cual, se ha ejecutado en todo momento en un ordenador HP Pavilion 15 Notebook PC del 2015.

Los objetivos principales de este trabajo fueron diseñar, modelar y gestionar la información para una ejecución del estadio; y analizar las ventajas e inconvenientes que se tienen al aplicar la metodología BIM respecto a la forma de trabajo convencional.

Para el desarrollo del TFG (Trabajo Fin de Grado) lo primero que se realizó fue un estudio teórico de antecedentes sobre la metodología BIM y sus aplicaciones. Seguidamente, comenzamos con la parte práctica, la cual, se fue levantando por distintas fases estructurales.

Para la determinación de los materiales a escoger (tales como pilares, vigas, paneles, asientos, etc.) no realizamos cálculos algunos, ya que no es el objetivo de este trabajo. Estos fueron escogidos consultando construcciones de similar envergadura.

Por otro lado, generamos todo tipo de documentación referente al proyecto (mediciones, planos, lista de materiales, etc.).

Finalmente, se puede apreciar el resultado, gracias a las imágenes obtenidas mediante las visualizaciones del modelo (cámara, recorrido y render). Además, esto va acompañado con el presupuesto orientativo obtenido, lo cual, sirve para dar una idea detallada al propio cliente.

ABSTRACT

At present, the application of BIM methodology for three-dimensional modeling has taken on an indispensable role. That is why, in this work we will focus on it, developing such methodology for the realization of a project of a football stadium in the municipality of Quesada (Jaén).

The program used was the Revit 2019 software, which has been running at all times on a HP Pavilion 15 Notebook PC computer from 2015.

The main objectives of this work were on the one hand to design, model and manage the information for an execution of the stadium, and on the other hand, to analyze the advantages and disadvantages that one has when applying the BIM methodology with respect to the conventional form of work.

For the development of the TFG the first thing was to do a theoretical background study on the BIM methodology and its applications. Once this was understood, we began with the practical part, which was raised by different structural phases.

For the determination of the materials to be chosen we do not perform some calculations, since it is not the objective of this work. These were chosen by consulting buildings of similar size.

On the other hand, we generate all kinds of documentation related to the project (measurements, plans, list of materials...).

Finally, the final result can be seen, thanks to the images obtained through the visualizations of the model (camera, route and render). In addition, this is accompanied by the indicative budget obtained, which serves to give a detailed idea to the customer.

RESUMEN DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Ciclo de vida del modelo BIM del proyecto | 14 |
| Ilustración 2. Diseño de una escalera modelada en GLIDE | 16 |
| Ilustración 3. Captura de pantalla de un modelado 3D en el programa Radar CH | 17 |
| Ilustración 4. Distintas empresas actuales que trabajan con software BIM | 18 |
| Ilustración 5. Mapa de implantación del BIM a nivel mundial en 2016 | 19 |
| Ilustración 6. Diagrama de maduración en el diseño BIM | 21 |
| Ilustración 7. Esquema de la evolución de la gestión del proyecto | 22 |
| Ilustración 8. Representación de los distintos niveles LOD | 24 |
| Ilustración 9. Localización de la propuesta del terreno para la construcción | 30 |
| Ilustración 10. Conexión de la parcela con las vías A-315 y la A-322 | 31 |
| Ilustración 11. Situación del proyecto con referencias locales | 32 |
| Ilustración 12. Emplazamiento real del proyecto | 32 |
| Ilustración 13. Plano de referencias catastrales | 33 |
| Ilustración 14. Plan general de ordenación urbana de Quesada | 36 |
| Ilustración 15. Interfaz de usuario donde se destacan las barras de herramientas más importantes | 42 |
| Ilustración 16. Niveles de referencia y sus cotas correspondientes | 44 |
| Ilustración 17. Colocación de rejillas verticales | 45 |
| Ilustración 18. Colocación de rejillas horizontales | 46 |
| Ilustración 19. Colocación de las distintas zapatas | 47 |
| Ilustración 20. Colocación de las vigas de atado | 47 |
| Ilustración 21. Pilares de la parte envolvente al estadio | 48 |
| Ilustración 22. Pilares de los extremos del estadio | 49 |
| Ilustración 23. Pilares de la parte interior del estadio | 49 |
| Ilustración 24. Instalación de las vigas de atado | 50 |
| Ilustración 25. Proyección del suelo estructural del estadio | 51 |
| Ilustración 26. Vinculación del modelo estructural con el arquitectónico | 51 |
| Ilustración 27. Nivel 1 de los muros exteriores | 52 |
| Ilustración 28. Nivel 2 de los muros exteriores | 53 |
| Ilustración 29. Nivel 3 de los muros exteriores | 53 |
| Ilustración 30. Muros interiores que rodean la zona del terreno de juego | 54 |
| Ilustración 31. Levantamiento de muros interiores de la planta baja | 55 |
| Ilustración 32. Distribución de las distintas salas en la planta baja | 55 |
| Ilustración 33. Vista 3D del modelado de los muros hasta el momento | 56 |
| Ilustración 34. Techos de la planta baja | 56 |
| Ilustración 35. Muros interiores primera planta | 57 |
| Ilustración 36. Distribución de las distintas salas en la primera planta | 57 |
| Ilustración 37. Techo de la segunda planta | 58 |
| Ilustración 38. Vista 3D con la colocación de todos los techos y muros | 58 |
| Ilustración 39. Colocación de las distintas vigas que soportarán las cubiertas laterales | 59 |
| Ilustración 40. Cubiertas laterales del estadio | 59 |
| Ilustración 41. Levantamiento muros laterales | 60 |
| Ilustración 42. Creación del contorno de la cubierta principal | 61 |
| Ilustración 43. Forma de la cubierta | 61 |
| Ilustración 44. Panel estructural creado | 62 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 45. Vista de la de la cubierta principal | 63 |
| Ilustración 46. Vista de la sección de la cubierta | 63 |
| Ilustración 47. Acomodamiento de la cubierta sobre la construcción | 64 |
| Ilustración 48. Unión de los muros exteriores a la cubierta | 64 |
| Ilustración 49. Vista 3D del exterior del estadio | 65 |
| Ilustración 50. Modelado de una de las gradas laterales del estadio | 65 |
| Ilustración 51. Grada lateral completa | 66 |
| Ilustración 52. Colocación graderíos caras principales | 66 |
| Ilustración 53. Visualización más detallada del graderío final | 67 |
| Ilustración 54. Vista del graderío desde la zona superior del estadio..... | 67 |
| Ilustración 55. Creación del asiento para nuestro estadio, basado en un asiento individual CR4 con respaldo..... | 68 |
| Ilustración 56. Vinculación del asiento a las gradas..... | 68 |
| Ilustración 58. Vista superior de la colocación de los asientos..... | 70 |
| Ilustración 59. Modelado de las barandillas que rodean la zona del campo..... | 71 |
| Ilustración 60. Modelado de las escaleras que permiten el acceso a las gradas | 71 |
| Ilustración 61. Suelo de madera colocado el terreno de juego..... | 72 |
| Ilustración 62. Líneas características del terreno de juego | 72 |
| Ilustración 63. Creación de las distintas capas | 73 |
| Ilustración 64. Modelado final de la portería | 73 |
| Ilustración 65. Instalación de las porterías en el terreno de juego | 74 |
| Ilustración 66. Resultado final del banquillo..... | 74 |
| Ilustración 67. Colocación de los banquillos en el campo | 75 |
| Ilustración 68. Portón utilizado para las escaleras principales | 76 |
| Ilustración 69. Colocación de los portones en el estadio | 76 |
| Ilustración 70. Colocación de las puertas de emergencia..... | 76 |
| Ilustración 71. Puertas externas con acceso a oficinas, almacenes, sala de reuniones, taquillas y sala de trofeos | 77 |
| Ilustración 72. Modelado de las cristaleras que rodean el exterior del estadio..... | 78 |
| Ilustración 73. Sanitarios Baño 1 de caballeros | 79 |
| Ilustración 74. Vista frontal Baño 1 de caballeros | 80 |
| Ilustración 75. Vista posterior del Baño 1 de caballeros..... | 80 |
| Ilustración 76. Luminarias planta baja | 81 |
| Ilustración 77. Luminarias segunda planta..... | 82 |
| Ilustración 78. Luminarias pertenecientes al terreno de juego | 82 |
| Ilustración 79. Luminarias pertenecientes a la sala de reuniones | 83 |
| Ilustración 80. Luz de emergencia perteneciente al portón de entrada de los jugadores | 83 |
| Ilustración 81. Sala de musculación | 84 |
| Ilustración 82. Baño 1 de caballeros..... | 84 |
| Ilustración 83. Sala de enfermería..... | 85 |
| Ilustración 84. Vestuario Local..... | 85 |
| Ilustración 85. Vestuario Visitante | 85 |
| Ilustración 86. Vestuario de los colegiados..... | 86 |
| Ilustración 87. Tienda del estadio | 86 |
| Ilustración 88. Vista superior de la ubicación del vestuario local y visitante | 86 |
| Ilustración 89. Almacén interior 1 | 87 |
| Ilustración 90. Vista exterior de los almacenes 2 y 3 | 87 |
| Ilustración 91. Vista interior de los almacenes 2 y 3 | 87 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 92. Taquilla 2..... | 88 |
| Ilustración 93. Taquilla 1..... | 88 |
| Ilustración 94. Sala de reuniones | 89 |
| Ilustración 95. Diferentes salas de la planta baja..... | 89 |
| Ilustración 96. Exterior del bar 1 | 90 |
| Ilustración 97. Acceso a la oficina 1..... | 90 |
| Ilustración 98. Interior del bar 2 | 90 |
| Ilustración 99. Interior de las oficinas 1, 2 y 3 | 91 |
| Ilustración 100. Copa de campeón de liga..... | 91 |
| Ilustración 101. Camiseta del Quesada F.S..... | 91 |
| Ilustración 102. Vitrinas del museo | 91 |
| Ilustración 103. Vista final del interior de la primera planta | 92 |
| Ilustración 104. Sala de trofeos del club | 92 |
| Ilustración 105. Silla salvaescaleras para minusválidos..... | 93 |
| Ilustración 106. Señalización de las salidas de emergencia | 93 |
| Ilustración 107. Colocación de los extintores alrededor del estadio | 93 |
| Ilustración 108. Escudo 3D del Quesada F.S | 94 |
| Ilustración 109. Modelado de las banderas de España y Andalucía | 94 |
| Ilustración 110. Escudo original del Quesada F.S | 94 |
| Ilustración 111. Fachada principal del estadio | 95 |
| Ilustración 112. Situación topográfica de la parcela | 95 |
| Ilustración 113. Plataforma sobre la que se asienta el estadio | 96 |
| Ilustración 114. Familia de hormigón modelado in situ ofrecida por Revit..... | 96 |
| Ilustración 115. Familia de hierba ofrecida por Revit | 96 |
| Ilustración 116. Emplazamiento del estadio sobre el terreno de la parcela..... | 97 |
| Ilustración 117. Camino peatonal con acceso a las afueras del estadio | 97 |
| Ilustración 118. Valla de madera de pino..... | 98 |
| Ilustración 119. Inserción de las vallas al camino | 98 |
| Ilustración 120. Bolardos de acero | 98 |
| Ilustración 121. Colocación de bolardos alrededor del estadio | 99 |
| Ilustración 122. Diseño de las farolas exteriores del estadio | 99 |
| Ilustración 123. Distribución de las farolas exteriores | 99 |
| Ilustración 124. Distribución de los distintos pasos de cebra | 100 |
| Ilustración 125. Señalización de aparcamientos, restricciones de tráfico, etc. | 100 |
| Ilustración 126. Aparcamientos para minusválidos | 101 |
| Ilustración 127. Familias descargadas de internet 1 | 101 |
| Ilustración 128. Colocación 1 de las familias descargadas de internet | 102 |
| Ilustración 129. Colocación 2 de las familias descargadas de internet | 102 |
| Ilustración 130. Familias descargadas de internet 2 | 103 |
| Ilustración 131. Inserción de las nuevas familias descargadas..... | 103 |
| Ilustración 132. Vista de la fachada trasera del estadio | 103 |
| Ilustración 133. Vista de nuestro proyecto en el nuevo archivo | 104 |
| Ilustración 134. Niveles adaptados a la nueva familia | 105 |
| Ilustración 135. Familias pertenecientes a fontanería..... | 105 |
| Ilustración 136. Normalización de tuberías | 106 |
| Ilustración 137. Señalización de la tubería | 106 |
| Ilustración 138. Conector de tubería..... | 107 |
| Ilustración 139. Dirección de entrada del flujo | 107 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 140. Dirección de salida del flujo | 108 |
| Ilustración 141. Distribución de entrada y salida de agua en las distintas familias..... | 108 |
| Ilustración 142. Distribución de agua fría..... | 109 |
| Ilustración 143. Distribución de agua caliente..... | 109 |
| Ilustración 144. Distribución de sanitarios | 110 |
| Ilustración 145. Visión global de la distribución de la red de saneamiento..... | 110 |
| Ilustración 146. Pasillos del estadio..... | 111 |
| Ilustración 147. Sala de reuniones | 112 |
| Ilustración 148. Sala de Musculación | 112 |
| Ilustración 149. Baño de caballeros..... | 113 |
| Ilustración 150. Vestuario Local..... | 113 |
| Ilustración 151. Entrada al estadio por la parte de los laterales | 114 |
| Ilustración 152. Enfermería del estadio | 114 |
| Ilustración 155. Vista frontal del terreno de juego | 115 |
| Ilustración 153. Oficinas del estadio | 115 |
| Ilustración 154. Vista lateral del terreno de juego | 116 |
| Ilustración 156. Vista del acceso al Bar 1 | 116 |
| Ilustración 157. Vista lateral de la fachada principal | 117 |
| Ilustración 158. Entrada principal al estadio | 117 |
| Ilustración 159. Vía lateral de acceso al estadio | 118 |
| Ilustración 160. Vista de las fuentes situadas en la entrada del estadio | 118 |
| Ilustración 161. Vista lateral izquierdo del estadio | 119 |
| Ilustración 162. Vista lateral derecho del estadio..... | 119 |
| Ilustración 163. Vista frontal del estadio | 119 |
| Ilustración 164. Vista aérea lateral derecho del estadio..... | 120 |
| Ilustración 165. Vista aérea de la fachada del estadio..... | 120 |
| Ilustración 166. Vista aérea lateral izquierdo del estadio | 120 |
| Ilustración 167. Emplazamiento 3D del estadio sobre la parcela | 121 |
| Ilustración 168. Vista final de cómo quedaría el estadio insertado sobre la parcela..... | 121 |
| Ilustración 169. Selección del cuadro de rotulación | 122 |
| Ilustración 170. Márgenes de nuestro plano | 123 |
| Ilustración 171. Cuadro de rotulación | 123 |
| Ilustración 172. Plano generado con su cajetín correspondiente..... | 124 |
| Ilustración 173. Inserción del plano generado en el proyecto principal | 124 |
| Ilustración 174. Selección Tabla de planificación/Cantidades..... | 126 |
| Ilustración 175. Propiedades de la tabla de planificación..... | 127 |
| Ilustración 176. Exportación de las tablas de planificación a un archivo .txt | 128 |
| Ilustración 177. BCCA importada a Presto | 129 |
| Ilustración 178. Unidades de Obra | 130 |

RESUMEN DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Etapas de implantación BIM en España | 20 |
| Tabla 2. Comparación del Plan General de Ordenación Urbanística del municipio de Quesada con los requerimientos del proyecto | 37 |
| Tabla 3. Tabla de planificación de cimentación estructural | 127 |
| Tabla 4. Tablas de planificación generadas en Excel | 128 |
| Tabla 5. Presupuesto de la partida "Cimentación Estructural" | 130 |
| Tabla 6. Resumen del coste total de las distintas partidas | 131 |

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, los continuos avances de la tecnología global y específicamente en el campo de la construcción, sumado a la gran necesidad de mejora y eficacia, no solo a la hora de proyectar, sino a la hora de la conservación de dicha obra proyectada, han dado lugar a la aparición del término BIM.

El BIM (Building Information Modeling or Management) ha surgido como la nueva gran revolución, no entendiéndolo como una serie de programas, sino como un nuevo método de trabajo que nos permite recopilar todo tipo de información (planos, instalaciones, presupuestos, mediciones, etc.) de nuestro proyecto en un único modelo y así poder detectar con antelación todo tipo de posibles problemas. Además, su clara y rápida visualización 3D hace que, en comparación con los métodos tradicionales, ganemos tiempo y eficacia, que en definitiva es ahorrar dinero.

Los objetivos principales de este TFG (Trabajo Fin de Grado) son diseñar, modelar y generar documentación para un proyecto de ejecución de edificación industrial mediante la utilización de la metodología BIM, obviando la parte del cálculo estructural, instalaciones eléctricas, instalaciones de climatización, etc.

Para ello, primero será necesario, mediante un enfoque teórico, comprender en que consiste esta nueva metodología, además de ver las ventajas que nos ofrece en comparación con la forma de trabajo convencional.

Posteriormente, nos centraremos en un enfoque más práctico, en el que iremos modelando nuestra edificación, con distintas alternativas de diseño, mediante LOD creciente y en fases, hasta finalmente poder obtener y facilitar todos los datos necesarios de cara al cliente como pueden ser los planos, tablas de planificación o presupuesto.

Una vez finalizadas ambas partes, obtendremos una serie de conclusiones, que nos ayudarán a entender la importancia de cara al futuro de la metodología BIM, las ventajas que nos ofrece y las limitaciones encontradas.

Hoy en día, el gran éxito que está cobrando el fútbol sala en la provincia de Jaén, está potenciando el entusiasmo de la población hacia este deporte. Equipos como el Jaén Paraíso Interior o el Software DELSOL MENGÍBAR, los cuales están jugando en primera y segunda división de la LNFS, han conseguido gracias a sus logros, que los ciudadanos jiennenses vuelvan a unirse e ilusionarse con un deporte que para mucha gente hace unos años era totalmente desconocido.

Gracias a esto y aprovechando la escasez actual de estadios de fútbol sala en las distintas localidades de Jaén, hemos decidido construir un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada.

El objetivo principal del estadio en dicho municipio es fomentar la práctica de este deporte, creando equipos de distintas categorías que vayan desde pre-benjamín hasta profesional.

En el estadio, se pretende que se jueguen todos los partidos de las distintas categorías del Quesada F.S a nivel provincial, siendo esta su sede, pero también, aprovechando la escasez de estadios a nivel provincial, se podrían abarcar grandes competiciones tales como partidos a nivel nacional, actos musicales, teatros e incluso otros tipos de competiciones deportivas, ya que el estadio cuenta con capacidad para 1056 espectadores.

Este proyecto sería una gran inversión para la localidad de Quesada, no solo a nivel económico, sino también, para dar vida a su población y sobre todo, para que el nombre de este maravilloso municipio tan poco conocido comience a ser sonado a nivel nacional.

Finalmente, destacar que la gran mayoría de ilustraciones mostradas en este Trabajo Fin de Grado son de elaboración propia, exceptuando algunas, en las cuales se citará la fuente de procedencia.

2. ANTECEDENTES

2.1. Descripción de BIM

Entre el amplio abanico de definiciones, encontramos algunas que se aproximan bastante a una descripción exacta de lo que es el BIM.

“BIM (Building Information Modeling) es la metodología de trabajo colaborativa para la construcción y la industria dónde la generación de contenidos de todo el proyecto se comparte de forma digitalizada entre todos los agentes implicados” (Seys, 2018).

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de la vida del edificio, permitiendo la gestión de éste y reduciendo los costes de operación (Building smart Spain, Consultado el 2 de Agosto de 2020).

En la Ilustración 1, queda recogida todo tipo de información relacionada con el edificio durante todo su ciclo de vida.

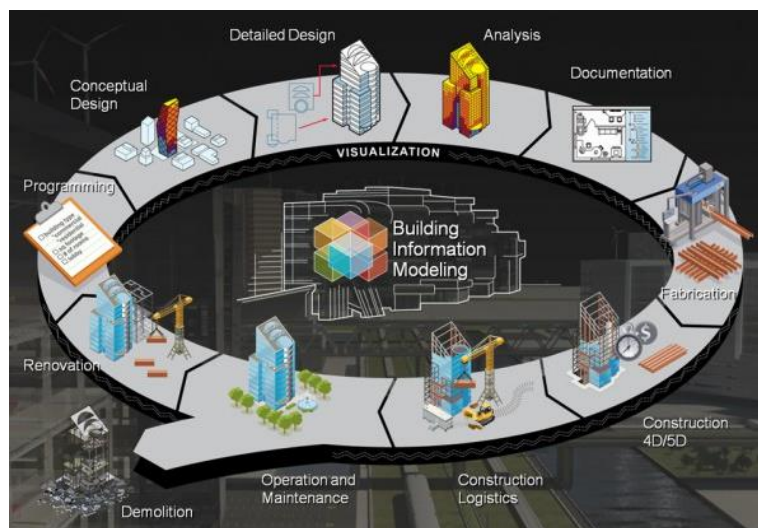


Ilustración 1. Ciclo de vida del modelo BIM del proyecto

Fuente: (Kaizen, Consultado el 12 de Agosto de 2020)

A las definiciones anteriores, se le puede añadir una definición más conceptual que está relacionada con el papel que gestiona el modelo (Hildebrandt gruppe, 2015):

- **BUILDING.** La edificación en esta metodología hace referencia al proyecto colaborativo compuesto por diferentes áreas en constante interacción. Aquí, el objetivo principal es la discusión constante con el fin de encontrar mejores decisiones y prevenir futuros problemas de cara a las siguientes etapas.

Gracias a la visualización 3D es posible tomar decisiones de una manera más fácil y rápida de cara al desarrollo del proyecto. Además, la representación de las fases nos da una visión global del ciclo de vida, considerando todos los elementos en juego y adelantando las necesidades futuras.

- **INFORMATION.** Utilizar la metodología de trabajo BIM y sus plataformas significa la creación y desarrollo de una base de datos en constante actualización. La información contenida en este sistema se encuentra abierta para todos los integrantes del equipo, los cuales, pueden usarla, reutilizarla y optimizarla cuando sea necesario.

- **MODELING OR MANAGEMENT.** Hasta ahora, no existe un criterio claro sobre a qué se refiere la M de BIM. Ambos conceptos son aceptados por los diferentes profesionales en BIM que existen en el mundo. *Modeling* hace referencia a la representación del modelo en 3D, mientras que, *Management* se refiere a que la estructura es construida sobre datos organizados, dando forma a un sistema que luego puede ser administrado y actualizado por parte del mandante.

2.2. Historia del BIM

Antes de considerar la tecnología BIM, conviene remontarse al siglo XX, por la década de los 60, cuando (Engelbart, 1962) escribió su artículo “*Aumentando el intelecto humano: un marco conceptual*” en el que describía al arquitecto introduciendo especificaciones y datos en el diseño de un edificio y observando cómo una estructura tomaba forma, lo que se asemejaba mucho con la metodología BIM.

No fue hasta 1975 cuando por fin surgió la capacidad de modelar futuras construcciones mediante la tecnología 3D por medio de ordenadores. A raíz de esto, se desarrolló el denominado BDS (Building Description System) en la Universidad Carnegie Mellon. Dos años más tarde (Eastman & Henrion, 1977) crearon uno de los primeros programas de modelado 3D llamado “GLIDE” (Ilustración 2).

```

POLY PROCEDURE spiral.step(POLY centre;
  REAL riser,radius,r,angle,th)=
  BEGIN
  POLY support =
    triangle(radius*0.95,-riser*0.8,th);
  POLY collar = column(12,riser,r);
  POLY plate = wedge(radius,th,angle);
  ! return the result of shape operations;
  CUT centre FROM COMBINE collar WITH
    COMBINE support WITH plate
  END;

▷ make spiral staircase, (dimensions in inches)
SET PROCEDURE spiral.stair(ht,radius,angle)=
  BSET; INTEGER numsteps; REAL riser;
  numsteps = ht/8.0;
  riser = ht/numsteps;
  POLY centre = column(12,ht+32.0,5.0);
  POLY step = spiral.step(centre,
    riser,radius,3.0,angle,0.625);
  FOR i TO numsteps
    DO COPY step=|0,riser*i \0,angle;i|
  ESET;

SET stair1 = spiral.stair(100.0,46.0,30.0);

```

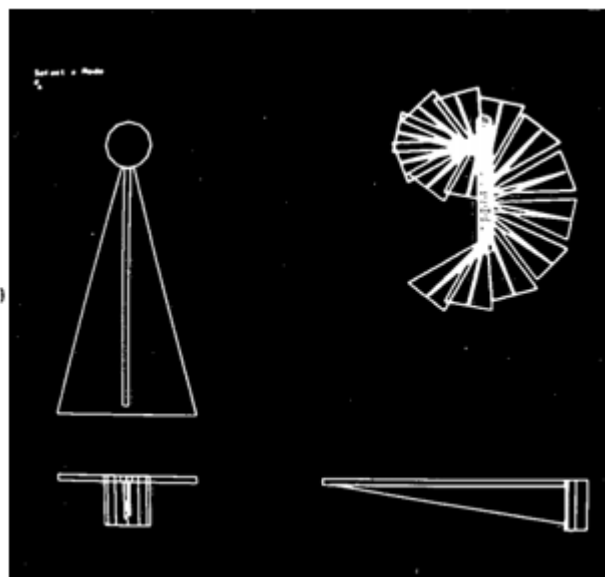


Ilustración 2. Diseño de una escalera modelada en GLIDE

Fuente: (Eastman & Henrion, 1977)

En 1984 se crea el ISO STEP (Standard for the Exchange of Product model data), el cual, regula la forma estándar del modelo de datos para el intercambio de productos. Fue en este año cuando la empresa Graphisoft (con sede en Budapest,

Hungría) lanzó el primer software de diseño en 3D, que fue posible instalar en ordenadores personales, llamado Radar CH (Ilustración 3), aunque unos años más tarde pasara a apodarse ArchiCAD (Graphisoft, 2016).



Ilustración 3. Captura de pantalla de un modelado 3D en el programa Radar CH

Fuente: (Graphisoft, 2016)

Posteriormente, en 1994, se crea la IAI (International Alliance of Interoperability) en los EE. UU cuyo objetivo es la creación de una alianza de empresas. Este consorcio internacional, cuenta con representación en su mesa con países que van desde Europa hasta Australia. Gracias a esto, surgió la gran ventaja del BIM: compartir y permitir el intercambio de modelos. Su propósito era desarrollar una serie de aplicaciones basadas en un lenguaje C++. Esto dará lugar al primer estándar de intercambio, el IFC (Industry Foundation Classes). Hoy en día, a la IAI se le conoce como Building Smart.

Con la entrada del nuevo siglo, el uso de la metodología BIM comienza a expandirse entre los profesionales del sector. Tanto es así, que en el año 2000 la compañía Revit Technology Corporation desarrolló el software Revit. En 2002,

Autodesk compró Revit, marcando un gran punto de inflexión. En este mismo año, también fue creado el primer proyecto BIM, el cual, fue integrado en Finlandia.

Más recientemente, en 2003 las organizaciones Office of Chief Architect (OCA), Public Building Service (PBS) y General Services Administration (GSA) establecen el programa nacional 3D-4D-BIM en EE.UU.

A partir de 2006, se lleva a cabo el primer proyecto IPD (Integrated Project Delivery) en Estados Unidos. Un año más tarde, en 2007, la GSA (General Service Administration) en EE. UU y Senate Properties en Finlandia, crean las primeras pautas que hay que seguir para llevar a cabo un proyecto BIM (Seys, 2018).

Desde el 2010 en adelante, esta tecnología empieza a expandirse por Europa llegando a implantarse en países como España o Reino Unido. Pero no es hasta 2018, cuando España decide implantar el uso obligatorio de BIM en proyectos de licitaciones públicas de edificación.

Las empresas tecnológicas que incorporan software BIM en la actualidad son numerosas, encontrándonos entre las más destacadas: Autodesk, Arris, Tekla o AVEVA Solutions entre otras (Ilustración 4).



Ilustración 4. Distintas empresas actuales que trabajan con software BIM

2.3. Implantación del BIM

La evolución de la tecnología BIM en el proceso de diseño viene siguiendo una curva exponencial en los últimos años. La situación actual se podría resumir en que su implementación en Estados Unidos supera el 70%, mientras que en Europa oscila entre un 30%. En la Ilustración 5 podemos apreciar cual era la situación mundial de implantación BIM en 2016.

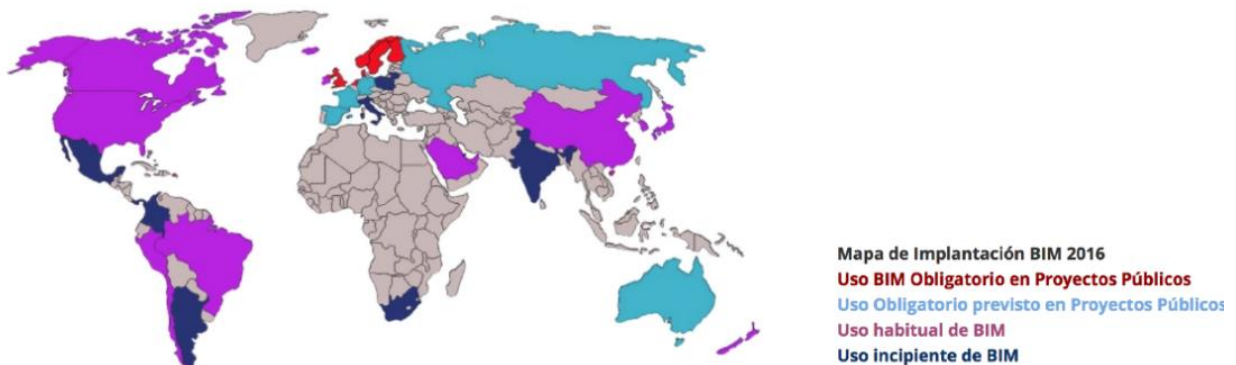


Ilustración 5. Mapa de implantación del BIM a nivel mundial en 2016

Fuente: (Cicle, Consultado el 15 de Agosto de 2020)

No obstante, se puede decir que EE. UU fue la pionera en implementar dicha metodología, ya que el 49% de las empresas de este país lo usaban para el año 2009. Sin embargo, Canadá tuvo que esperar hasta el año 2015 para imponer estándares BIM en su gobierno.

En cuanto a los países de Centroamérica y Sudamérica la implantación de esta metodología ha sido más lenta, aunque en países como Chile o Brasil, ya se hace un uso habitual del BIM.

En 2014, la Directiva Europea sobre contratación pública de la Unión Europea (EUPPD) (of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014) afirmó que todos los países pertenecientes a la UE (Unión Europea) debían de fomentar, precisar o imponer el uso de sistemas digitales en sus procesos de diseño y licitación de proyectos y obras para proyectos de construcción y de edificación financiados con fondos públicos en la UE para el año 2016 (Esdima, 2018).

Es a partir de esta directiva, cuando España se concienció y en 2015 el Ministerio de Fomento creaba la “Comisión BIM” la cual establece una hoja de ruta que convertirá el uso de BIM en obligatorio para toda licitación pública en dos fases: 17 de diciembre de 2018 en el caso de Licitaciones Públicas de Edificación, ampliándose el 26 de Julio de 2019 para Licitaciones Públicas de Infraestructuras (Cicle, Consultado el 15 de Agosto de 2020).

En un primer boceto realizado por parte de la Administración Pública bajo la supervisión del Ministerio de Fomento, Ministerio de Hacienda y otras Administraciones Públicas, se plantea la evolución de la implantación de la tecnología BIM tal y como muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Etapas de implantación BIM en España

Fuente: (Itec, Consultado el 12 de Agosto)

| | |
|----------------------------|---|
| Objetivo 2015-2016: | Consensuar un mandato BIM en Cataluña |
| Objetivo 2017: | Adopción de estándares IFC, guías, clasificaciones y procesos de entrega del modelo digital pensando en cada fase del proyecto constructivo, de su ejecución, del mantenimiento posterior y de su integración en la ciudad. Definición de unos protocolos comunes para la creación y definición de la información compartida entre los agentes orientados a la plena interoperabilidad entre las partes |
| Objetivo 2018: | Los equipamientos y las infraestructuras públicas de presupuesto superior a 2 M€ deberán producirse en BIM en las fases de Diseño y Construcción. Circunscribir este objetivo en proyectos de obra nueva. |
| Objetivo 2020: | Todos los equipamientos y las infraestructuras públicas deberán producirse en BIM en todas las fases: diseño – construcción – mantenimiento. Circunscribir este objetivo a todos los proyectos de obra nueva y rehabilitación. |

En la actualidad, algunos países como Dinamarca, Noruega, Reino Unido o Finlandia ya exigen aplicar BIM para todos los proyectos financiados con dinero público, mientras que en otros países como Francia desde el año 2017 es obligatorio para proyectos de más de 20M€.

2.4. Niveles del BIM

Cuando tenemos que implementar BIM en un proyecto de construcción, son muchas las alternativas que se nos ofrecen. Estas soluciones están contenidas en un diagrama conocido con el nombre de “Modelo de Madurez BIM”, creado por Mervyn Richards y Mark Bew, pudiendo apreciarlo en la ilustración 6.

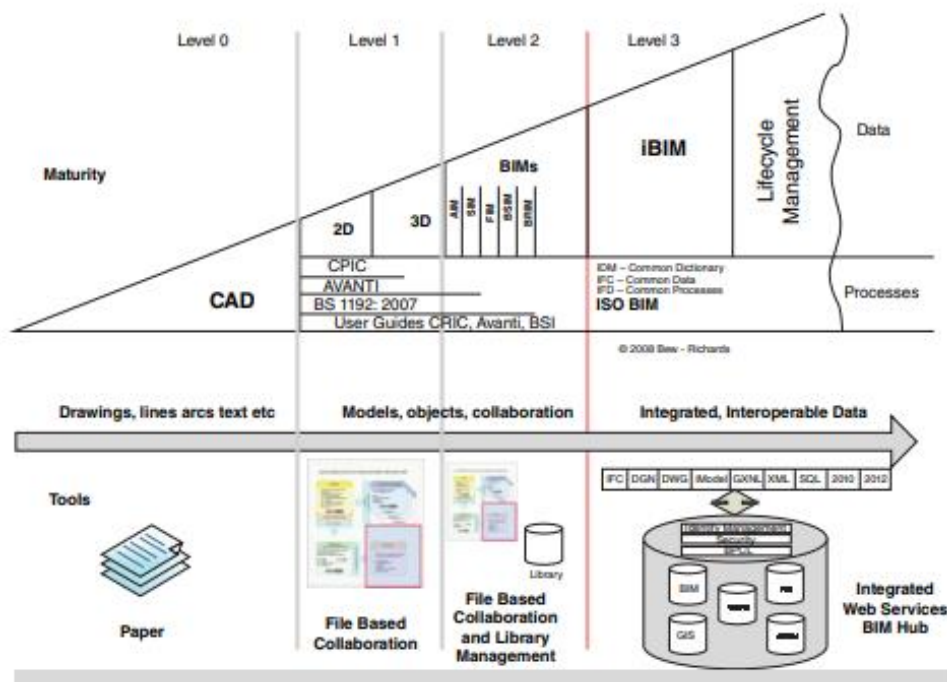


Ilustración 6. Diagrama de maduración en el diseño BIM

Fuente: (Eynon, 2016)

- **Nivel 0.** En este nivel, el diseño se hace de forma tradicional en 2D, abandonando cualquier tipo de medio digital. También se pueden utilizar bocetos en 3D. Es decir, nos encontramos con dibujos y documentos en papel.
- **Nivel 1.** Esta etapa relaciona el trabajo con objetos en 3D. Estos objetos se desarrollan de forma virtual gracias al empleo de algún software de diseño. No obstante, en este nivel se sigue trabajando con representaciones en 2D, siempre y cuando estas tengan algo que ver con el modelo 3D. La colaboración es parcial.
- **Nivel 2.** En este punto, ya nos olvidamos del 2D. Ahora, lo que ocurre es que se combina y se comparte toda la información. Es decir, todos los profesionales se unen en red con el fin de representar e integrar todos los aspectos en el

modelado. Por otra parte, se introduce el 4D (parámetros temporales) y el 5D (costes del modelo).

- **Nivel 3.** Este nivel es la meta final. El objetivo primordial es alcanzar la plena integración de los datos, no solo entre los miembros de una organización, sino, entre distintas empresas. Esto se obtiene mediante el uso de un modelo compartido en común. De esta manera, la historia de una obra puede estar bajo control en todo momento, pudiendo ser modificada en cualquier momento por cualquier agente que tenga que ver con el proyecto.

No obstante, los niveles de madurez BIM no tienen nada que ver con las dimensiones de los datos del modelo de las estructuras. Como ya se ha mencionado, la dimensión 4D hace referencia al tiempo, 5D a los costes, 6D a la sustentabilidad del proyecto y, por último, 7D a la gestión a la que está destinada la construcción cuando ésta esté finalizada (Biblus, Consultado el 16 de Agosto de 2020). La Ilustración 7, muestra de una forma más esquemática lo que se acaba de mencionar.



Ilustración 7. Esquema de la evolución de la gestión del proyecto

Fuente: (Biblus, Consultado el 16 de Agosto de 2020)

2.5. Niveles de detalle y niveles de desarrollo (LOD)

El acrónimo LOD significa actualmente “Level of Development”, que hace referencia al nivel de desarrollo en el modelado, aunque en sus orígenes, significaba “Level of Detail”, nivel de detalles, ya que su objetivo principal era la cantidad de detalles incluidos en el modelo y no la calidad de estos. La encargada de modificar este término fue la AIA (American Institute of Architects) puesto que para ellos no solo la cantidad de detalles era lo importante para definir un modelo, sino que también, la calidad de estos detalles jugaba un papel fundamental.

A continuación, veremos y explicaremos la aplicación práctica de los niveles de desarrollo en el diseño. La siguiente información ha sido obtenida de (Imasgal, 2020).

- **LOD 100.** Es el nivel más básico. Consiste en un diseño más conceptual, el cual nos aporta una visión general de nuestro proyecto con datos como altura, orientación o área.
- **LOD 200.** En este nivel la visión aún sigue siendo general, pero en este caso, podemos obtener más información como magnitudes, forma, localización o tamaño. Aunque las mediciones son una aproximación, su función es el incremento de la capacidad de análisis.
- **LOD 300.** La diferencia con los niveles anteriores ya comienza a ser más que considerable. Pues bien, en este nivel la información y la geometría del modelo ganan en precisión, a falta de definir algún detalle constructivo. Las mediciones continúan sin ser exactas, aunque son bastante más precisas que en el nivel anterior.
- **LOD 350.** Es equivalente al anterior, aunque en este caso se incluye la detección de interferencias entre distintos elementos. Éste fue establecido por la AIA ya que existían algunos vacíos entre el LOD 300 y el LOD400 en términos constructivos. Su finalidad principal es completar los detalles constructivos pendientes del LOD 300 incluyendo información tanto comercial como de proveedores de los elementos que se van a emplear en el proyecto.

- **LOD 400.** Una vez aquí, se puede garantizar que el nivel de detalle necesario para la ejecución de la obra está más que detallado. Las cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación tienen un nivel de detalle completo. En este nivel las mediciones son exactas. Además, se puede considerar la información relativa a la fabricación, montaje y de la instalación.
- **LOD 500.** Consiste en la última etapa de desarrollo. El proyecto terminado cuenta con toda la información necesaria para utilizarlo adecuadamente y las diferentes operaciones a realizar durante su vida útil. Recoge los datos mencionados en el nivel anterior, la transmisión real de los materiales utilizados, la fecha de inicio y el vencimiento de la garantía de la instalación.

Actualmente, debido al documento G202 en el cual se le permite al usuario la creación de nuevos niveles LOD, han comenzado a surgir nuevos niveles como el LOD 600 o LOD 700.

➤ **LOD 600.** A diferencia del anterior, la forma geométrica del elemento objeto no está definida en detalle, pero en cambio si lo están sus condiciones de reciclaje, tales como materiales propios, vida útil, toxicidad, distancia al punto de fabricación/ reciclaje, peso y volumen, métodos de traslado y desmontaje, etc. Se basa principalmente en información no gráfica vinculada al proyecto.

En la Ilustración 8 podemos apreciar algunos de los distintos tipos de niveles descritos anteriormente.

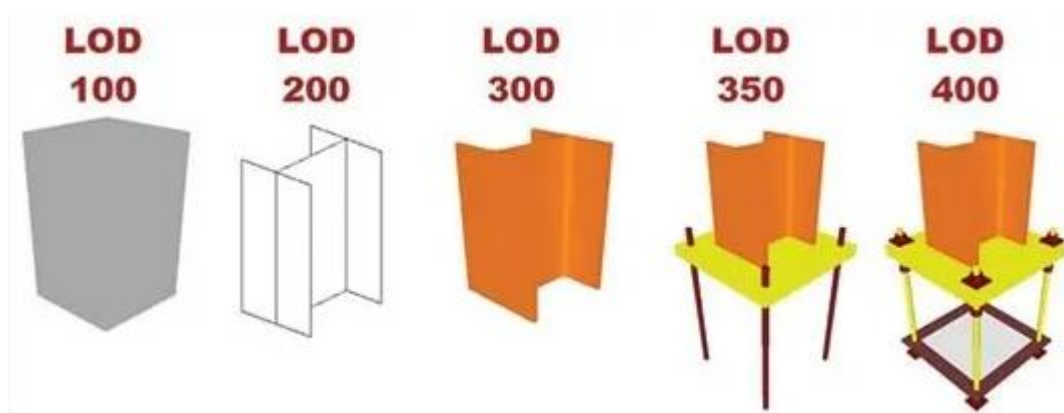


Ilustración 8. Representación de los distintos niveles LOD

Fuente: (Imasgal, 2020)

2.6. Ventajas y desventajas de trabajar con BIM

Hoy en día, como ya hemos visto anteriormente son tantas las ventajas de trabajar con esta metodología que la forma de modelado tradicional se está convirtiendo en una opción prácticamente nula. Pero por muy bueno que esto parezca, no hay que olvidar que este nuevo campo tiene tantos inconvenientes y limitaciones como ventajas.

En este punto veremos y compararemos tanto las ventajas como las desventajas que tiene usar la metodología BIM.

2.6.1. Ventajas del BIM

De acuerdo con (Cicle, Consultado el 15 de Agosto de 2020) y (Esdima, 2018), la metodología BIM presenta las siguientes ventajas:

- Nos brinda la conveniencia del trabajo en equipo, así como el trabajo interdisciplinario, facilitando los trabajos y proyectos con diferentes integrantes y distingue bien las tareas, agentes involucrados y los elementos que se deben llevar a cabo sobre el proyecto o la obra en sí. Por otro lado, nos proporciona una buena experiencia de usuario multidisciplinar, lo cual es una ventaja porque su implementación y métodos de trabajo son muy útiles.
- Nos permite verificar las interferencias y pasos dados sobre la obra, para comprobar los errores y evaluar el proyecto de forma analítica, sabiendo siempre si hay algo fallido, algún problema o alguna situación que pueda entorpecer el proyecto o estropear la obra en sí. Por lo tanto, esto es muy importante de cara a la satisfacción del cliente, ya que encontrar los problemas a tiempo y controlar bien el proyecto es muy importante para la obtención de buenos resultados.
- BIM permite procesar documentos y modelar información en 3D y 2D, a la misma vez que te permite utilizar ambos formatos al mismo tiempo de manera interrelacionada, brindando así una experiencia más completa y

ayudándote a tener una visión más precisa y completa del proyecto desde cualquier ángulo, formato o plano I. Esto hace que podamos detectar errores de una manera más fácil, e incluso nos permite editar después de exportar el archivo o después de mostrárselo al público.

- Con respecto a los modelos tradicionales y al trabajo de arquitecto o diseño arquitectónico de toda la vida, una de las principales ventajas es el poder modelar una obra o construcción de forma digital y controlarla o evaluarla desde un programa de software, ahorrándote mucho tiempo, errores, problemas, etc. Y al final, todo ello se convierte en dinero, que es lo más importante para el cliente.
- Otra ventaja más es la contención de información, atributos, detalles, características o datos de la construcción a modelar. Esto facilita enormemente la documentación del proyecto, y al mismo tiempo nos permite planificar el presupuesto u otro tipo de detalles antes de presupuestar.
- Por último, debemos destacar que con BIM podemos verificar el terreno geográfico, los impactos energéticos, la iluminación y otro tipo de elementos, lo cual es fundamental y muy útil para llevar a cabo proyectos sostenibles con un buen desempeño energético.

2.6.2. Desventajas del BIM

Es cierto, que vistas las ventajas anteriormente descritas podríamos pensar que esta metodología es perfecta, pero la realidad es otra, ya que como se puede observar a continuación gracias a la información aportada por (Esdima, 2018) y (Coloma Picó, 2008) las desventajas son numerosas:

- Uno de los primeros inconvenientes a destacar es que no cualquier trabajador o estudiante está dotado de la información suficiente como para poder utilizar este tipo de metodología. Por lo tanto, la necesidad de formación y aprendizaje es una gran limitación.

- Por otro lado, hoy en día en el mercado no todas las empresas han dado el salto a lo digital y al uso de BIM, por lo que su integración aún no es total y seguirá habiendo empresas con distintas metodologías optando por otros programas, formatos o incluso otros métodos manuales y tradicionales.
- También, podemos comentar como un inconveniente más que, en muchas empresas, sus plataformas y gestión de equipos no son tan efectivas, y por lo tanto, exigir siempre el uso de computadoras y software específico puede no ser una muy buena opción ya que esto también tiene costos y limita a los profesionales el uso de la herramienta.
- Pero sin lugar a duda, el mayor inconveniente de implantar esta metodología es el dinero, ya que por muchas ventajas que se obtengan, no todas las empresas pueden afrontar el desembolso que éste supone.

2.7. Software Revit (Autodesk)

Dentro de todas las opciones disponibles a la hora de utilizar la metodología BIM para el modelado 3D que se quiere presentar en este TFG, vamos a considerar el software Revit de Autodesk (versión 2019) .

Revit es una aplicación informática de dibujo asistido por ordenador capaz de diseñar elementos de un modelo paramétrico, basado en objetos inteligentes y en 3D.

Para hablar de esta aplicación tenemos que remontarnos al año 1997, cuando Leonid Reiz junto con Irwin Jungreiz fundaron una empresa llamada Charles River Software con el fin de cubrir la necesidad de una plataforma de modelado paramétrico en el campo de la arquitectura. Es cierto, que inicialmente no fue un gran éxito debido a sus amplias limitaciones en el ámbito funcional, sin embargo, fue uno de los primeros intentos de crear una herramienta paramétrica de software para arquitectura (Gómez Fernández, 2013).

Fue en 1999, cuando el proyecto adquiere el nombre de Revise Instantly, actualmente conocido como Revit. Esto hace que el nombre de la empresa en ese momento pase a ser el de Revit Technology Corporation.

En 2002, la empresa empieza a formar parte de Autodesk que decidió mantener el desarrollo en paralelo de esta herramienta junto con el de AutoCAD Architecture, software que ofertaba en ese momento.

La forma en la que trabaja Revit se basa en un único archivo en el que está incluida toda la información del proyecto, desde las vistas hasta las bibliotecas de objetos para paramétricos. Se trata de un software orientado hacia la tecnología de modelos de información, contando para ello con una estructura interna muy coherente en la que cualquier elemento del proyecto es tratado de manera similar. Por otro lado, está dotado de una interfaz gráfica de parametrización que le permite modelar cualquier elemento independientemente del uso que se le vaya a dar (Coloma Picó, 2008).

La clave del éxito del programa fue el hecho de que a medida que se modela el edificio, el modelo de construcción paramétrico capta información sobre el desarrollo del proyecto de construcción de otros dibujos y documentos (Gómez Fernández, 2013).

Ese tránsito es posible gracias a su motor de transmisión de los cambios en tiempo real, a través del cual un cambio efectuado en una vista es transmitido al resto de forma instantánea. Esto se debe a que dichas representaciones no son generadas con posterioridad, sino que se trata de vistas dinámicas dentro de la base de datos global.

A su vez consta de otras dos aplicaciones que derivan de esta, se trata de Revit MEP (Revit Mechanical, Electrical & Plumbing) y Revit Structure, especializadas en la generación de objetos de instalaciones y estructurales respectivamente (Coloma Picó, 2008).

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO A CONSTRUIR

3.1. Localización de la parcela

Para escoger la ubicación sobre la que construir el estadio hemos tenido en cuenta diversos factores como la proximidad de principales vías de acceso, orografía, ubicación respecto al centro de la ciudad, a parte de los requisitos que se piden para el levantamiento de un estadio de fútbol sala, los cuales vienen recogidos en las normas NIDE (Normativa sobre instalaciones deportivas y para el esparcimiento).

Finalmente, la construcción del estadio se llevará a cabo en la periferia del municipio de Quesada, que cuenta actualmente con 5.303 habitantes. El terreno seleccionado forma parte de la parcela rústica nº138 del polígono 18, del Paraje “Cortijo Matarratones”, con número postal 23480. La parcela tiene una extensión de 18.469 m², aunque la porción de terreno seleccionada según las herramientas de Catastro tiene aproximadamente 10.521,28 m². Esta información ha sido facilitada por el ayuntamiento de Quesada.

La Ilustración 9 nos muestra donde se encuentra la ubicación del terreno con respecto al centro de la localidad y la distancia entre ellas.



Ilustración 9. Localización de la propuesta del terreno para la construcción

Fuente: (Google maps, Consultado el 15 de Agosto de 2020)

Como podemos observar en la Ilustración 10, la parcela tiene una excelente accesibilidad, ya que justamente queda en medio de la A-315 que es la carretera principal que conecta el municipio de Quesada con otros municipios y provincias siendo el más cercano el municipio de Peal de Becerro, y, por otro lado, también tiene conexión con la A-322 cuya carretera tiene acceso directo con el municipio de Cazorla. Ambas vías quedan aproximadamente a 0.5 min de la parcela y a esto podemos sumarle, que, al tener ambos accesos, podemos evitar la incomunicación que se podría producir en caso de que alguna estuviese bloqueada.



Ilustración 10. Conexión de la parcela con las vías A-315 y la A-322

Fuente: (Google maps, Consultado el 15 de Agosto de 2020)

Las siguientes Ilustraciones 11 y 12 muestran una mejor visualización de la zona donde proyectaremos el estadio, pudiendo observar que el terreno está completamente plano, lo cual nos facilita la ejecución del proyecto.



Ilustración 11. Situación del proyecto con referencias locales

Fuente: (Google maps, Consultado el 15 de Agosto de 2020)

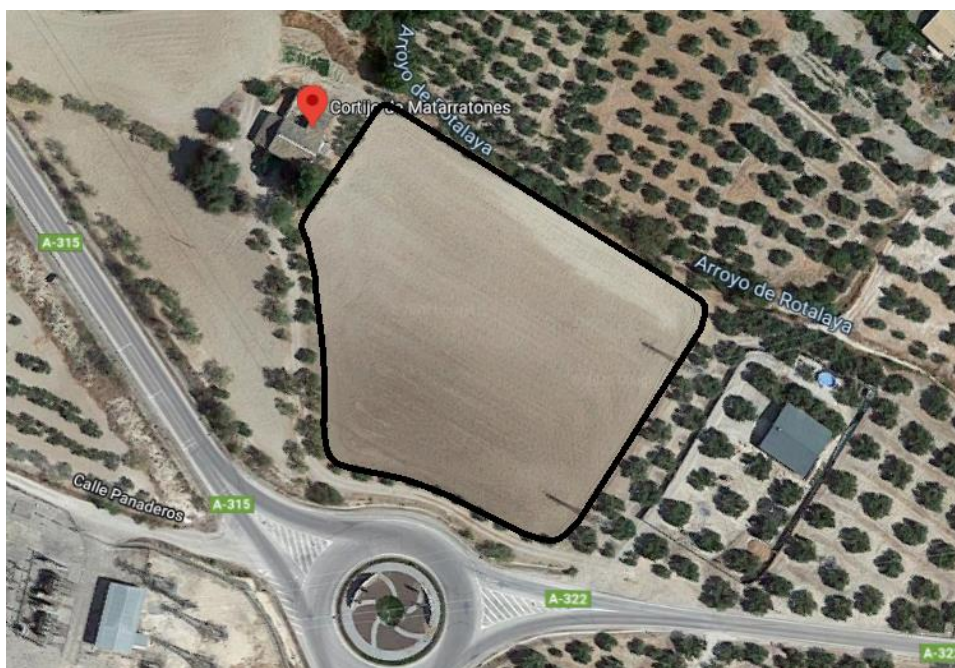


Ilustración 12. Emplazamiento real del proyecto

Fuente: (Google maps, Consultado el 15 de Agosto de 2020)

En la Ilustración 13 se puede diferenciar en color azul el contorno de la parcela vista desde el mapa de referencias catastrales.

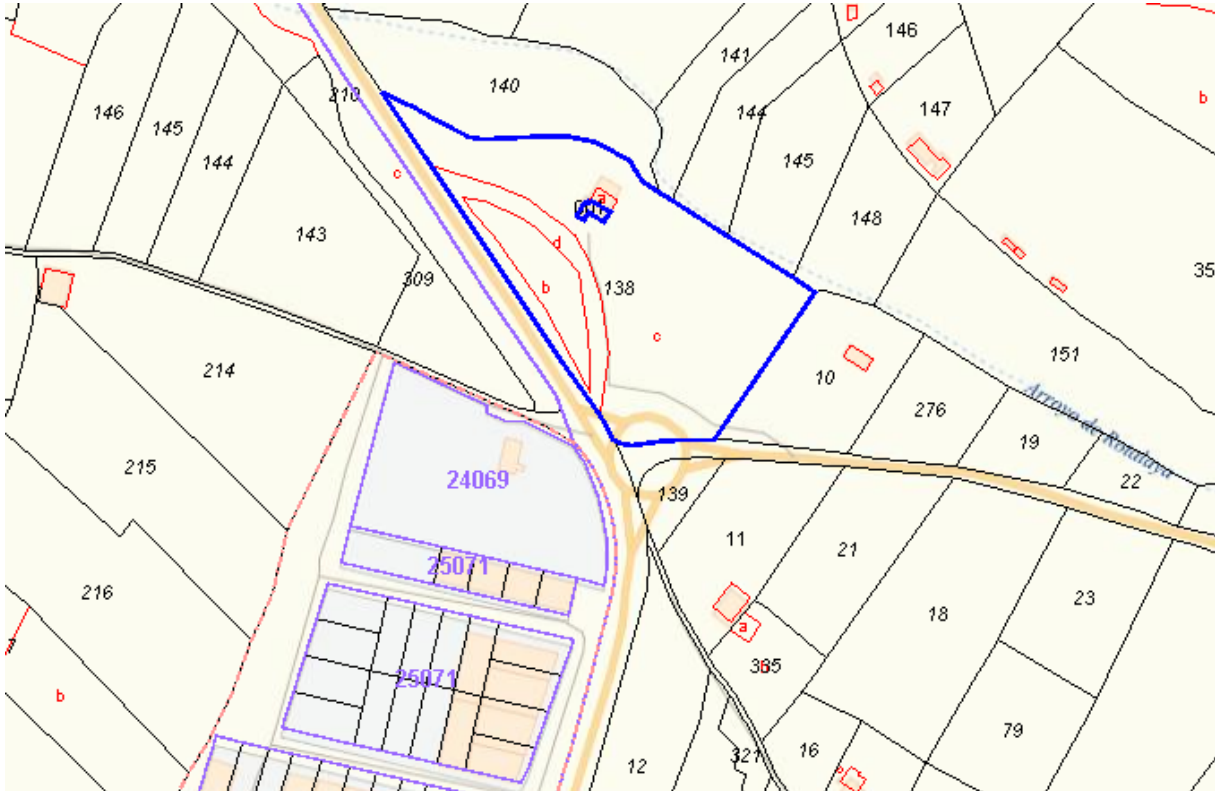


Ilustración 13. Plano de referencias catastrales

Fuente: (Ministerio de hacienda y función pública, y dirección general del catastro, Consultado el 16 de Agosto de 2020)

3.2. Necesidades y requerimientos del proyecto

Son muchos los requerimientos que hacen falta a la hora de levantar una construcción de tal envergadura. Por lo tanto, para la elección del terreno nos hemos basado en los criterios del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del municipio de Quesada y en las características de los terrenos establecidas en las normas NIDE (Normativa sobre instalaciones deportivas y para el esparcimiento). A continuación, se exponen dichas necesidades:

- Situación interior o próxima a zonas verdes públicas, para que el ambiente y el paisaje sean apropiados.
- Fácil acceso a pie y por carretera, así como proximidad al transporte público. Si el complejo se destina al uso diario, debe tener proximidad a los alojamientos de los futuros usuarios. Se consideran las distancias máximas siguientes:
 - Dos kilómetros para peatones, equivalentes a treinta minutos andando, máximo para el acceso a pie desde los puntos más alejados de su zona de influencia, tanto para el uso de la población como del deporte de competición.
 - Cuatro kilómetros para acceso en transporte público y para ciclistas en zonas urbanas.
 - Ocho kilómetros para acceso en transporte público y ciclistas en zonas rurales.
- Se valora muy positivamente que exista una ruta alternativa en caso de que la principal estuviese bloqueada.
- Existencia de superficie para aparcamiento proporcional a la previsión de usuarios (deportistas y espectadores), siendo los requerimientos de 1 plaza/20 usuarios, con una previsión de superficie de 12-30 m² por plaza, con reserva para el personal de la instalación, bicicletas, autobuses (1 plaza/200 espectadores) y para personas con movilidad reducida 1 plaza/200 usuarios (deportistas y espectadores) o bien 1 plaza/50 plazas

o fracción y como mínimo dos, con unas dimensiones mínimas de 5.00 m por 3.60 m por plaza.

- Buenas condiciones de salubridad, esto es, zonas fuera del alcance de los humos u olores provenientes de la industria, su polución atmosférica y de grandes vías de circulación. De acuerdo con el Reglamento de Actividades Insalubres, molestas, nocivas y peligrosas, se separará la parcela 2.000 m de zonas con peligro de explosiones, radiaciones, incendios o combustibles próximos, gases, polvos o emanaciones tóxicas, etc. Se evitarán también los focos molestos productores de ruido, polvos, gases, olores, nieblas y vibraciones, aunque no perjudiquen la salud humana, separando la parcela 500 m de estas zonas.
- La parcela ha de estar urbanizada y localizada dentro del municipio Quesadeño. Además, se requiere la existencia de servicios tales como agua potable, electricidad, conexión a internet y alcantarillado.
- Terrenos con posibilidad de futuras ampliaciones del estadio.
- Terrenos lo suficientemente llanos evitando un movimiento de tierras voluminoso.
- Terrenos con un grado de compactación suficiente, evitando los de deshecho o echadizo que obligan a realizar costosas obras de cimentación.
- La porción de parcela escogida ha de tener como mínimo 113 m de largo por 80 m de ancho, haciendo un total de 9.040 m² que es la superficie total de nuestro proyecto. Aquí ya estaría todo incluido, desde la pista de fútbol, vestuarios, enfermería, gimnasio, restaurante, etc., hasta los aparcamientos.

3.3. Justificación urbanística y ordenación legal

Para la construcción de nuestro proyecto debemos cumplir todos los requisitos impuestos por el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del municipio. Éste establece la ordenación del territorio en su ámbito por medio de la regulación del uso del suelo, su clasificación y régimen aplicable, y la definición de los elementos fundamentales del sistema de equipamientos del municipio.

El documento anterior puede ser consultado por cualquier persona, ya que está disponible en la página web del municipio o en caso de no encontrarlo, también se puede hallar en incasur.sl.com, los cuales te lo facilitan por medio del correo electrónico.

PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE QUESADA



Normas Urbanísticas

Ilustración 14. Plan general de ordenación urbana de Quesada

Fuente: (Incasur ingenieros y arquitectos, Consultado el 16 de Agosto de 2020)

De acuerdo con el Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Quesada, la ordenación de las nuevas edificaciones en la zona de estudio, una parcela de unos 10.522 m², propiedad del Ayuntamiento y terreno calificado como industrial, en la que se enclava el área de actuación del presente proyecto, teniendo como base la clasificación de Sistemas Generales, y siendo su clasificación pormenorizada la de Equipamientos Comunitarios, debe atenderse a los siguientes parámetros urbanísticos básicos. En la Tabla 2, expuesta a continuación, podremos ver lo anteriormente citado y los datos que representan nuestro proyecto.

Tabla 2. Comparación del Plan General de Ordenación Urbanística del municipio de Quesada con los requerimientos del proyecto

Fuente: (Incasur ingenieros y arquitectos, Consultado el 16 de Agosto de 2020)

| | | <i>PLAN DE ORDENACIÓN MUNICIPAL</i> | <i>PROYECTO</i> |
|----|--------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Frente mínimo de parcela | 30 m | 62 m |
| 2 | Altura máxima a la cornisa | 9 m | 9 m |
| 3 | Superficie mínima de parcela | 1.500 m ² | 9.040 m ² |
| 4 | Ocupación máxima de la parcela | 90% | 48,95% |
| 5 | Altura máxima a la cumbre | 15 m | 15 m |
| 6 | Altura mínima planta | 3 m | 3 m |
| 7 | Número máximo de plantas | 1 sótano + 3 plantas | 2 plantas |
| 8 | Separación mínima a linderos | 5 m | >5m |
| 9 | Separación mínima a la calle | 5 m | >5m |
| 10 | Vuelo máximo | Libre sin invadir las separaciones anteriores | No invade las separaciones anteriores |

Una vez comparadas las características del proyecto con las limitaciones urbanísticas municipales, podemos observar que el proyecto no se opone a ninguna condición de obligado cumplimiento en la ordenación municipal de Quesada, por lo que urbanísticamente es válida su construcción.

3.4. Descripción de la solución adoptada

El estadio se ubicará en una parcela completamente plana de grandes dimensiones a las afueras del municipio de Quesada, cuya distancia al centro de la ciudad será de 3.5 km. Al estar sumergido sobre un terreno rodeado de vegetación, esto permite crear un ambiente óptimo tanto para el público como para los jugadores y, a su vez, se evita la contaminación acústica generada por un proyecto de tal envergadura.

La parcela cuenta con 18.469 m² permitiéndonos proyectar los 9.040 m² de superficie requerida para el estadio y quedando terreno sobrante para futuras ampliaciones o mejoras.

La distribución del estadio se basa en proyectos semejantes, encontrando distintos niveles, los cuales van desde la cimentación que se encuentra a -2 m de profundidad, hasta la cumbrera que está a 15 m sobre el suelo, siendo la altura máxima de cada planta de 3 m. La distribución será la siguiente:

- Planta baja: 1 Vestuario local, 2 WC Femeninos, 2 WC Masculinos, 1 Tienda, 1 Sala de reuniones, 4 Taquillas, 1 Sala de musculación, 1 Enfermería, 1 Vestuario visitante, 3 Almacenes, 1 Vestuario de árbitros, 1 Campo de juego y los distintos pasillos que bordean el campo y por los cuales se accede a las distintas habitaciones del estadio.
- Primera planta: 2 Bares, 4 Gradas, 3 Oficinas y 1 Sala de trofeos

Para el modelado del estadio en todo momento se tendrán en cuenta los factores de prevención de riesgos colocando extintores, luces de emergencia, señalización de salida de emergencia, carteles de prohibido fumar, etc. en cada habitáculo, y también, nos centraremos en la parte de personas con discapacidad, facilitándoles elevadores de acceso a las gradas, baños adaptados a sus limitaciones, aparcamientos, etc.

Para el acceso al estadio, se habilitaron dos vías con conexión directa a las carreteras principales que rodean el estadio, pudiendo llegar en vehículo desde cualquier punto. Para el acceso a pie, se dispondrá de un carril peatonal que permitirá a cualquier persona llegar a pie desde el centro de la ciudad. Para la protección del peatón se insertarán vallas de madera a lo largo de todo el recorrido.

El estadio contará con 105 aparcamientos para coches, 10 para motos, 4 para minusválidos, 32 para bicicletas y 8 para autobuses, adaptándonos en todo momento a las necesidades requeridas vistas anteriormente para un aforo máximo de 1056 espectadores. También podremos disponer de dos paradas de autobús, permitiendo a los ciudadanos de Quesada acceder al estadio sin necesidad de llevar su propio vehículo.

Pese a no ser objetivo de este proyecto el ejecutar los cálculos estructurales del estadio, en todo momento se intentará que sea una simulación a la del proceso general de diseño de un estadio de semejante magnitud.

Los perfiles de acero seleccionados para pilares, vigas o los paneles de la cubierta principal no serán calculados, pero serán perfiles lo bastante grandes como para creer que puedan soportar dicha construcción. En el presupuesto final que obtengamos, se deberá tener en cuenta esto, ya que los costes serán más elevados que si hubiésemos cogido los perfiles apropiados.

Los distintos componentes y mobiliario utilizados serán cargados de la librería que nos ofrece Revit. Otros se modelarán en archivos paralelos al principal y algunos otros se obtendrán de internet, por medio de la página <https://www.cadblocksfree.com/>.

4. METODOLOGÍA DESARROLLADA

A la hora de desarrollar el modelado, la duda que se nos presentó era qué software utilizar. A pesar de los muchos programas que hay actualmente, algunos de los más sonados son Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD o Nemetschek Allplan entre otros.

La opción seleccionada finalmente para el desarrollo del modelo digital fue el programa Revit de Autodesk. La elección de éste se debe a que es un software de amplio uso en estudios de ingeniería y arquitectura. A esto hay que añadirle que Revit ofrece una versión gratuita para estudiantes además de los conocimientos previos que poseíamos sobre él.

Otros programas utilizados que nos han sido de gran ayuda para el desarrollo del proyecto han sido Microsoft Word, a la hora de redactar el proyecto, Microsoft Excel para la realización de cálculos, tablas, etc., Paint 3D de cara a la manipulación o edición de imágenes, PDF Creator para la proyección de los planos, AutoCAD para la creación de las porterías, Presto para la elaboración del presupuesto y, finalmente, Microsoft PDF a la hora de generar el documento final el cual, recoge todo el proyecto.

Todos los programas mencionados fueron ejecutados en todo momento por un ordenador HP Pavilion 15 Notebook PC del 2015.

Una vez dentro del modelado del proyecto, trabajamos en dos modelos distintos, pero a su vez complementarios: estructural y arquitectónico. Inicialmente, nos centramos en el modelado de la parte estructural, con la ayuda de rejillas y niveles, que van a delimitar las dimensiones de la construcción. Posteriormente, introdujimos los elementos propios de una estructura como son las zapatas, pilares, vigas, etc. Para la referencia de éstos utilizamos el nombre de la familia que tenían por defecto en la biblioteca de Revit o el nombre asignado a la familia en la página donde fueron descargados.

Concluido el modelado estructural, comenzamos con el modelado arquitectónico. Para ello, se copiaron los niveles estructurales y se enlazaron ambos modelos, partiendo así de una base sobre la que poder trabajar. A esto, le siguió la distribución de elementos propios de una arquitectura: muros exteriores, muros

cortina, ventanales, etc. Para referencial los modelos utilizados se empleó el mismo método que en el caso anterior.

El levantamiento de la construcción fue siguiendo un proceso ascendente a nivel de detalle, es decir, al comienzo del modelado, nos centramos en controlar el espacio y la interacción entre los elementos utilizados, y más tarde, tras la implantación armónica de estos, la calidad y cantidad de información conocida sobre estos fue aumentando.

Por último, se puede apreciar el resultado de la obra por medio de una visualización renderizada, que, junto con los planos, tablas de planificación y presupuestos generados por el programa, permiten al cliente hacerse una idea globalizada del resultado final del proyecto.

5. MODELADO DEL PROYECTO

En este punto describiremos el modelado del estadio, siendo este apartado la primera etapa de cualquier proyecto BIM.

La mayoría de las ilustraciones mostradas en este punto son propias, excepto algunas, en las cuales citaremos la fuente de la que provienen.

5.1. Interfaz de usuario de Revit

A la hora de comenzar con el modelado, es imprescindible conocer las distintas opciones que nos presenta la interfaz de esta aplicación, utilizando para su explicación la Ilustración 15. En ella, podemos observar claramente por una parte una zona amplia, la cual está destinada al modelado en 3D, y, por otro lado, las barras de herramientas, la cuales pueden ser colocadas al gusto del usuario.

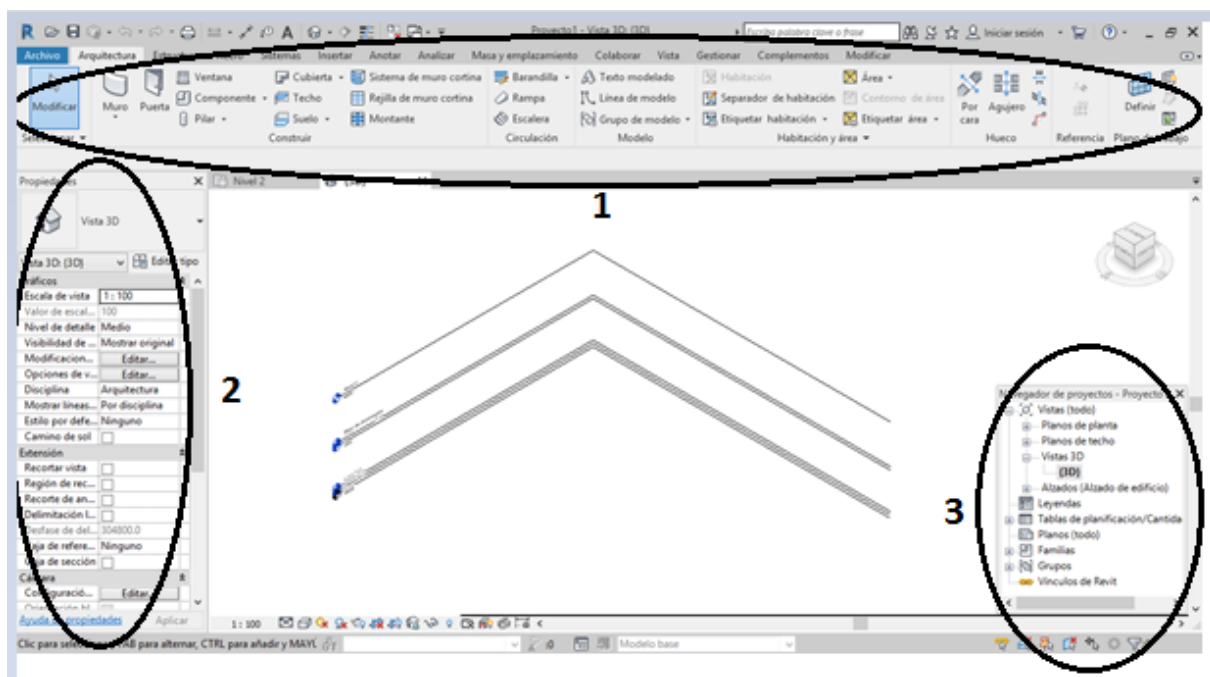


Ilustración 15. Interfaz de usuario donde se destacan las barras de herramientas más importantes

Las funciones más importantes destacadas en la Ilustración 15 son:

1. **Barra de opciones:** Como podemos apreciar, está dividida en varias pestañas, y, a su vez, cada una de éstas equivale a un menú independiente donde se nos ofrecen diferentes partes del modelado. Algunos de los menús mostrados son el de Arquitectura que permite

modelar elementos tales como muros, ventanas, techo, etc., o el de Vista, en el cual tenemos distintas opciones a la hora de visualizar nuestro modelado.

- 2. Barra de propiedades:** La función principal de esta sección es la modificación del elemento seleccionado, desde sus restricciones hasta datos de identidad. En el caso de no haber escogido ningún elemento, la función de esta barra es modificar las distintas opciones de la vista seleccionada en ese momento.
- 3. Navegador de proyectos:** En este apartado, se le ofrece al usuario la elección de la vista que éste desee utilizar en cada momento. El diseñador tiene a su alcance tanto las vistas de planta, techo, hasta una visualización en 3D.

5.2. Modelado estructural

El modelado se encuentra dividido en dos fases distintas, el modelado estructural y modelado arquitectónico. Inicialmente, se comenzó por la parte estructural, la cual está compuesta por los diferentes niveles detallados a continuación.

5.2.1. Niveles

Los niveles son elementos 3D visibles en vistas intersecantes con extensiones de nivel, permitiéndonos delimitar las diferentes plantas de nuestra construcción. La mayoría de los elementos de construcción, entre ellos suelos y vigas, se hospedan en los distintos niveles y otros como pilares o muros, se encuentran restringidos por ellos.

En este caso, como podemos observar en la Ilustración 16, los niveles van desde la cimentación, la cual podemos encontrar a -2 m de altura, hasta la cumbrera, cuya altura es de 15 m sobre el nivel del suelo.

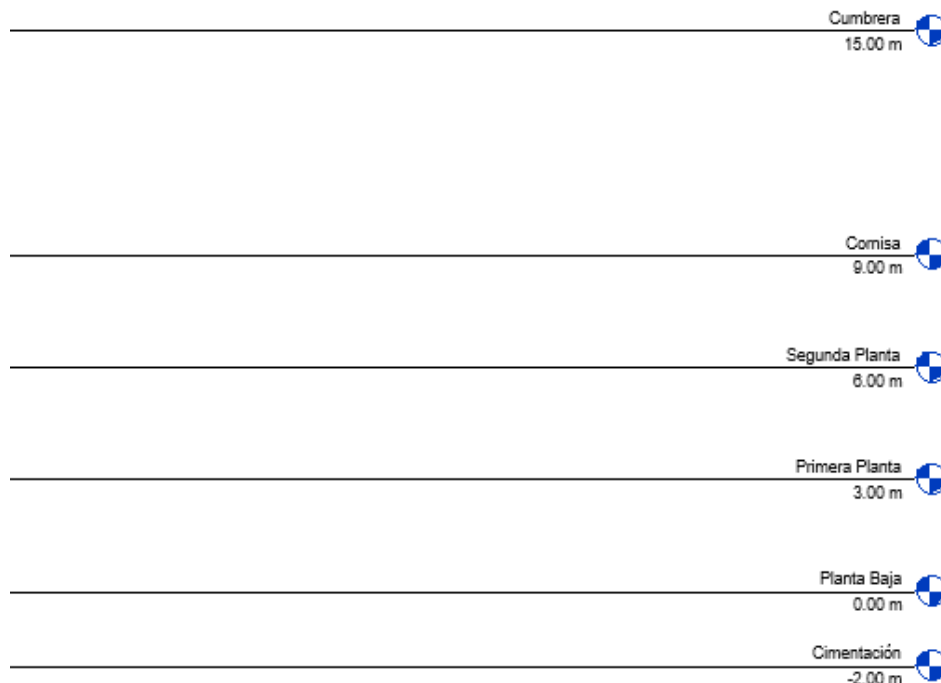


Ilustración 16. Niveles de referencia y sus cotas correspondientes

5.2.2. Rejillas

La función principal de éstas es servir como referencia a la hora de colocar las zapatas y demás elementos estructurales.

En nuestro caso, la colocación fue la siguiente:

Como vemos en la Ilustración 17, se colocaron 18 rejillas en vertical, con separación de 3 m, yendo éstas desde la 3 hasta la 21. A esto hay que sumarle 4 rejillas (dos en cada extremo) las cuales equidistan 2 m entre sí, yendo desde la 1 a la 3 y desde la 21 a la 23.

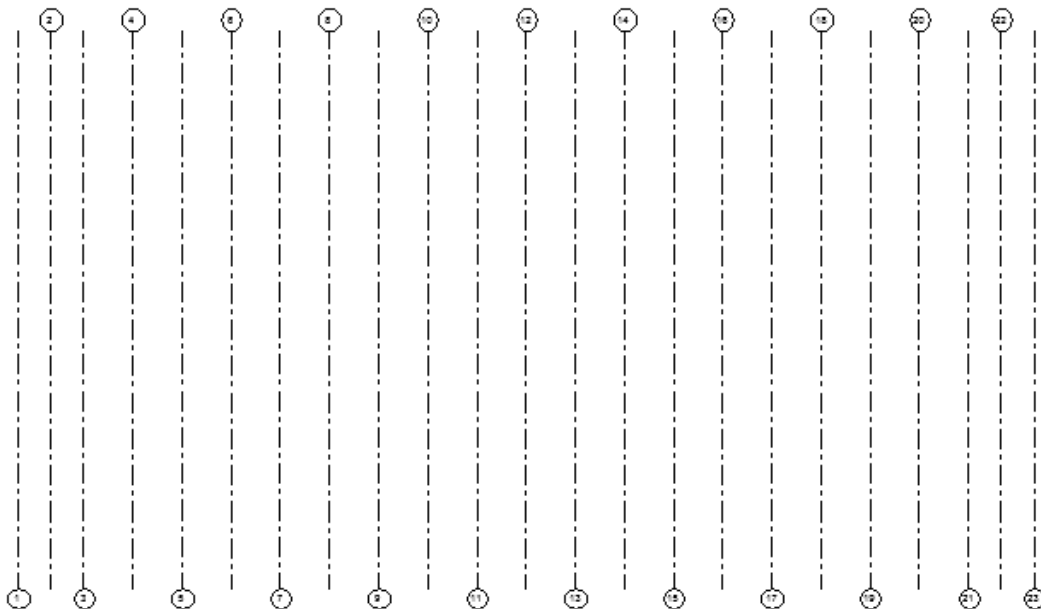


Ilustración 17. Colocación de rejillas verticales

Por otro lado, en horizontal encontramos 11 rejillas las cuales equidistan por 3 m entre todas ellas, yendo estas desde la letra A hasta la K, como se puede apreciar en la Ilustración 18.

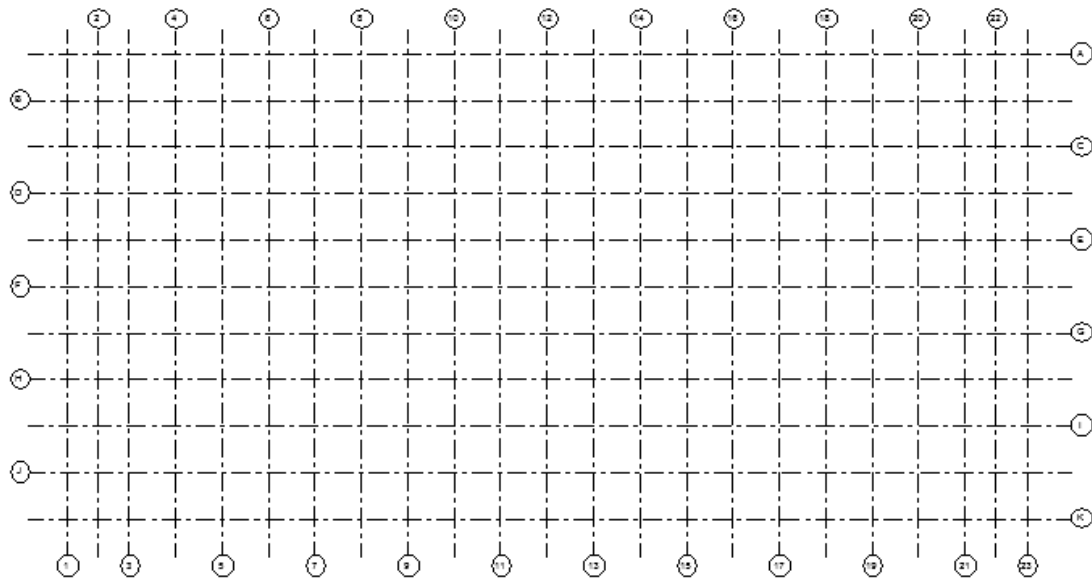


Ilustración 18. Colocación de rejillas horizontales

5.2.3. Zapatas

Apoyándonos sobre las rejillas, comenzamos la colocación de las zapatas combinadas, es decir, zapatas con vigas de atado, colocándolas en el nivel de cimentación.

Las zapatas utilizadas se obtuvieron de la biblioteca de Revit (Zapata-Rectangular de Hormigón armado moldeado in situ HA-30), distribuyendo una de 2400 x 1800 x 450 mm en la parte que soportará la envoltura del estadio y una de 1800 x 1200 x 450 mm para la parte correspondiente a oficinas, vestuarios, etc., es decir, la parte interior del estadio (Ilustración 19).

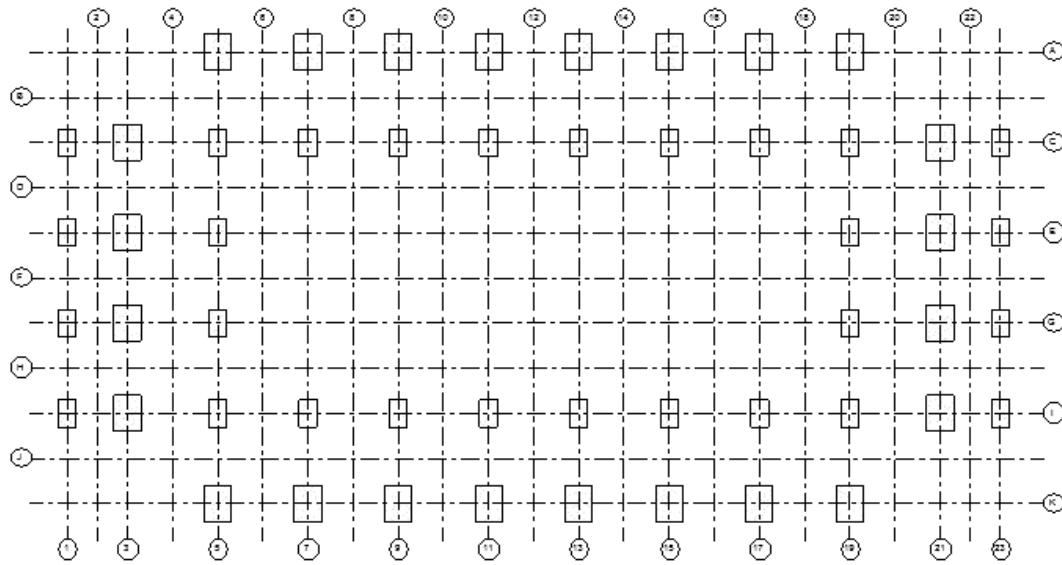


Ilustración 19. Colocación de las distintas zapatas

Para garantizarnos una mayor estabilidad en la cimentación, combinamos las zapatas con vigas de atado. Las vigas de atado utilizadas fueron vigas de hormigón armado rectangular moldeado in situ, de 300 x 600 mm cómo se puede observar en la Ilustración 20.

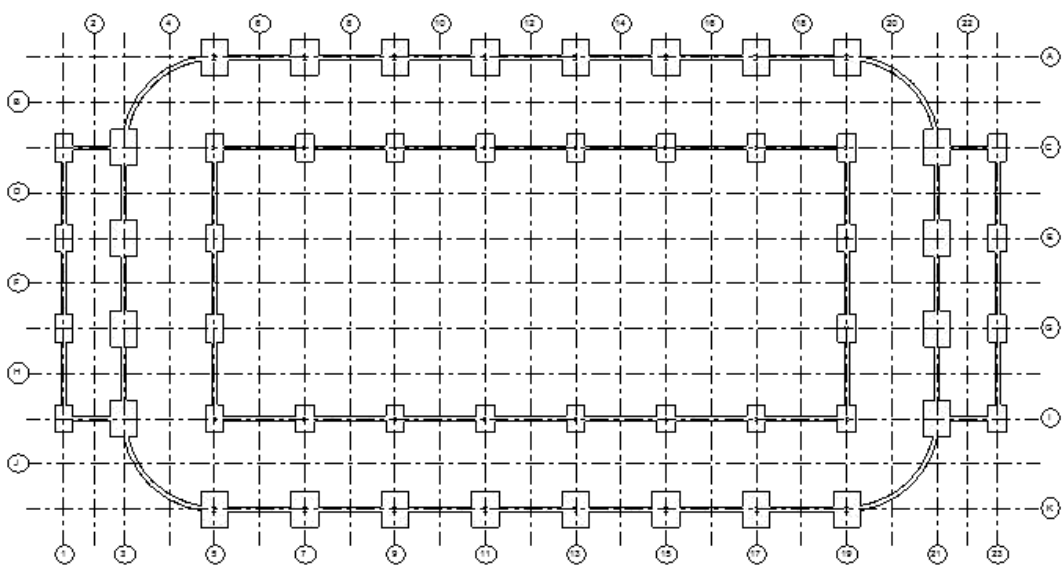


Ilustración 20. Colocación de las vigas de atado

5.2.4. Pilares

Para la colocación de los pilares no tuvimos en cuenta los cálculos estructurales, ya que no son el objetivo de este proyecto. Por lo tanto, los pilares seleccionados en este apartado no son los óptimos.

Los perfiles utilizados fueron un “HEB 300 de acero 45-345” para los pilares que van desde el nivel de cimentación hasta la cornisa, siendo su longitud total de 11 m (Ilustración 21), un “HEB 300 de acero 45-345” para los que van desde la cimentación hasta la segunda planta, con una altura de 8 m, estando éstos colocados en los extremos del estadio, donde encontramos oficinas, taquillas o sala de reuniones entre otras (Ilustración 22). Y por otro último, el perfil de los pilares colocados para el resto de las instalaciones tales como vestuarios, enfermería, gimnasio, etc., fue un “HEB 200 de acero 45-345”. Estos últimos se encuentran en la parte interior del estadio, yendo desde el nivel de cimentación hasta la primera planta, con una longitud de 5 m (Ilustración 23).

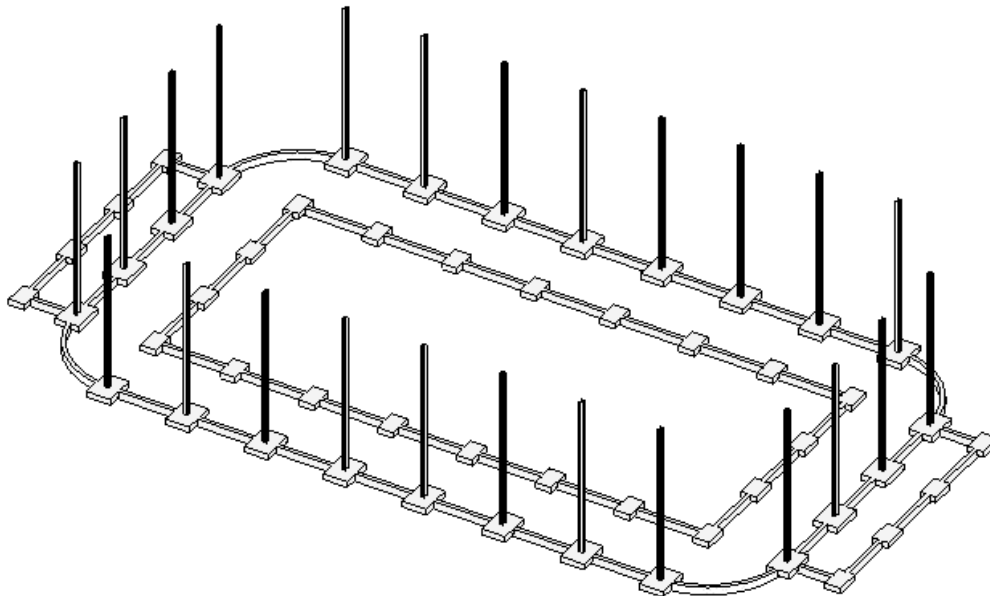


Ilustración 21. Pilares de la parte envolvente al estadio

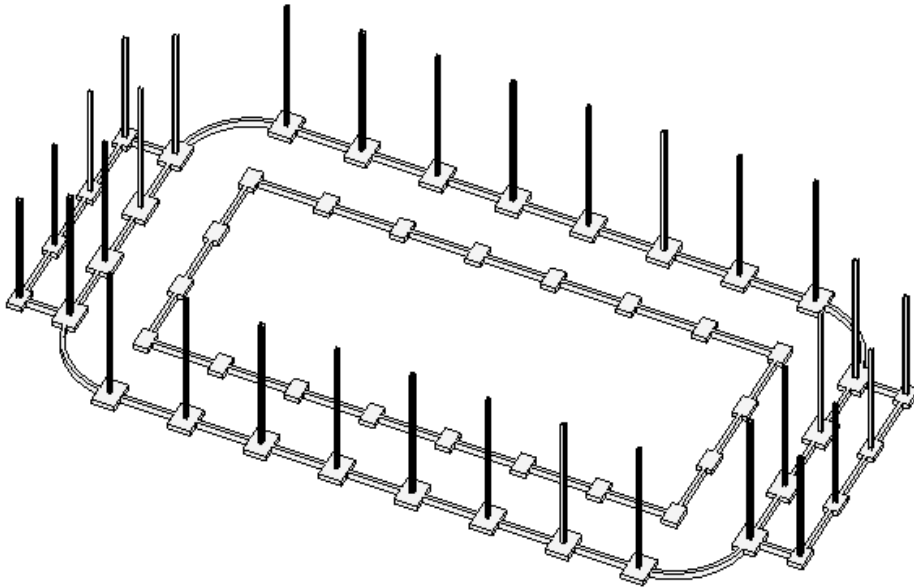


Ilustración 22. Pilares de los extremos del estadio

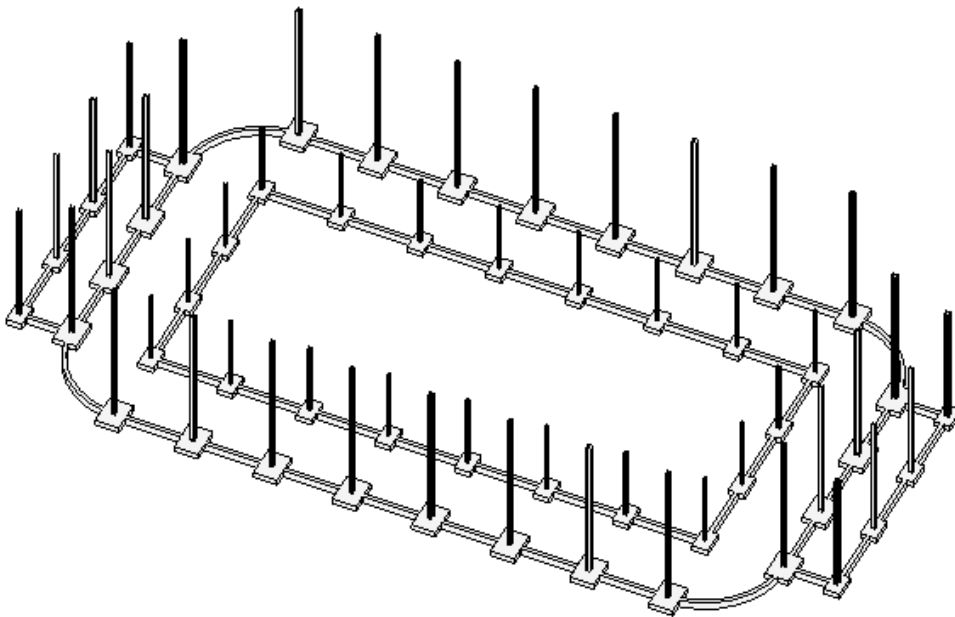


Ilustración 23. Pilares de la parte interior del estadio

5.2.5. Vigas de atado

En cuanto al modelado de las vigas de atado, seleccionamos una “IPN 200 de acero 45-345” la cual tuvimos que cargar previamente de la librería que nos ofrece Revit. La intención de estas vigas junto con un atado a los pilares es resistir el peso de las gradas, y, por otro lado, nos permite colocar el techo de las distintas plantas. En la Ilustración 24 se puede ver como quedarían las vigas unidas a los pilares.

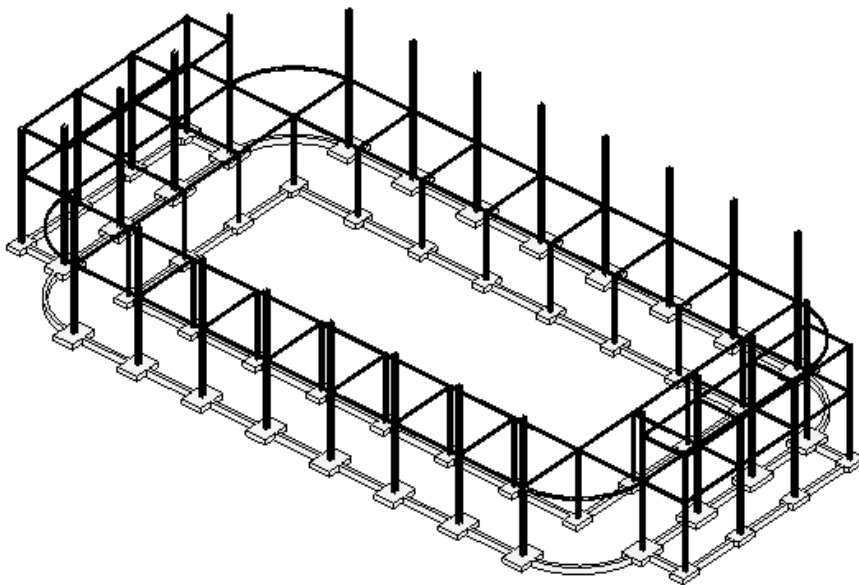


Ilustración 24. Instalación de las vigas de atado

5.2.6. Suelo estructural

Para concluir el modelado estructural, se modeló el suelo del estadio, el cual se ubicó sobre el nivel de la planta baja.

En las propiedades del suelo estructural aparecía una serie de distintos materiales, y el seleccionado finalmente fue un “Suelo de hormigón in situ de 225 mm de grosor” (Ilustración 25).

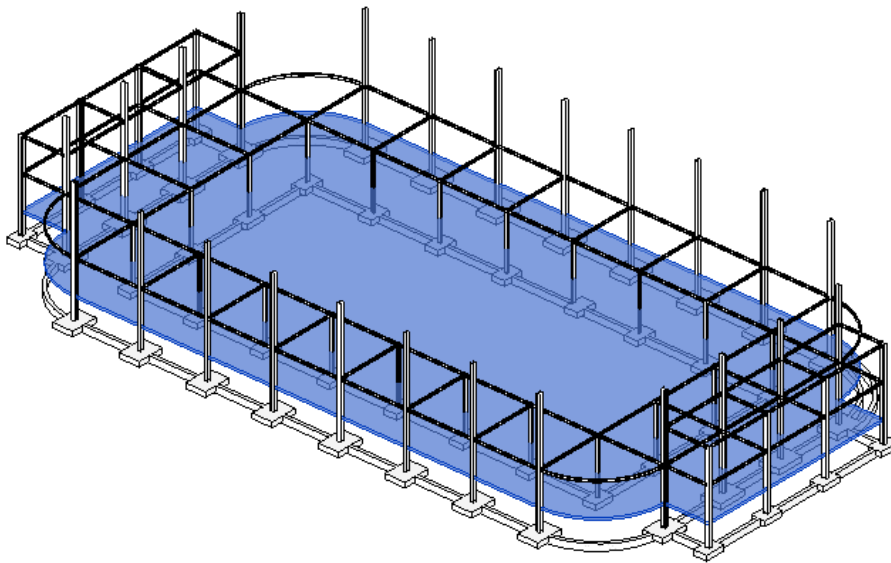


Ilustración 25. Proyección del suelo estructural del estadio

5.3. Modelo arquitectónico

En el modelo arquitectónico lo que hicimos fue introducir los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad deseada, es decir, todos los elementos funcionales de la construcción.

Inicialmente, vinculamos este nuevo modelo con el anterior, logrando de esta manera, aplicar al modelo arquitectónico cualquier modificación realizada en el modelo estructural. Para ello, nos dirigimos a la barra de opciones y seguidamente seleccionamos “Insertar” y “Vincular Revit” (Ilustración 26).

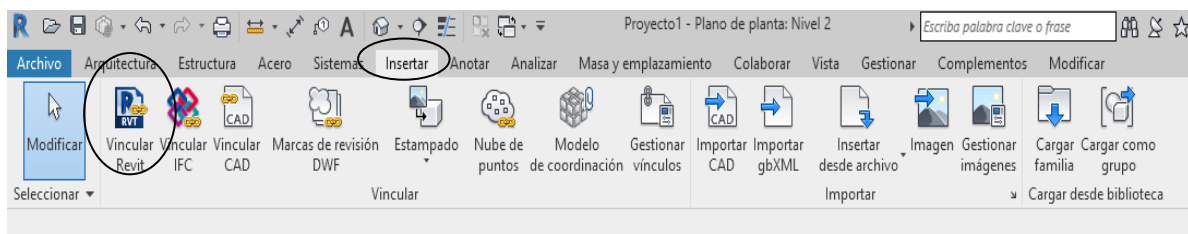


Ilustración 26. Vinculación del modelo estructural con el arquitectónico

5.3.1. Muros y techos

Los muros utilizados para la parte exterior del estadio fueron bloques de hormigón armado prefabricado de 6 m de largo, 3 m de alto y 300 mm de grosor, los cuales irán desde la planta baja hasta la primera planta (Ilustración 27) y a su misma vez, otros sobre estos que van desde la primera hasta la segunda planta (Ilustración 28).

En la Ilustración 29 podemos observar como están colocados los últimos bloques que van desde la segunda planta hasta la cornisa. Para el modelado de estos últimos, se seleccionó la opción de muro cortina, con la idea de convertirlos en cristaleras posteriormente.

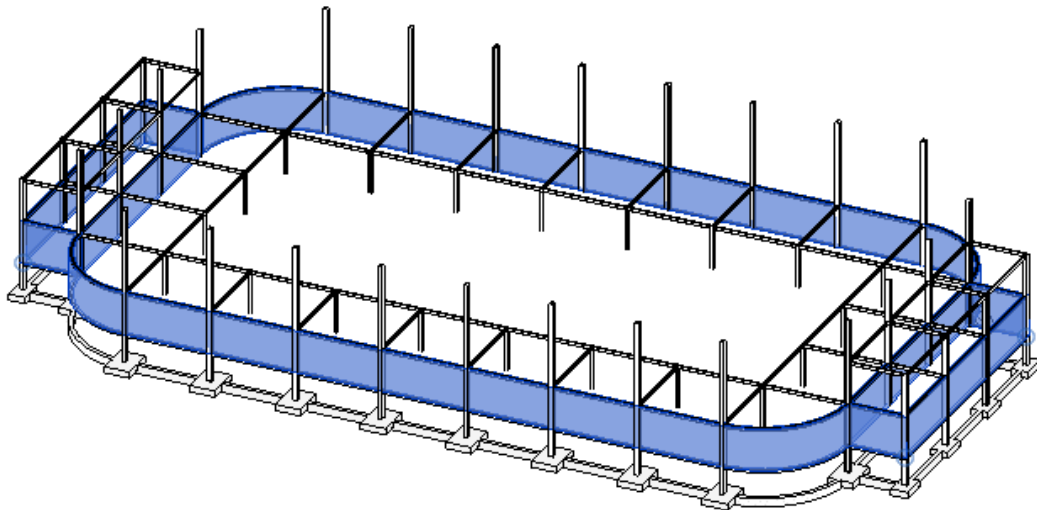


Ilustración 27. Nivel 1 de los muros exteriores

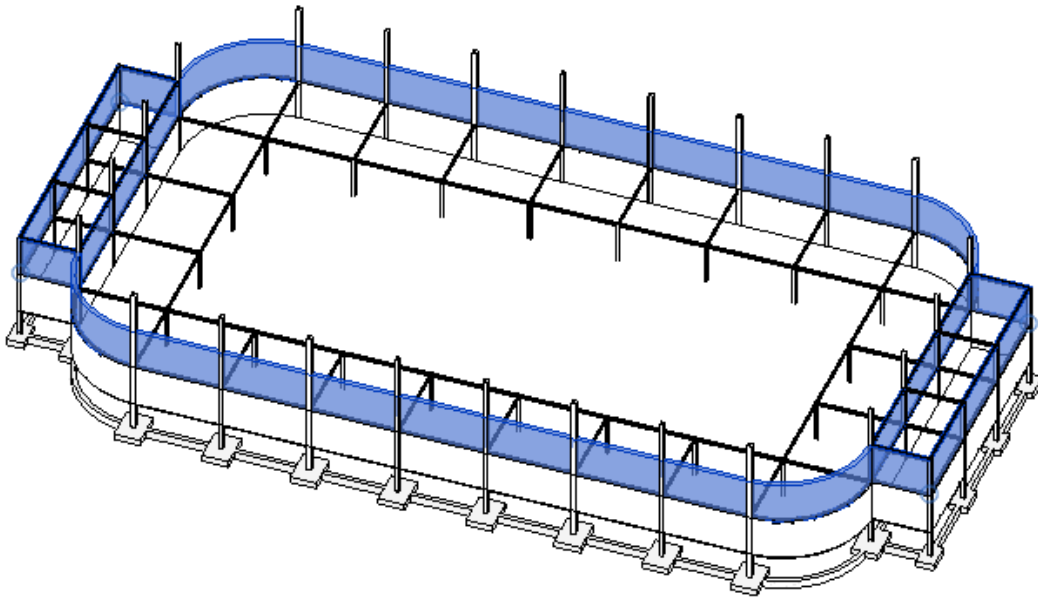


Ilustración 28. Nivel 2 de los muros exteriores

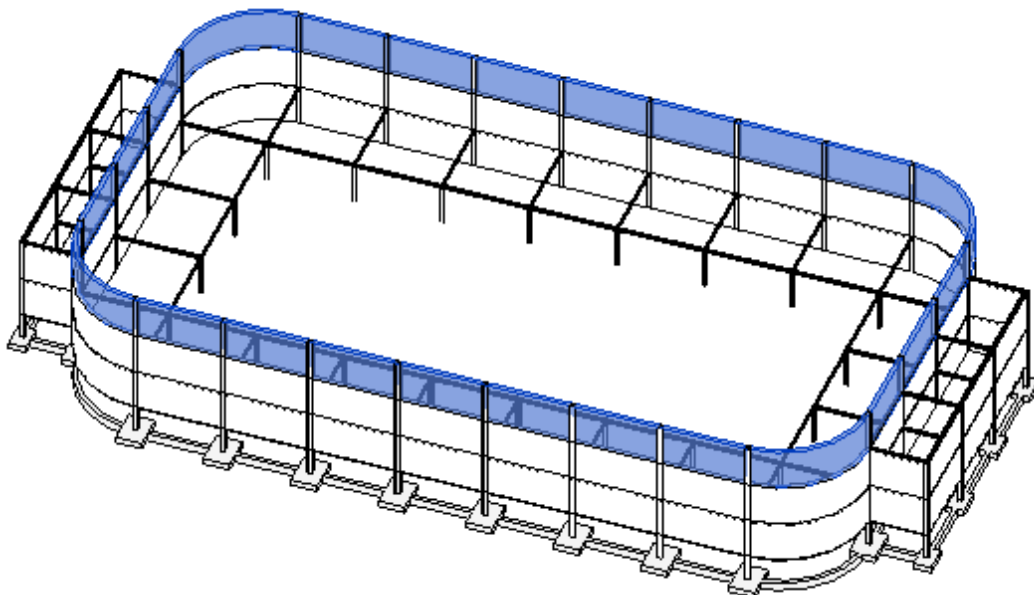


Ilustración 29. Nivel 3 de los muros exteriores

Por otra parte, la familia que se escogió para levantar los muros interiores fue un muro básico genérico de 220 mm.

Los primeros muros interiores que levantamos fueron los que rodean la zona del terreno de juego y donde van colocados los banquillos, dejando un hueco de 2 m en el centro de ambas caras principales para poder acceder a los pasillos que rodean el estadio y a los vestuarios de los jugadores (Ilustración 30).

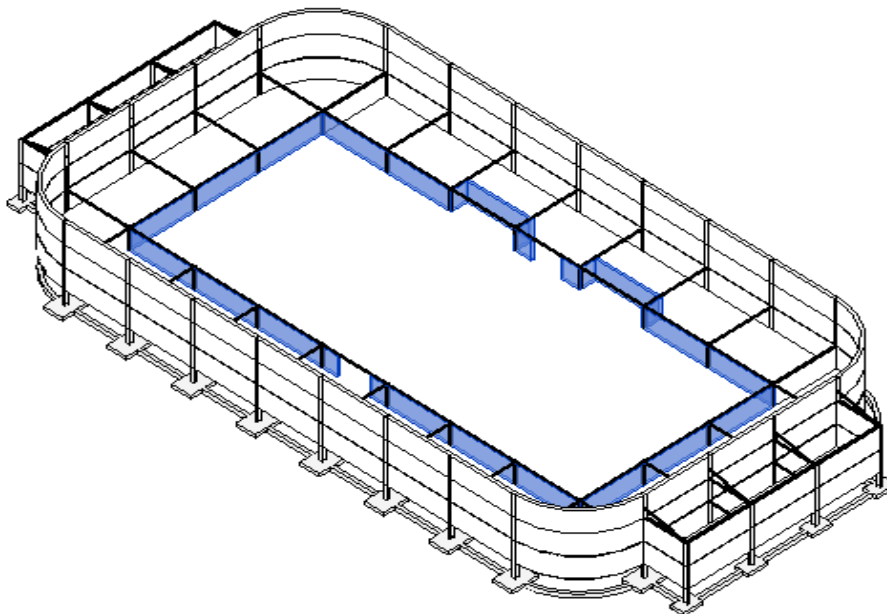


Ilustración 30. Muros interiores que rodean la zona del terreno de juego

A continuación, levantamos los muros de la planta baja los cuales delimitan baños, oficinas, salones de reuniones, enfermería, etc., como se aprecia en la Ilustración 31, quedando ésta distribuida como se muestra en la Ilustración 32.

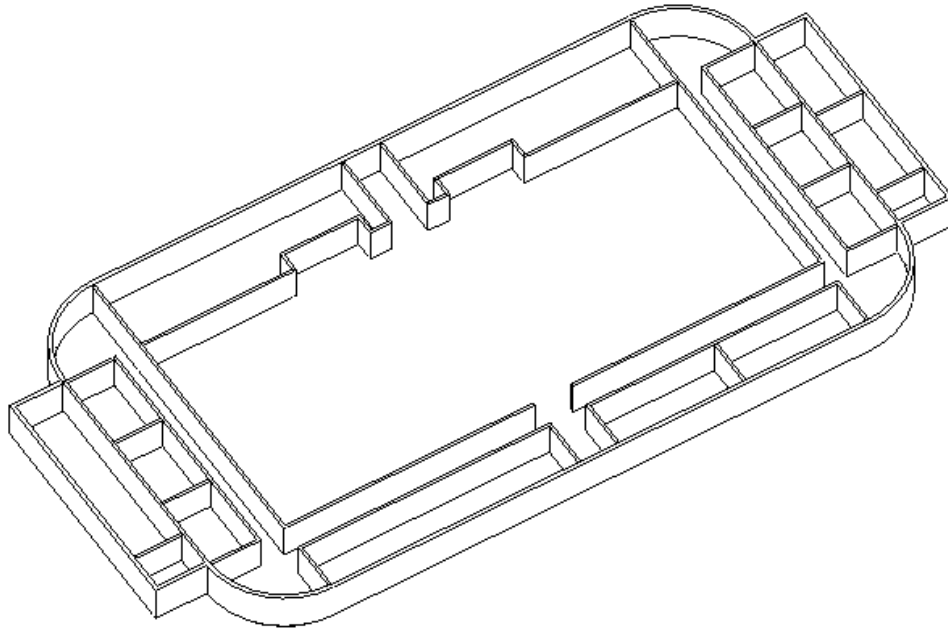


Ilustración 31. Levantamiento de muros interiores de la planta baja

- 1→Vestuario Local
- 2→ WC Femenino 1
- 3→ Tienda
- 4→ WC Masculino 1
- 5→ Sala de Reuniones
- 6→ Taquilla 1
- 7→ Sala de Musculación
- 8→ Vestuario Árbitros
- 9→ Almacén 1
- 10→Taquilla 2
- 11→ Almacén 2
- 12→ Almacén 3
- 13→ WC Masculino 2
- 14→ Enfermería
- 15→ WC Femenino 2
- 16→ Vestuario visitante
- 17→ Zona de Campo
- 18→ Pasillos

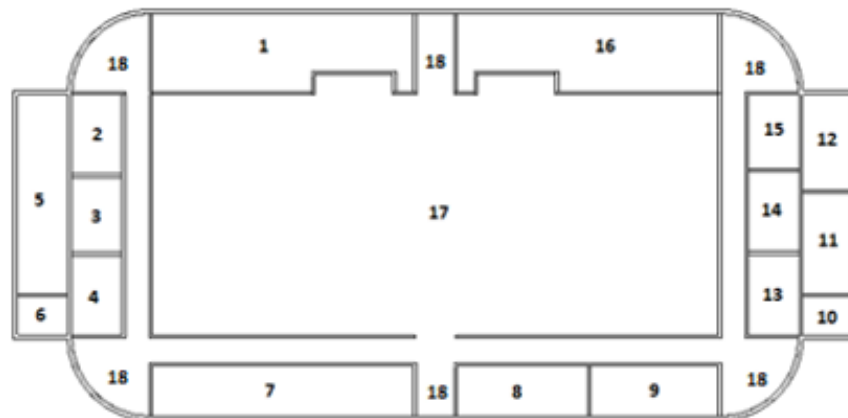


Ilustración 32. Distribución de las distintas salas en la planta baja

Por lo tanto, para poder hacernos una idea del modelado hasta el momento, en la Ilustración 33 se puede apreciar una vista 3D con un estilo visual algo más realista.

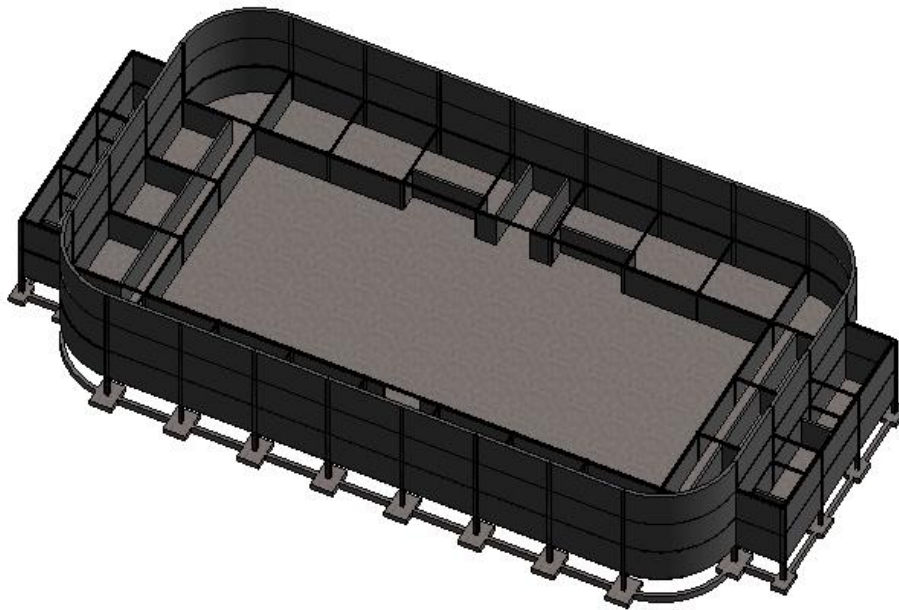


Ilustración 33. Vista 3D del modelado de los muros hasta el momento

Tras levantar los muros de la planta baja, se procedió al modelado de los techos, colocando un “techo compuesto simple”. Sobre éstos posteriormente, se colocó el suelo, donde encontraremos las gradas, y en los salientes, estarán los bares, oficinas, etc., ambas familias fueron cargadas de la biblioteca de Revit (Ilustración 34).

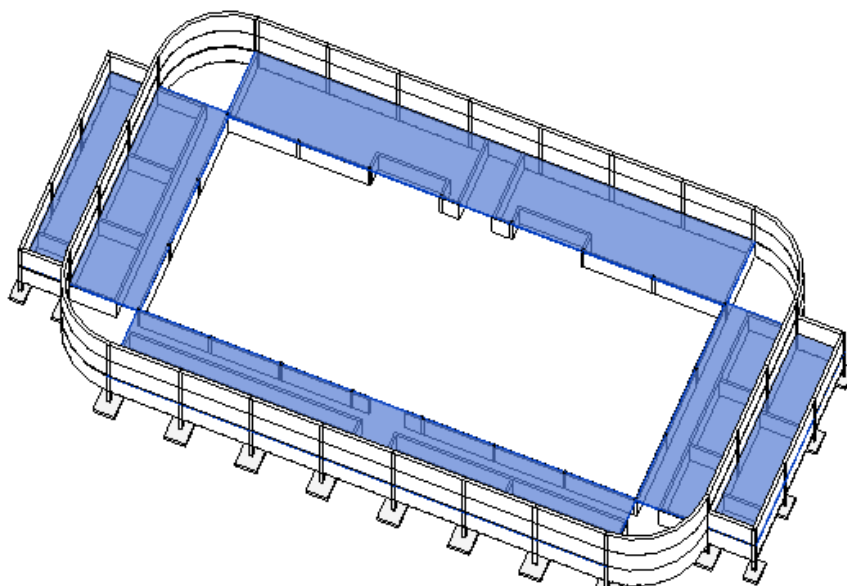


Ilustración 34. Techos de la planta baja

Sobre el suelo de la primera planta se levantaron los muros que llegan hasta la segunda planta (Ilustración 35), quedando la primera planta distribuida finalmente como muestra la Ilustración 36.

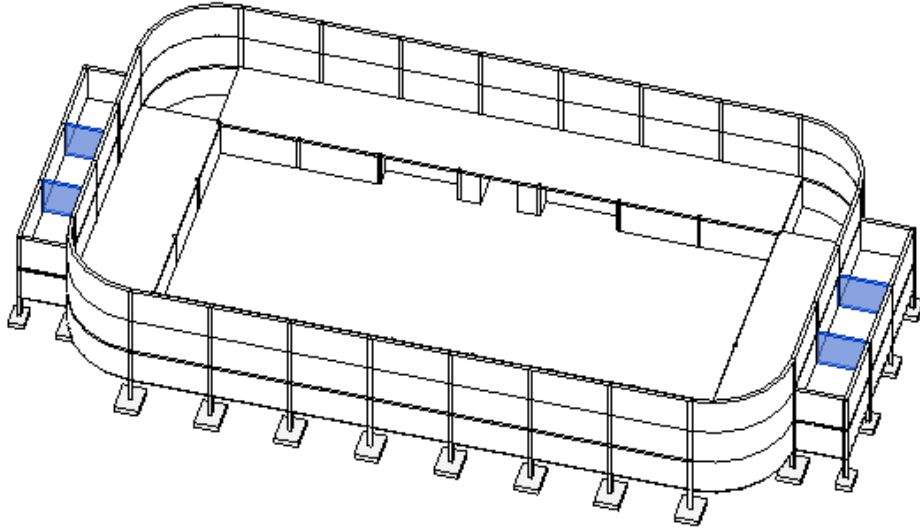


Ilustración 35. Muros interiores primera planta

- 1. Grada norte
- 2. Grada oeste
- 3. Grada sur
- 4. Grada este
- 5. Oficina 1
- 6. Bar 1
- 7. Oficina 2
- 8. Oficina 3
- 9. Bar 2
- 10. Sala de Trofeos
- 11. Pasillos
- 12. Zona de Campo

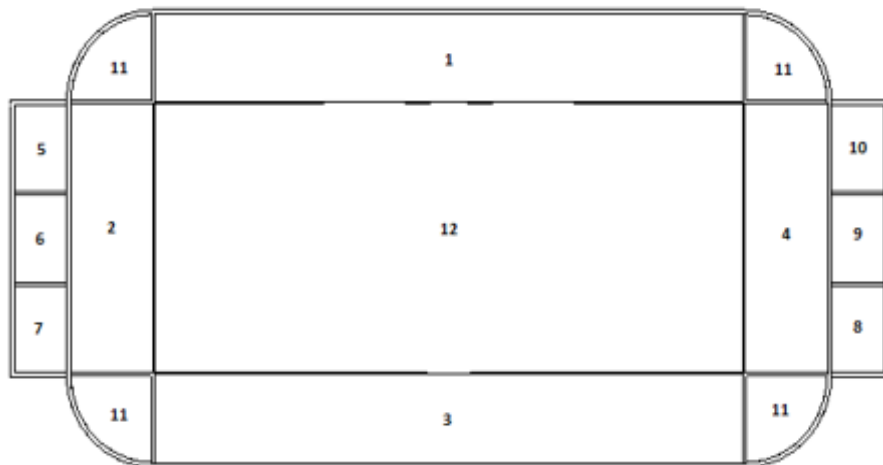


Ilustración 36. Distribución de las distintas salas en la primera planta

Sobre los muros anteriores, se colocó el techo de la segunda planta. El escogido fue un “techo compuesto simple” quedando como se puede observar en la Ilustración 37.

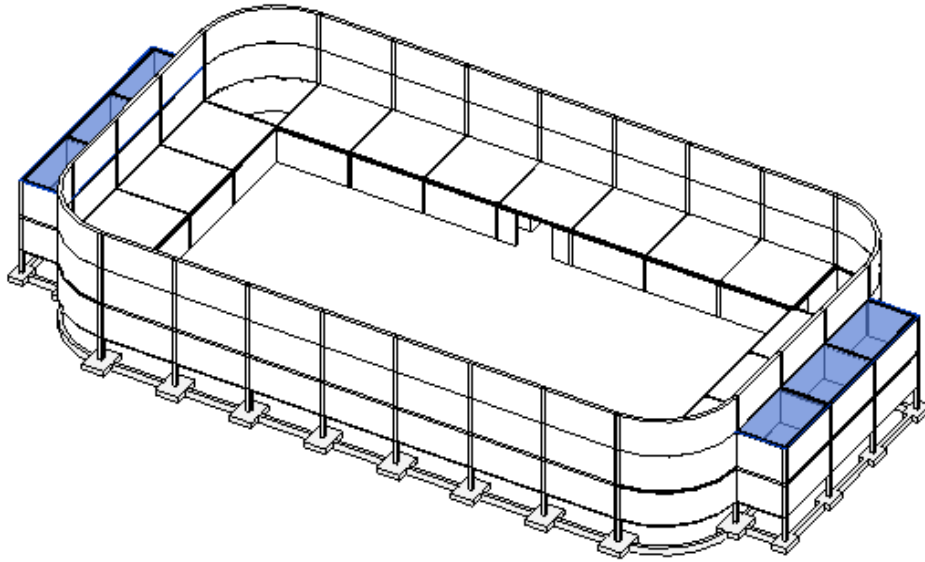


Ilustración 37. Techo de la segunda planta

En la Ilustración 38, podemos ver por medio de una vista 3D más realista como quedaría el modelado del estadio hasta el momento.

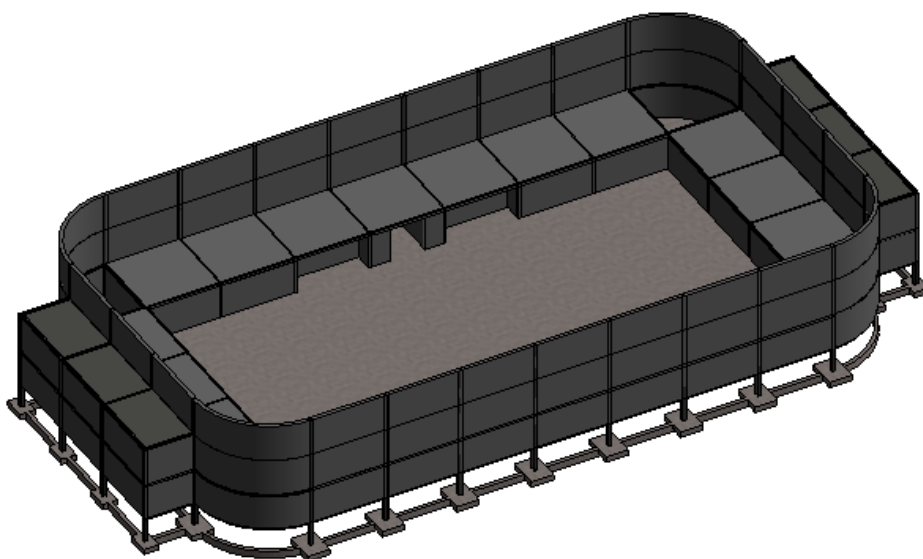


Ilustración 38. Vista 3D con la colocación de todos los techos y muros

5.3.2. Cubiertas

En el proyecto, empleamos tres cubiertas, la cubierta principal, la cual se asentará sobre la cornisa y las dos cubiertas exteriores de los laterales del estadio, que cubrirán la parte de las oficinas, bares, taquillas, etc.

Por lo tanto, se comenzó colocando vigas con una pendiente de 14° (Ilustración 39), soportando éstas una cubierta básica de 125 mm de espesor que estará protegida a su vez con cubierta metálica de “panel sándwich” formada por paneles prefabricados de chapa (Ilustración 40).

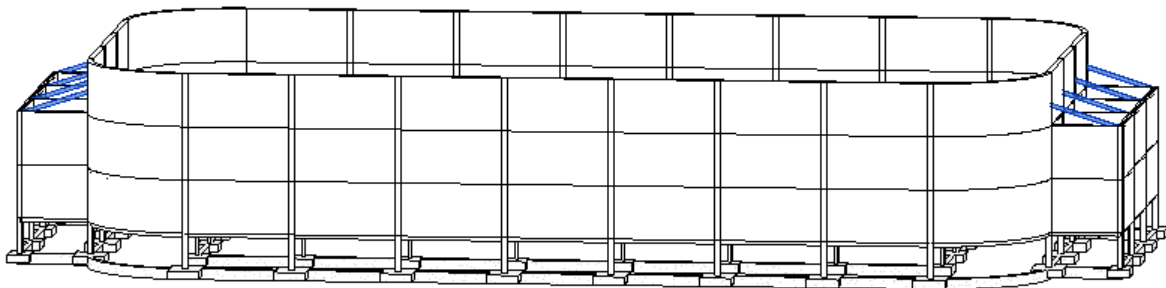


Ilustración 39. Colocación de las distintas vigas que soportarán las cubiertas laterales

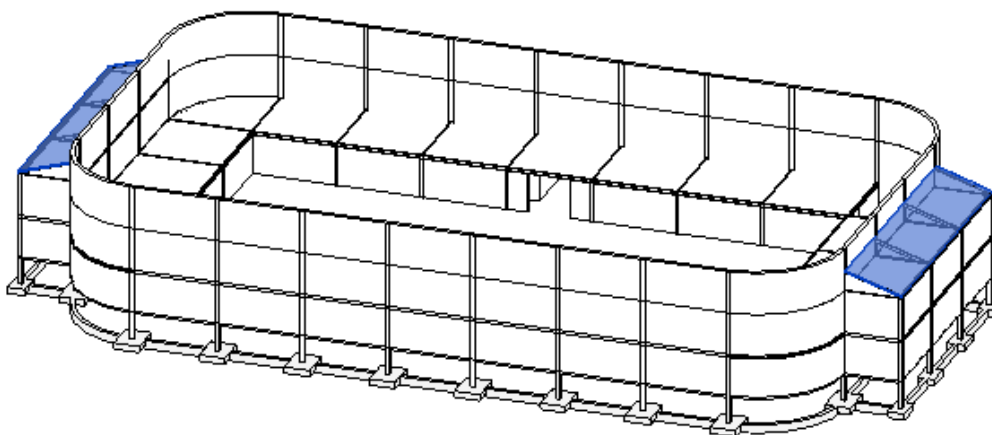


Ilustración 40. Cubiertas laterales del estadio

Sobre los extremos que unen el muro de la primera planta con el techo, se levantaron cuatro muros como muestra la Ilustración 41.

Éstos se modelaron por medio de la herramienta “masas y emplazamientos”, donde nos dibujamos una masa in situ, y posteriormente, se definió dicha masa como un muro básico genérico de espesor 300 mm.

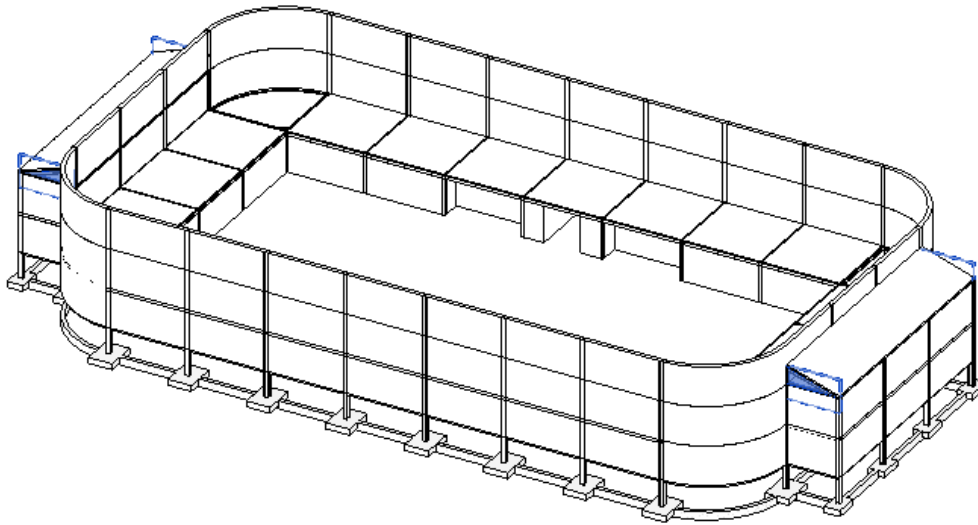


Ilustración 41. Levantamiento muros laterales

Por otro lado, encontramos la cubierta principal del estadio. Como ya hemos mencionado, para dicho diseño no se han realizado ningún tipo de cálculos estructurales, por lo que no sería posible garantizar su resistencia estructural de cara a su proyección en la vida real.

De modo que para el diseño tuvimos que hacer una serie de pasos previos los cuales vienen detallados a continuación:

1. Para el modelado de la cubierta inicialmente se abrió un archivo nuevo, a continuación, se seleccionó una masa conceptual y una vez ahí, pinchamos en masa métrica, la cual, pertenece a archivos de plantilla de familia.

Posteriormente, nos dibujamos dos líneas paralelas de 42 m de longitud y 30 m de separación entre ellas, y, ayudándonos de la herramienta spline, creamos una curva, que nos sirvió para dar el contorno a nuestra cubierta.

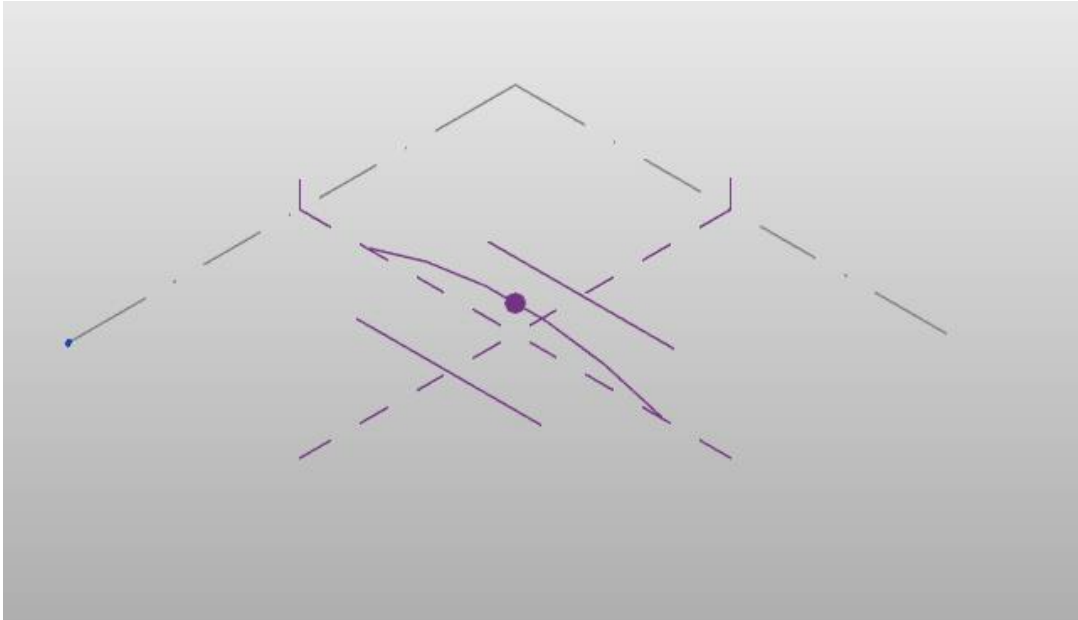


Ilustración 42. Creación del contorno de la cubierta principal

Y finalmente, se le dio forma a la cubierta, apoyándonos sobre las líneas y la curva creadas anteriormente (Ilustración 43).

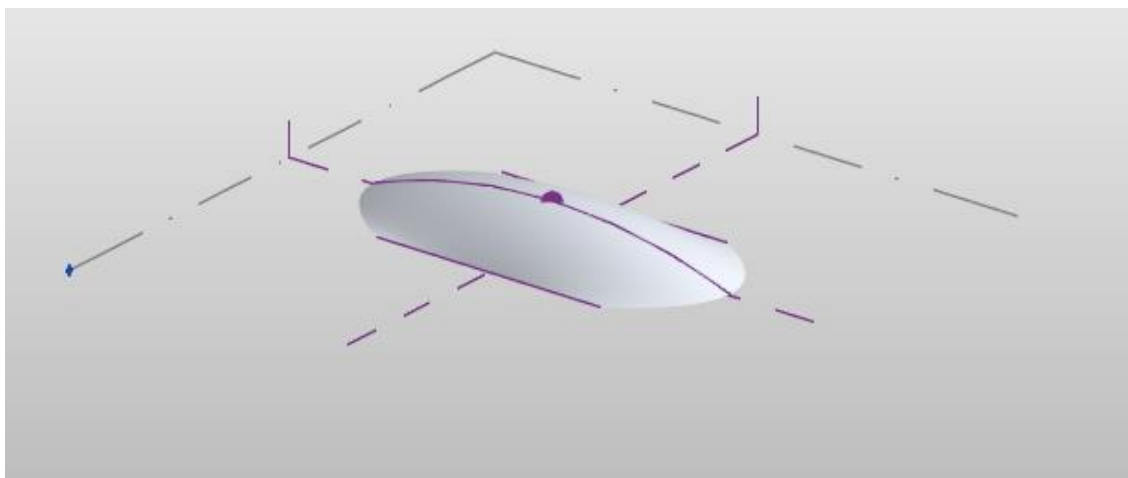


Ilustración 43. Forma de la cubierta

2. Para el modelado del panel básico volvimos a abrir un nuevo archivo, pero esta vez nos generamos una familia por medio del Modelo Genérico Métrico Basado en Patrón.

Una vez aquí, nos creamos un panel con la geometría deseada. Este panel será el encargado de soportar el peso de la cubierta.

Como se observa en la Ilustración 44, la cubierta del estadio está compuesta por vigas con perfiles tubulares de acero S355 de 200 mm de diámetro y 10 mm de espesor, y, por otro lado, por un recubrimiento de aluminio 1100 O de 0.4 mm de espesor.

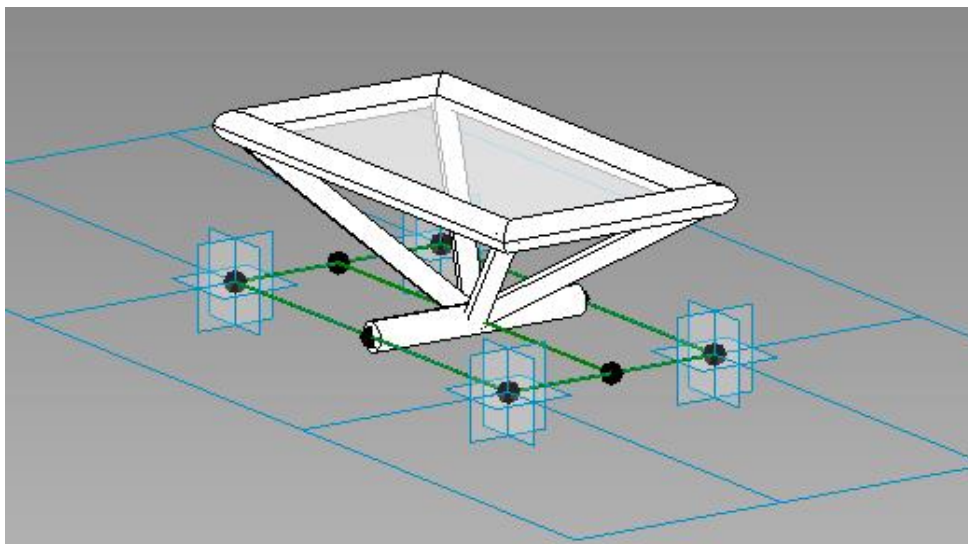


Ilustración 44. Panel estructural creado

3. El tercer paso consiste en ensamblar el panel a la cubierta. Para ello, cargamos el panel y lo exportamos al archivo donde se encontraba la cubierta.

Después, nos creamos una superficie con rejillas, 10 rejillas verticales y 8 horizontales, las cuales se apoyarán en los pilares (Ilustración 45) y seguidamente pulsamos en crear la cubierta final añadiéndole el panel a la superficie (Ilustración 46).

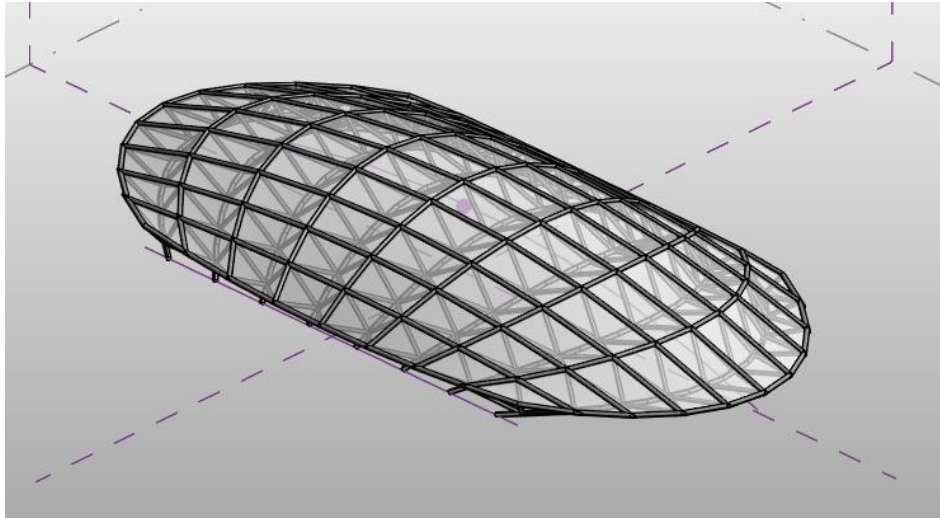


Ilustración 45. Vista de la de la cubierta principal

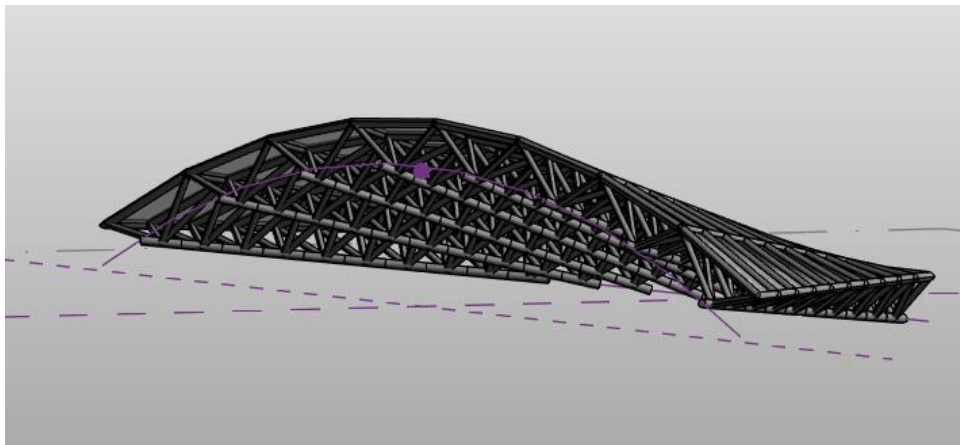


Ilustración 46. Vista de la sección de la cubierta

Finalmente, se exportó la cubierta hasta el archivo donde se encontraba nuestro proyecto inicial. Como se puede ver en la Ilustración 47, la cubierta va desde la cornisa hasta la cumbre, la cual se encuentra a 15 m con respecto a la planta baja.

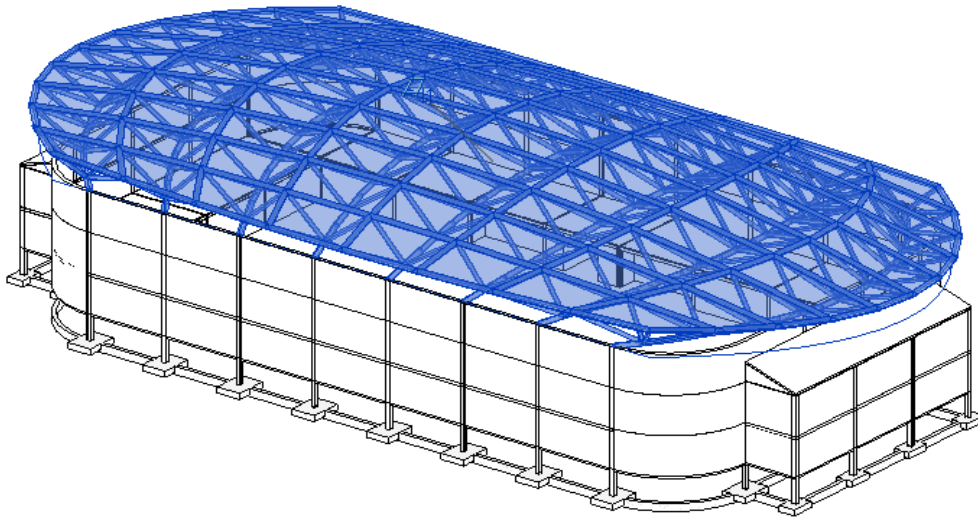


Ilustración 47. Acomodamiento de la cubierta sobre la construcción

Tras ensamblar la cubierta al proyecto, lo que se hizo fue unirla con los pilares. Para ello, se soldaron a los pilares creados en el modelado estructural vigas de acero de 2 m de longitud de perfil IPN 300, para poder colocar el muro que unirá las paredes del estadio con la cubierta, rellenándose de ladrillos de albañilería de 300 mm de espesor (Ilustración 48).

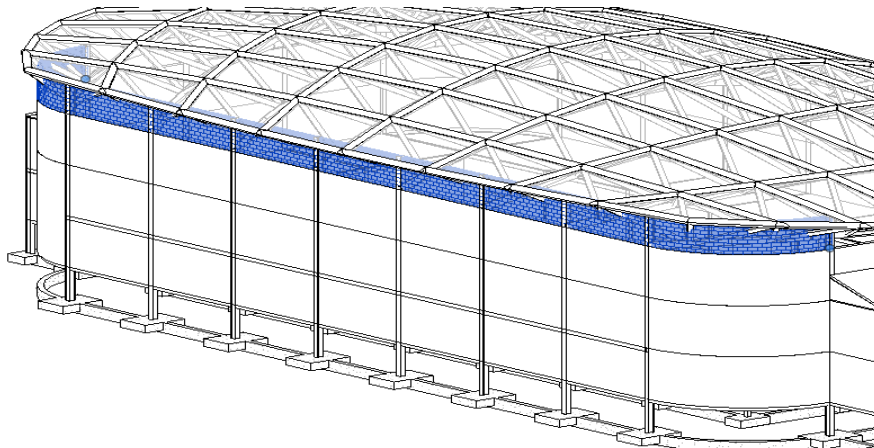


Ilustración 48. Unión de los muros exteriores a la cubierta

Cabe señalar que las partes de los laterales se dejaron al descubierto, para una mayor ventilación y luminosidad. No obstante, en invierno se podrían colocar unas

fundas despegables que fuesen desde la cumbrera hasta el muro, quedando el estadio completamente aislado del exterior.

En la Ilustración 49 se puede apreciar lo anteriormente descrito y a su vez, observar cómo quedaría la colocación de la cubierta.

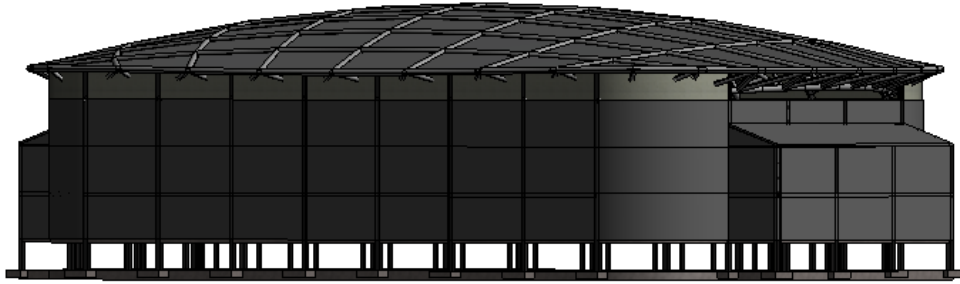


Ilustración 49. Vista 3D del exterior del estadio

5.3.3. Graderío

Se comenzó por la construcción estructural de las gradas. Para la proyección de estas, nos ayudamos de la herramienta escalera. Una vez definida, lo siguiente fue el acople de las escaleras, permitiéndonos éstas el acceso a cualquier zona de la grada; y el levantamiento de los muros, los cuales unen las extremidades superiores con el suelo de la primera planta.

Una vez hecho todo lo anterior se ubicaron en las dos extremidades de la grada (Ilustración 50).

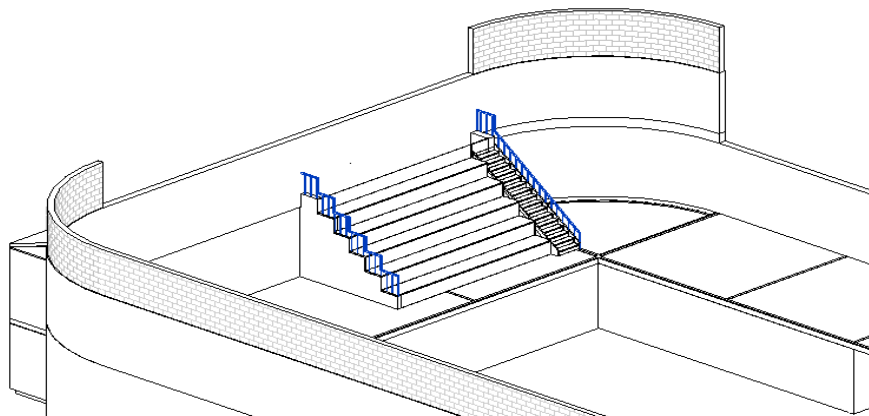


Ilustración 50. Modelado de una de las gradas laterales del estadio

Estando ya creada, lo que hicimos fue modelar las gradas de los laterales y las gradas de las caras principales.

A dicha grada, se le acopló otra grada exactamente igual con una separación de 1.5 m, dejando dicho espacio para un pasillo que dará acceso a los bares del estadio (Ilustración 51).

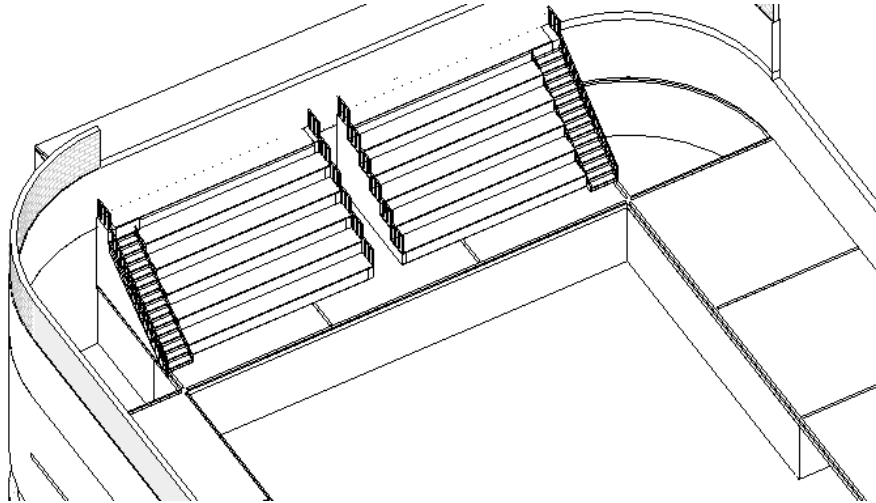


Ilustración 51. Grada lateral completa

Sucesivamente, modelamos los graderíos de las caras principales (Sur y Norte), pero en este caso, en lugar de dejar un espacio entre medias de una grada y otra, se colocaron unas escaleras intermedias (Ilustración 52).

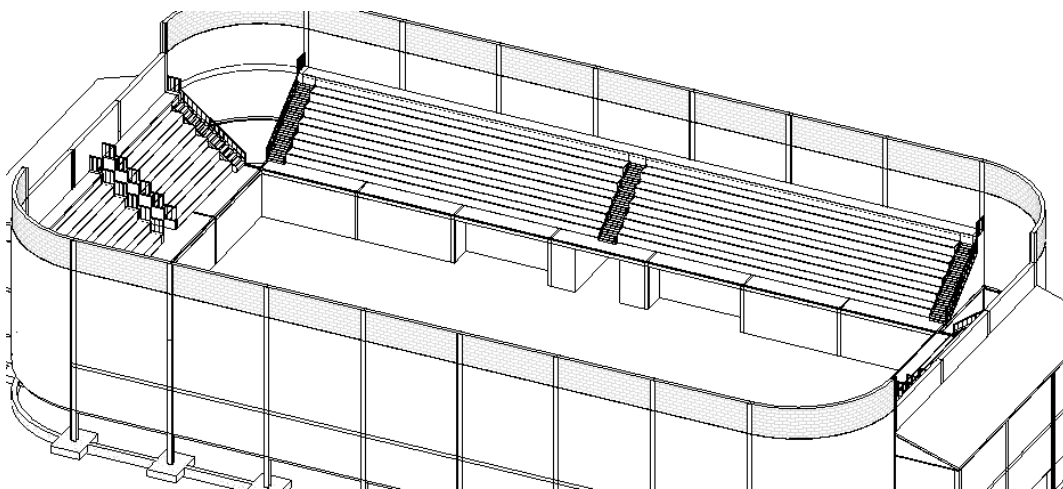


Ilustración 52. Colocación graderíos caras principales

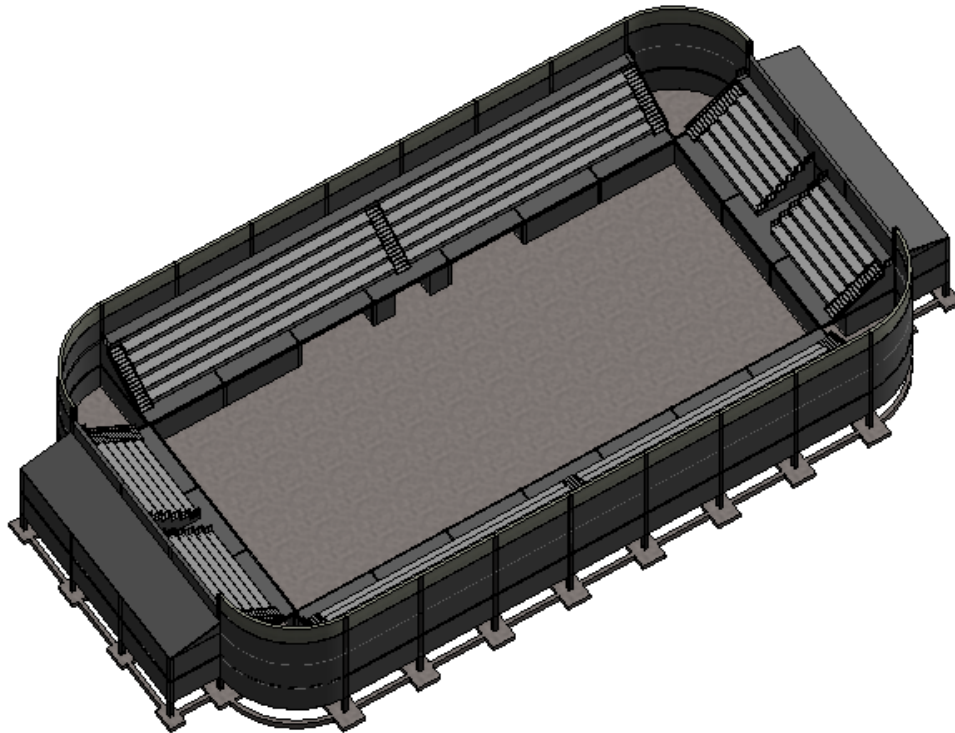


Ilustración 53. Visualización más detallada del graderío final

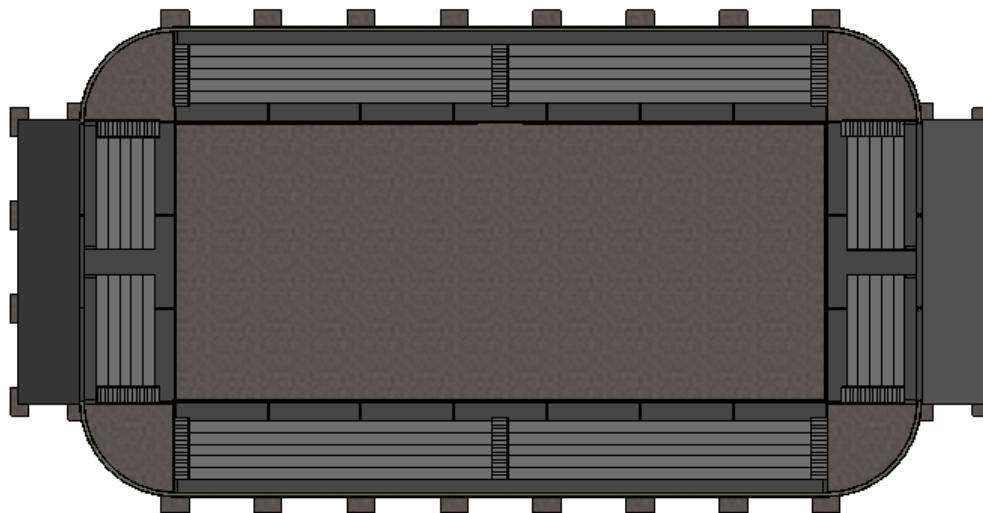


Ilustración 54. Vista del graderío desde la zona superior del estadio

Para la creación de asientos nos abrimos un nuevo archivo, donde cargamos un modelo genérico métrico. Dentro del archivo le dimos la forma deseada, basándonos en unas medidas reales (430 x 445 x 350 mm) de un asiento encontrado en una tienda online, cuyas características se mostrarán a continuación. El material seleccionado fue el propileno de color rojo (Ilustración 55).

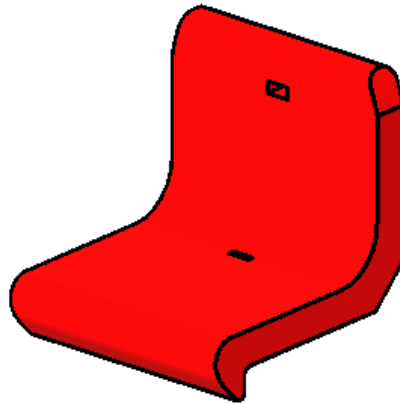


Ilustración 55. Creación del asiento para nuestro estadio, basado en un asiento individual CR4 con respaldo

Por consiguiente, el asiento creado fue exportado al proyecto principal, quedando como muestra la Ilustración 56.

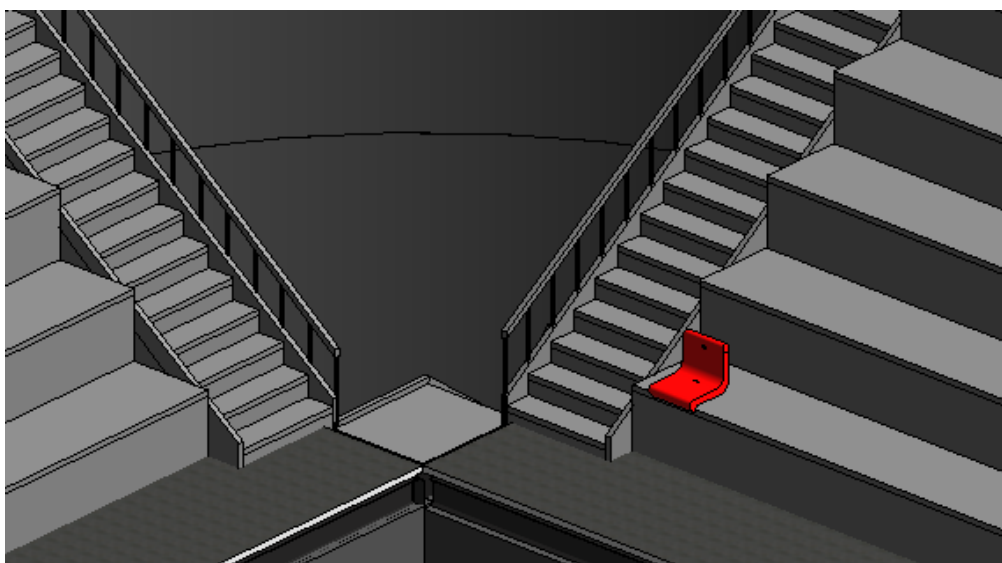


Ilustración 56. Vinculación del asiento a las gradas

Para la elección de los asientos nos decantamos por un asiento individual con respaldo CR4, escogido de la página (Daplast, Consultado el 17 de Agosto de 2020). Algunas de las características principales son:

- Asiento monobloque con respaldo alto, diseñado según recomendaciones de la FIFA/UEFA, para instalar en cualquier tipo de grada.
- Carcasa monobloque moldeada por inyección en plástico estabilizado de alta calidad.
- Superficie en brillo y cerrado en todo su perímetro de apoyo sobre grada para facilitar la limpieza.
- Frontal moldeado en escuadra de 35 mm, que bordea sobre el frente de grada. Fijación en un solo punto central de anclaje reforzado con plancha de acero.
- Con certificados de resistencia a la luz, aditivado antiUV, según norma 13200/4, certificado de resistencia al uso público severo (vandalismo) por Aidima, cumple la norma UNE EN 12727:01, y certificado en resistencia al fuego, mínimo según Norma M4, opcional Norma M2.
- Si el graderío cumple el patrón huella: 85 y contrahuella: 40 cm, el asiento se instala directamente a la grada, en caso contrario, contamos con varios soportes metálicos para corregir la altura de la grada.

Una vez insertado, completamos todas las gradas por medio del comando matriz que nos permite colocar los asientos de forma múltiple. La separación dejada entre asientos es de 0.3 m ya que es el mínimo posible reflejado en la normativa FIFA.

Por consiguiente, las gradas quedarán como se aprecia en la Ilustración 57, cuya capacidad total es de 1056 espectadores. La distribución asignada fue de 312 asientos en la grada Sur, 312 en la grada Norte, 108 en la grada Este y 108 en la grada Oeste.

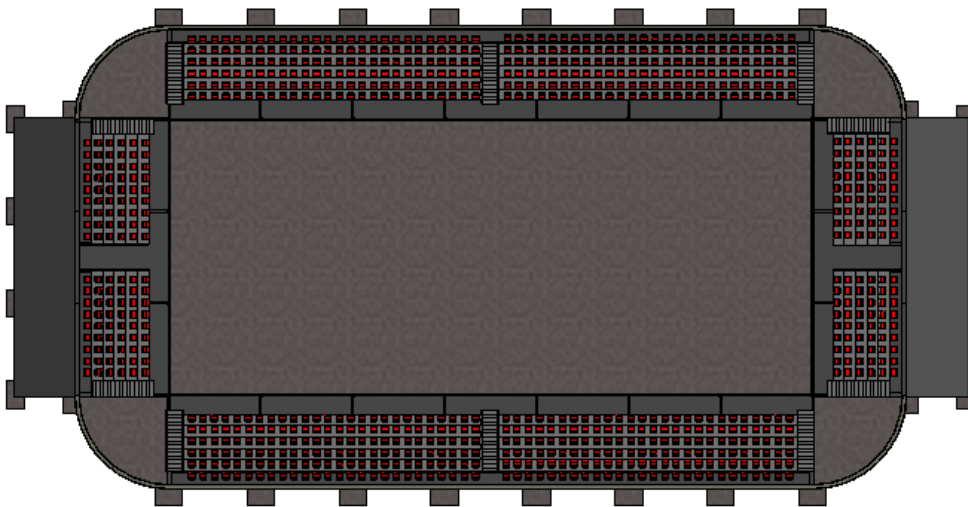


Ilustración 57. Vista superior de la colocación de los asientos

A posteriori, se colocaron las barandillas que van a delimitar la zona de las gradas con la zona del campo (Ilustración 58) y las escaleras, permitiendo así el acceso a las gradas (Ilustración 59).

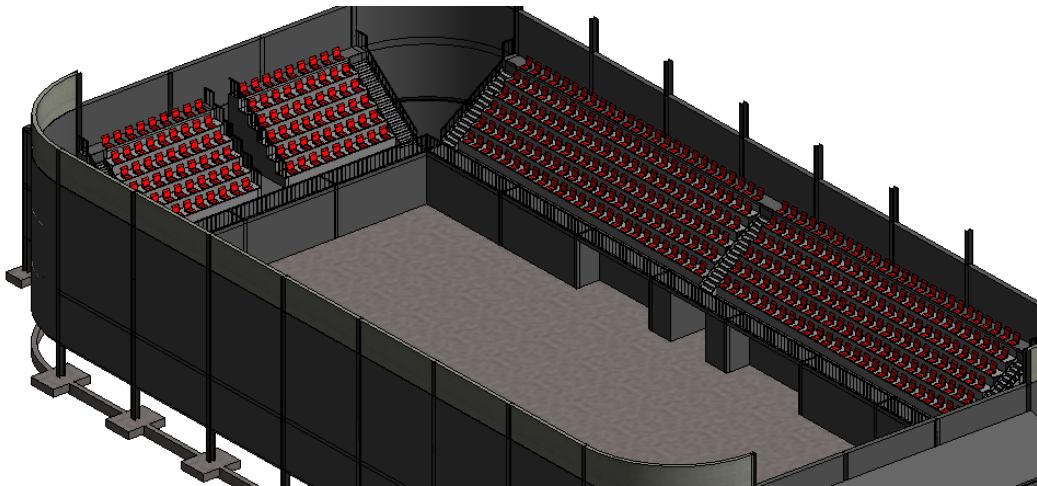


Ilustración 58. Modelado de las barandillas que rodean la zona del campo

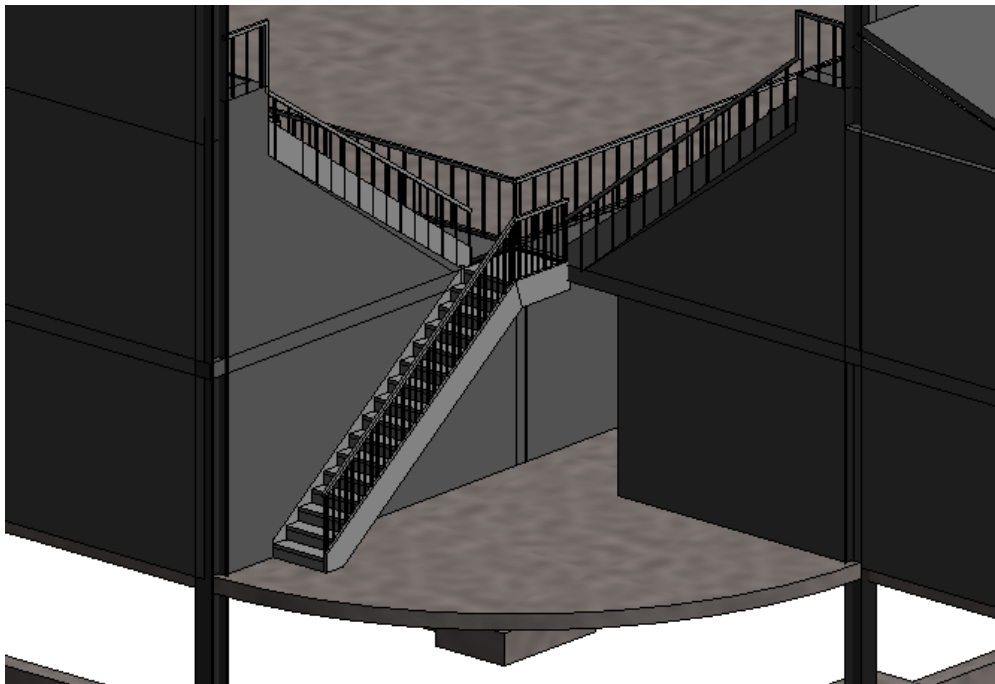


Ilustración 59. Modelado de las escaleras que permiten el acceso a las gradas

5.3.4. Campo de juego

Para el modelado del terreno de juego, utilizamos el menú de masa y emplazamiento, y dentro de éste, la herramienta de insertar masa in situ. Creada la pista, le introdujimos el material deseado (Ilustración 60), siendo éste madera, puesto que es uno de los suelos permitidos para el fútbol sala por la normativa FIFA.



Ilustración 60. Suelo de madera colocado el terreno de juego

Sobre la pista, introdujimos las líneas correspondientes a un campo de fútbol sala (Ilustración 61), cumpliendo con la normativa NIDE. Éstas fueron modeladas in situ y el material utilizado fue acabado blanco.

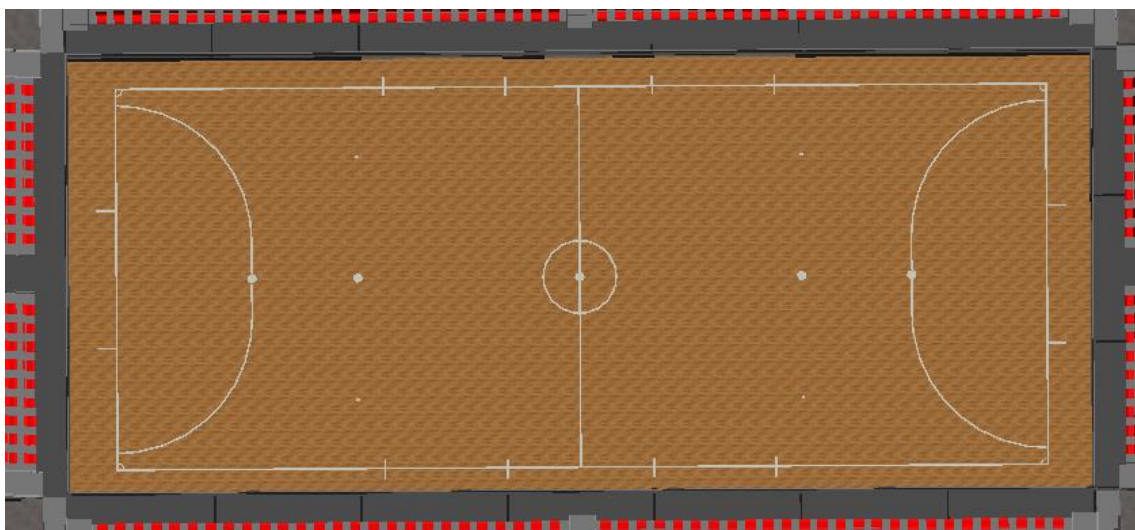


Ilustración 61. Líneas características del terreno de juego

Las porterías fueron modeladas en 3D por medio del programa AutoCAD, perteneciente a la familia Autodesk.

Como podemos observar en la Ilustración 62, le hemos introducido distintas capas para distinguir bien los materiales, y, por otro lado, con el comando “Materiales”, le hemos podido asignar estos al igual que en REVIT. El material escogido para la estructura de la portería fue un metal plano, mientras que para la red seleccionamos polipropileno, ya que estos materiales son los más utilizados para la fabricación de porterías de fútbol sala. El resultado final se puede apreciar en la Ilustración 63.

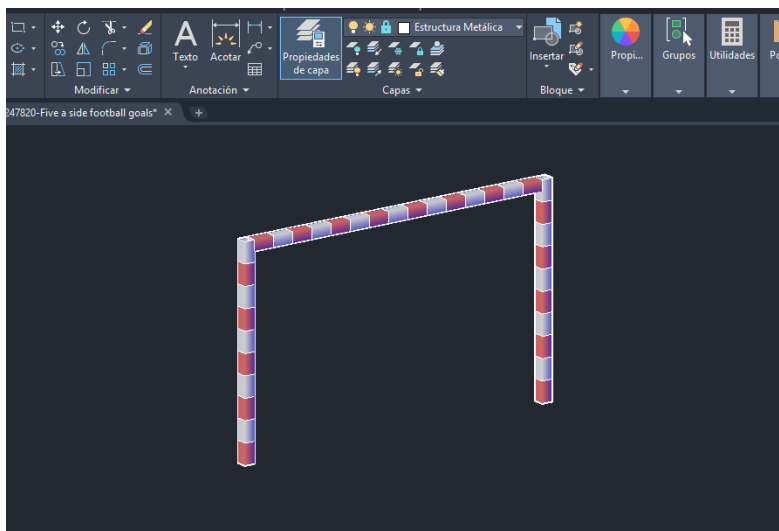


Ilustración 62. Creación de las distintas capas

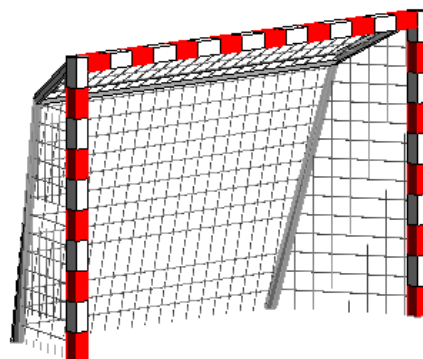


Ilustración 63. Modelado final de la portería

Las porterías las guardamos con formato .dwg, y en Revit, le dimos a importar CAD, pudiendo así insertarlas en nuestro proyecto (Ilustración 64).

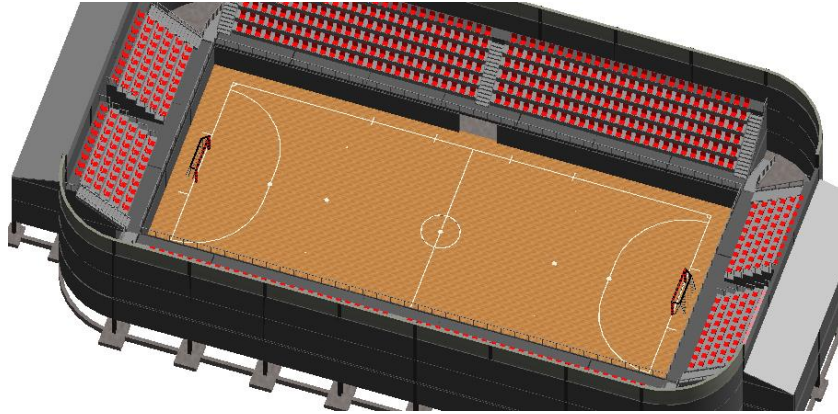


Ilustración 64. Instalación de las porterías en el terreno de juego

Por último, introdujimos los banquillos a la zona del campo (Ilustración 65).

Para la creación de estos, abrimos un archivo nuevo y cargamos un modelo genérico métrico. Una vez ahí nos dibujamos nuestro banco, con unas medidas adaptadas a nuestra zona de banquillos. Los materiales seleccionados son madera para la parte superior y acero para las patas.

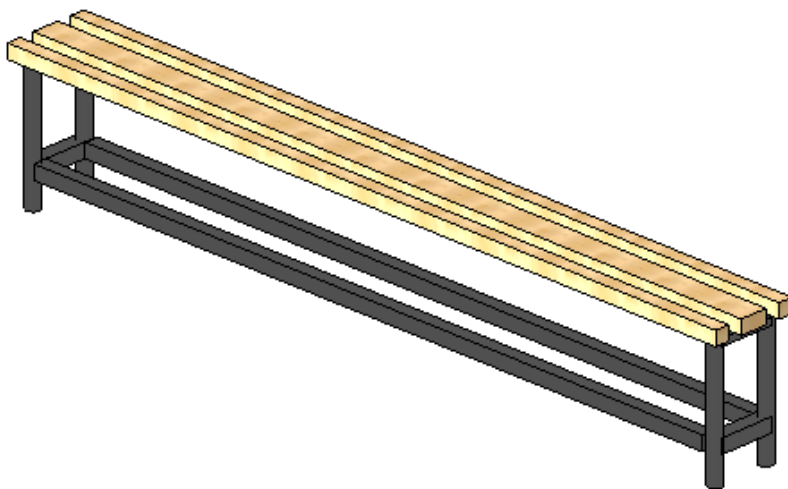


Ilustración 65. Resultado final del banquillo

En la Ilustración 66 se puede observar como quedaron colocados los bancos en la zona del banquillo.



Ilustración 66. Colocación de los banquillos en el campo

5.3.5. Puertas

Por un lado, se colocaron en las esquinas del estadio los portones principales de entrada al público (Ilustración 68), y, por otro lado, dos puertas de emergencia que a su vez sirven de entrada tanto para jugadores como para colegiados, situadas en la cara frente y posterior del estadio (Ilustración 69).

Los portones principales fueron creados del mismo modo que se ha hecho anteriormente con los banquillos, asientos, etc. Para ello, el material utilizado fue acero y sus dimensiones fueron de 3 x 2.20 m (Ilustración 67).

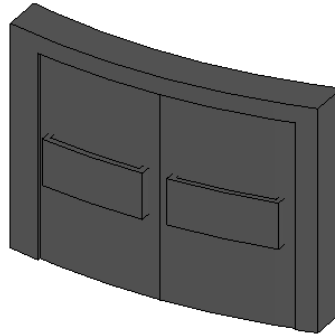


Ilustración 67. Portón utilizado para las escaleras principales

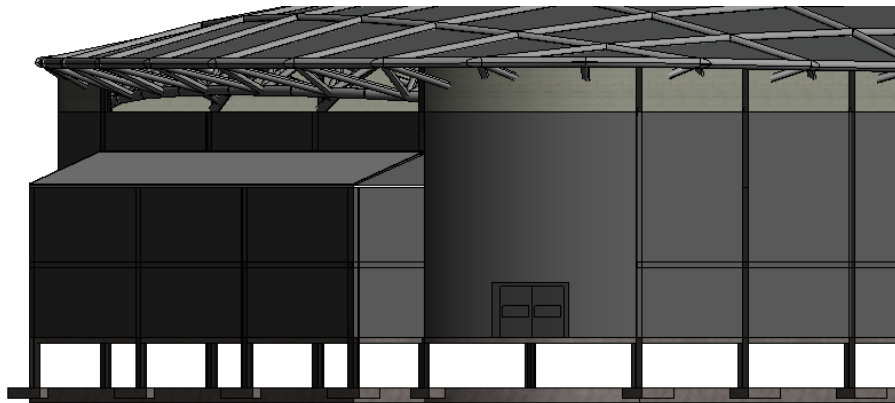


Ilustración 68. Colocación de los portones en el estadio

En el caso de las puertas de emergencia, se escogió una puerta practicable de entrada, 2 hojas de 2 x 2.5 m, la cual se cargó de la librería que nos ofrece Revit.

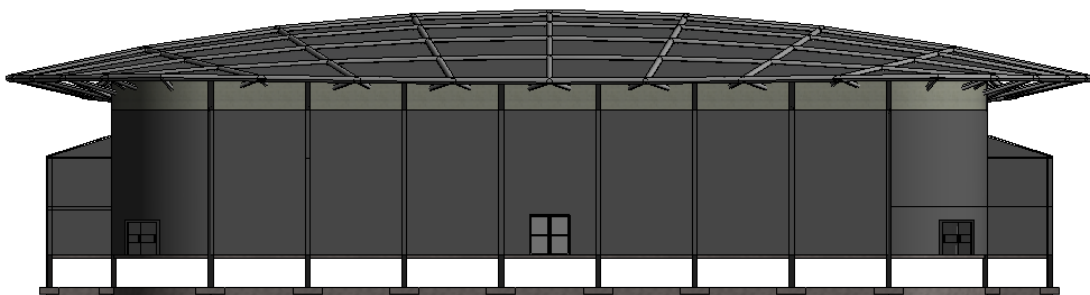


Ilustración 69. Colocación de las puertas de emergencia

En cuanto a las demás puertas exteriores, se seleccionaron las siguientes (Ilustración 70):

- Puertas Abatible de 2 hojas con cristal 165 x 203 cm: Salón de reuniones.
- Puerta abatible 1 de 90 x 210 cm: Taquillas, almacenes y sala de trofeos.

Para el caso de las oficinas y sala de trofeos, se colocaron unas escaleras, que permiten el acceso desde las inmediaciones del estadio.

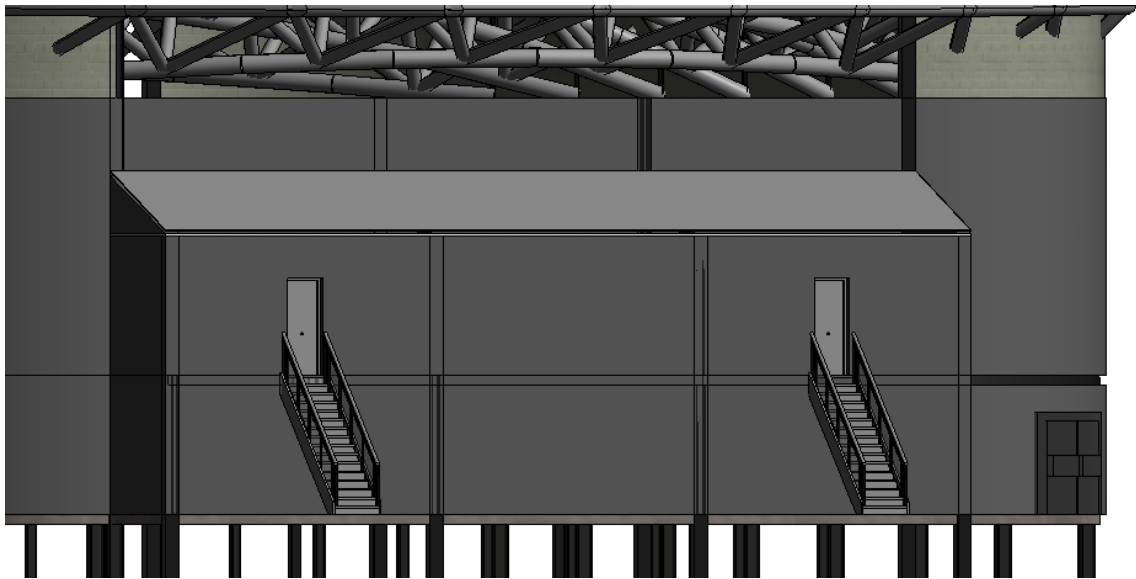


Ilustración 70. Puertas externas con acceso a oficinas, almacenes, sala de reuniones, taquillas y sala de trofeos

Las puertas internas utilizadas las podemos encontrar en la familia de Revit:

- Puerta abatible 1 90 x 210 cm: sala de musculación, vestuario visitante, almacenes, vestuario local, vestuario arbitraje, salón de reuniones, taquilla1 y taquilla 2.
- Puerta Abatible de 2 hojas con cristal 165x203cm: enfermería, salón de reuniones y tienda.
- Puerta corredera simple en muro con cristal 72.5x203 cm: bar 1 y bar 2.
- Puerta perforada simple 0.762x 2.032 m: Baños.

Éstas las observaremos más adelante, cuando veamos todos los habitáculos detalladamente.

5.3.6. Cristaleras y ventanas

Las cristaleras se insertaron sobre el muro cortina del nivel 3 ya construido anteriormente (pág.49).

Las ventanas exteriores seleccionadas fueron “Ventanas de dos hojas-Simple con persianas de 135 x 140 cm”, cargándose previamente de la librería de Revit.

Los resultados obtenidos tanto de las cristaleras como de las ventanas exteriores se reflejan en la Ilustración 71.

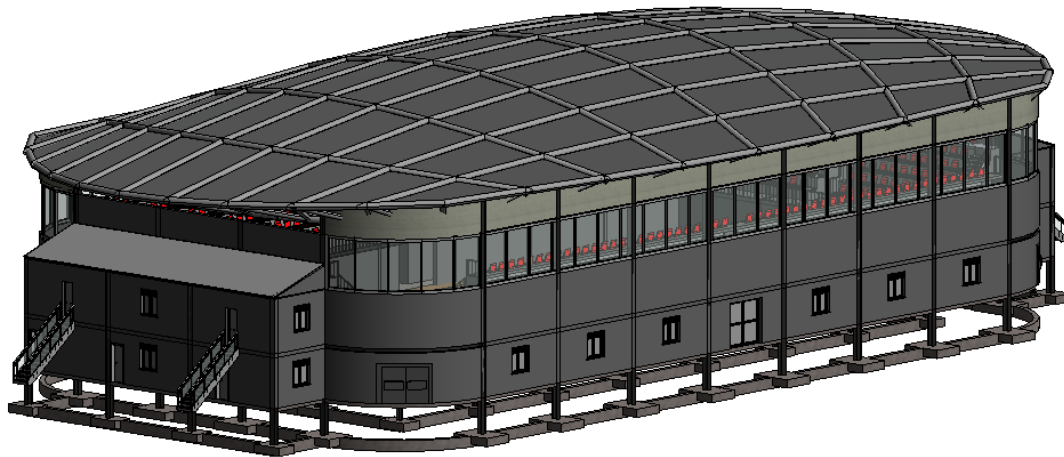


Ilustración 71. Modelado de las cristaleras que rodean el exterior del estadio

Por consiguiente, las ventanas interiores al igual que las puertas interiores, las observaremos a la hora de ir analizando detalladamente habitación por habitación.

5.3.7. Mobiliario interior del estadio y otros apartados

Modelado el estadio tanto exterior como interiormente, comenzamos a decorar e introducir materiales en todas las distintas salas y compartimientos del estadio.

5.3.7.1. Sanitarios

En todos los baños y vestuarios se colocaron inodoros, urinarios, duchas y lavabos (Ilustración 72). Éstos junto con los demás elementos introducidos fueron extraídos de la librería proporcionada por Revit.

Para la introducción de estos componentes en los distintos habitáculos, seleccionamos el menú “Sistemas” y una vez dentro se clicó en “Instalaciones de fontanería”.

Los componentes utilizados fueron los siguientes:

- Váteres: empleamos dos modelos diferentes:
 - Combinación de WC con cisterna de 540 x 370 mm: destinados a personas discapacitadas.
 - WC Premier Melbourne back to wall con cisterna de 550 x 360 mm: destinados a los demás usuarios.
- Urinarios: Urinario 3D estándar.
- Lavabos: Double scrub sink.
- Duchas: M_Compartimiento de ducha con asiento-Rectangular de 1200 x 915 mm- Público.

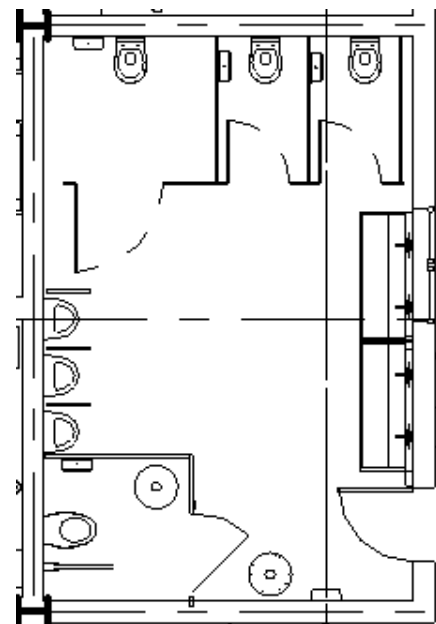


Ilustración 72. Sanitarios Baño 1 de caballeros

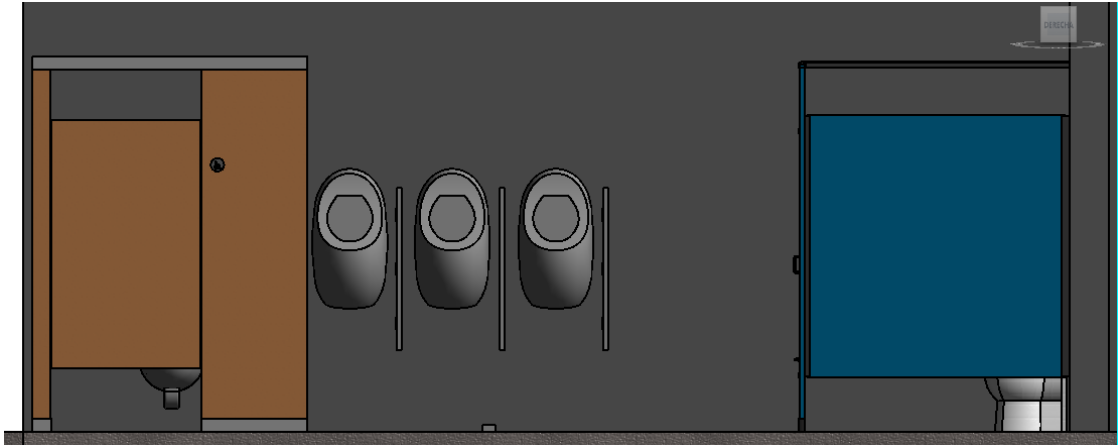


Ilustración 73. Vista frontal Baño 1 de caballeros



Ilustración 74. Vista posterior del Baño 1 de caballeros

5.3.7.2. Luminarias

Para la creación de las distintas luminarias, se trabajó sobre los niveles de techo. En nuestro caso, trabajamos sobre el techo de la primera planta, sobre el techo de la segunda planta y por último se colocaron los focos de la pista central, que, se encontrarán a una altura de 10 m sobre la pista.

Debemos mencionar que la colocación de las luminarias al igual que los cálculos estructurales no es el objetivo principal de este proyecto, no siendo por tanto la colocación la óptima, ya que no tiene ningún estudio previo. No obstante, para su distribución nos hemos basado en otras construcciones y otros proyectos similares.

Las luminarias instaladas para todos los habitáculos fueron la familia “Lineal Suspendido 1 de 1200 mm o 2400 mm” y “Techo-Cuadrado Lineal 600 x 1200 mm” para el terreno de juego.

En la plana baja, nos encontraremos con 65 luminarias “lineal suspendido 1” como se muestra en la Ilustración 75.

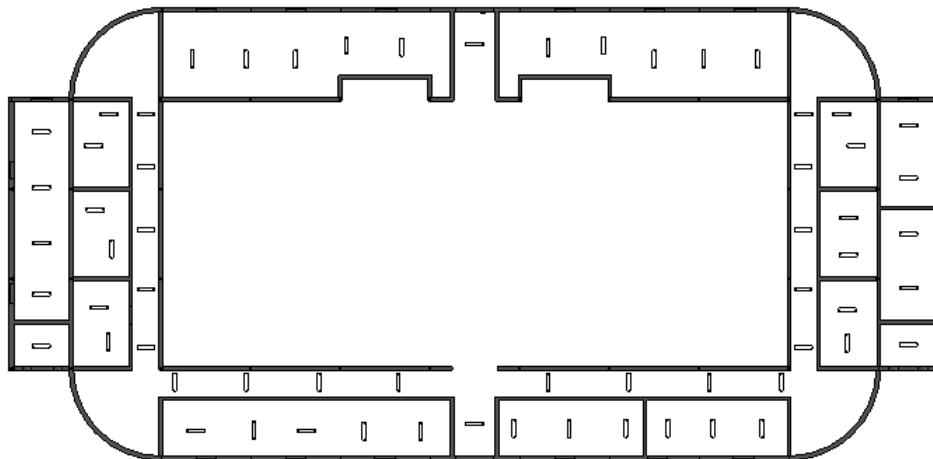


Ilustración 75. Luminarias planta baja

En cuanto a la primera planta, nos encontramos con un total de 12 luminarias, del mismo modelo que las anteriores (Ilustración 76).

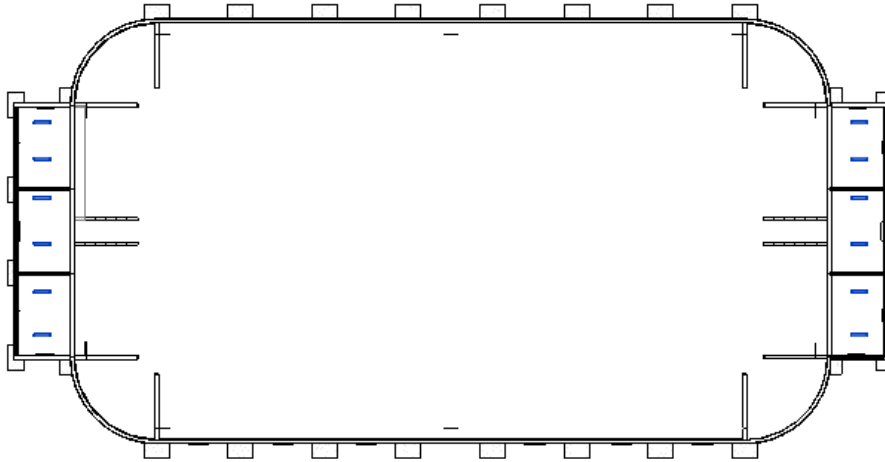


Ilustración 76. Luminarias segunda planta

En el terreno de juego se colocaron 12 luminarias compuestas en dos lámparas de 600 x 1200 mm cada una. El resultado fue el mostrado en la Ilustración 77.

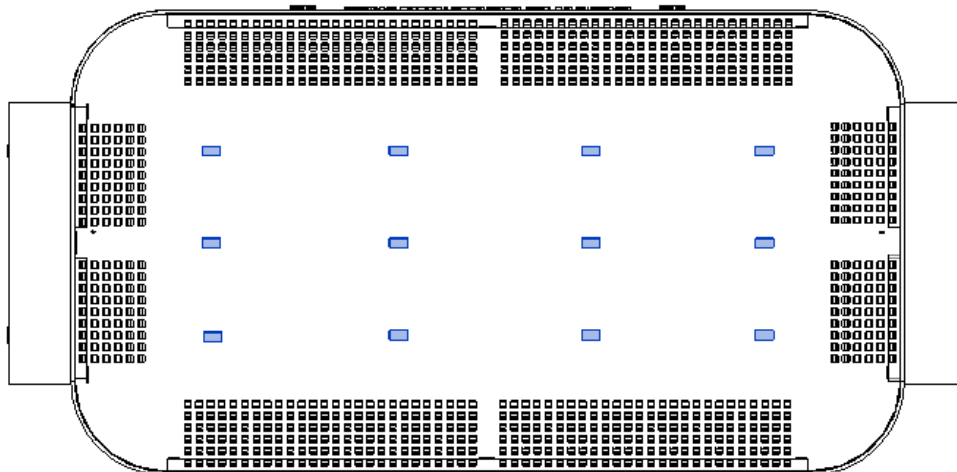


Ilustración 77. Luminarias pertenecientes al terreno de juego

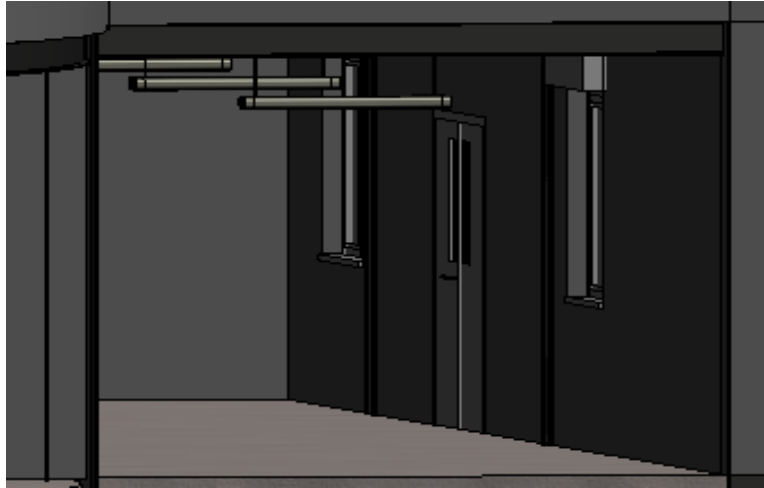


Ilustración 78. Luminarias pertenecientes a la sala de reuniones

Para ultimar el tema de la luminaria, se colocaron luces de emergencia por todo el estadio, quedando como se muestra en la Ilustración 79. En total fueron 46 luces de las cuales, podemos encontrar 1 en cada sala del estadio, 2 por cada grada principal, 1 en cada grada lateral, 6 en los muros que rodean el terreno de juego, 1 colocada encima de cada portón, 2 en el pasillo de las caras principales y 1 en cada pasillo de las caras laterales.



Ilustración 79. Luz de emergencia perteneciente al portón de entrada de los jugadores

5.3.7.3. Mobiliario interior

En cuanto al mobiliario, se introdujo por completo en cada una de las salas del estadio. Para ello, cada familia se cargó desde el apartado “Componente”. Esto, nos permitiría hacernos una idea con mayor claridad de cómo quedaría el proyecto una vez finalizado.

A continuación, se irán mostrando desde la Ilustración 80 hasta la 106 los distintos espacios que conforman el estadio con su correspondiente mobiliario insertado.

Comenzaremos con las distintas salas de la planta baja:

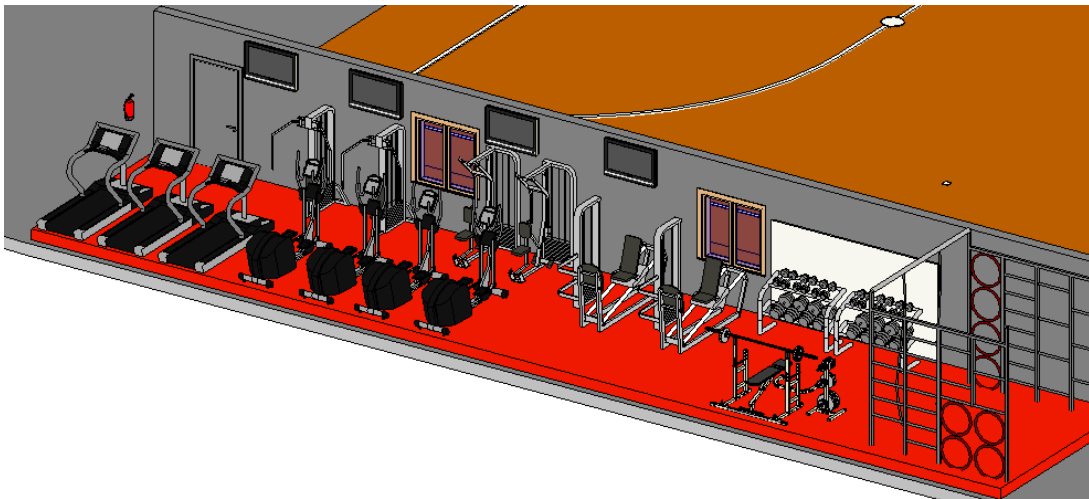


Ilustración 80. Sala de musculación



Ilustración 81. Baño 1 de caballeros



Ilustración 82. Sala de enfermería



Ilustración 83. Vestuario Local

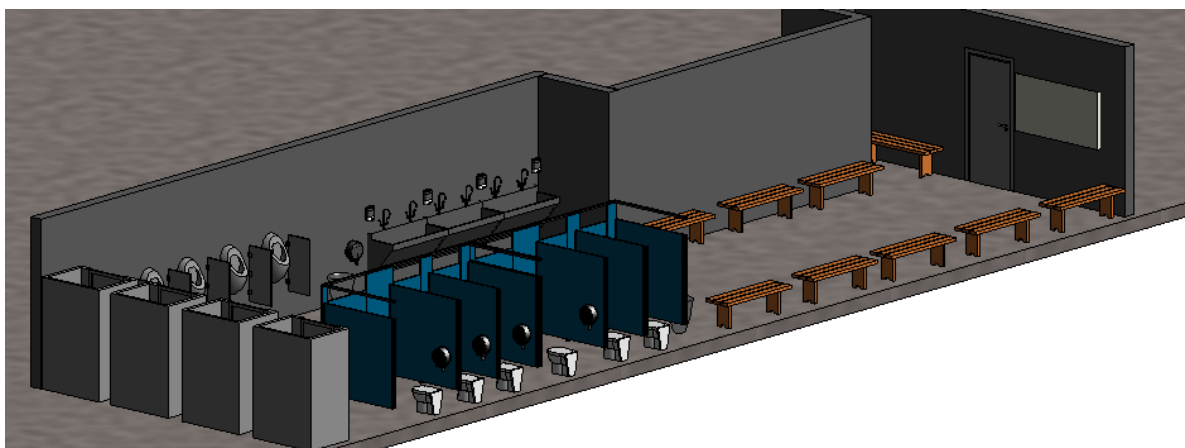


Ilustración 84. Vestuario Visitante

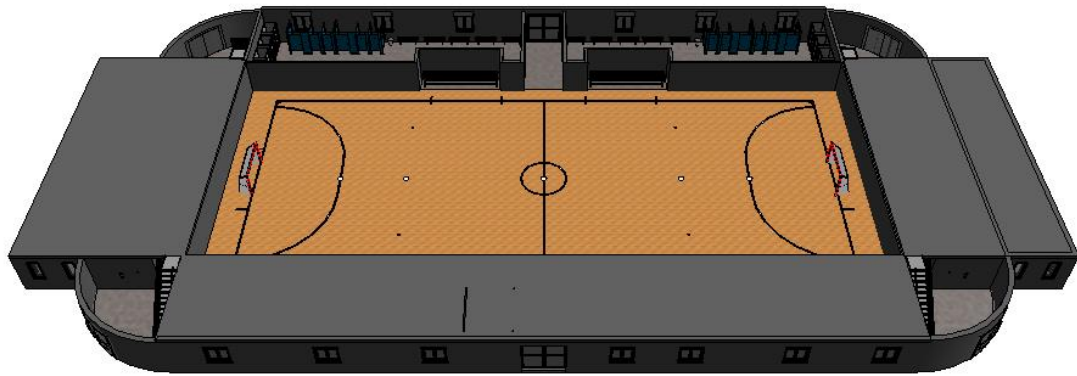


Ilustración 85. Vista superior de la ubicación del vestuario local y visitante

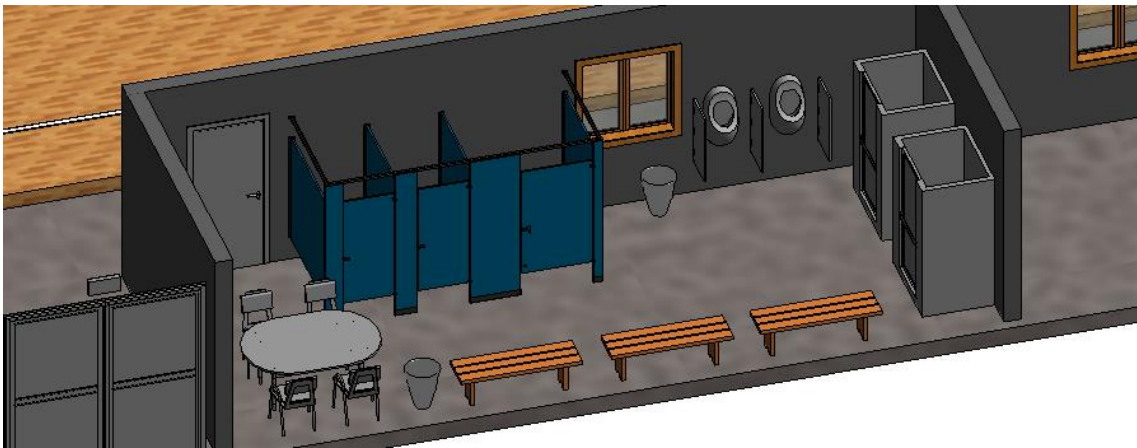


Ilustración 86. Vestuario de los colegiados



Ilustración 87. Tienda del estadio

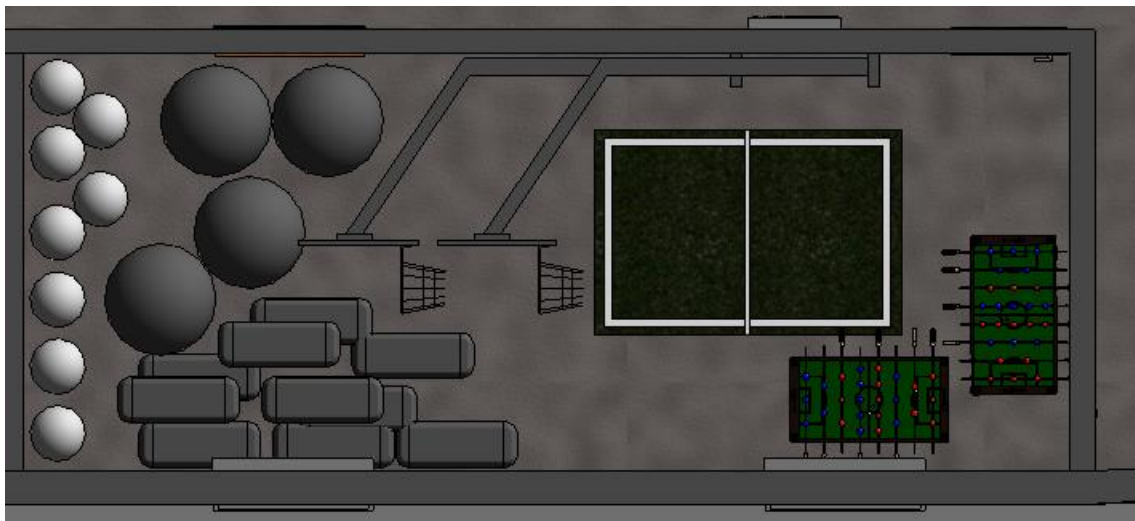


Ilustración 88. Almacén interior 1



Ilustración 89. Vista exterior de los almacenes 2 y 3

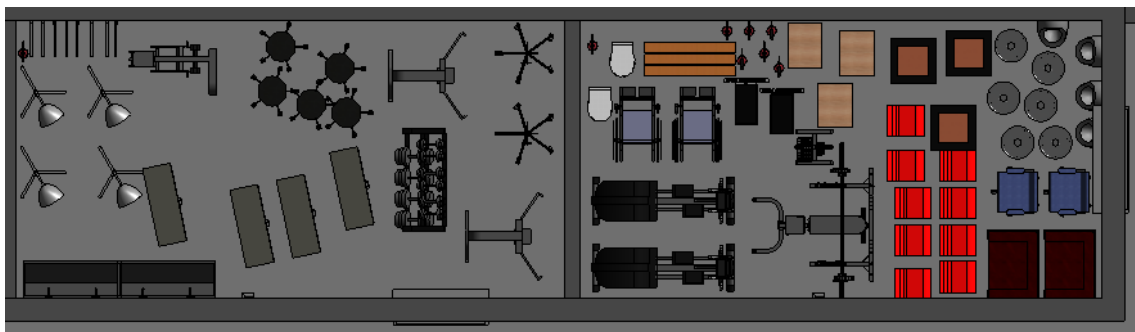


Ilustración 90. Vista interior de los almacenes 2 y 3

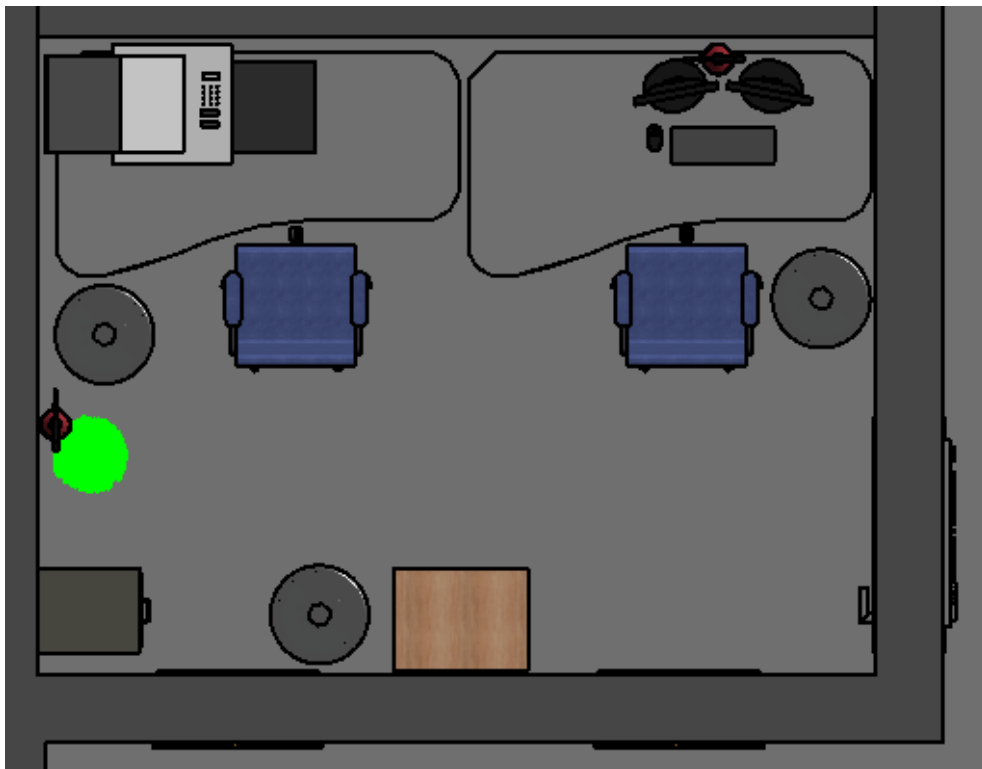


Ilustración 91. Taquilla 1



Ilustración 92. Taquilla 2

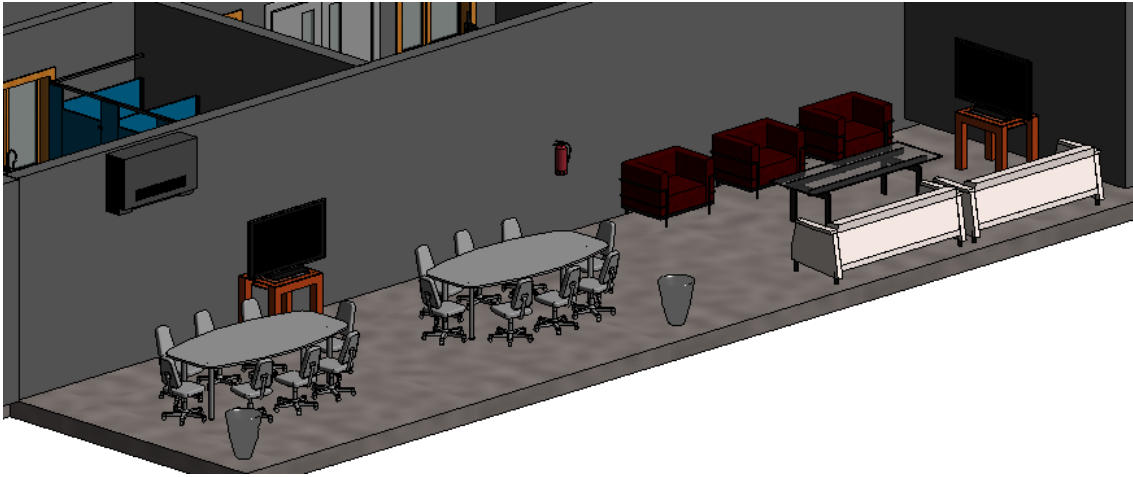


Ilustración 93. Sala de reuniones

En la Ilustración 94, se puede apreciar como quedaría la planta baja por medio de una vista superior.



Ilustración 94. Diferentes salas de la planta baja

La distribución de salas en la primera planta quedó de la siguiente manera:



Ilustración 95. Exterior del bar 1



Ilustración 96. Interior del bar 2

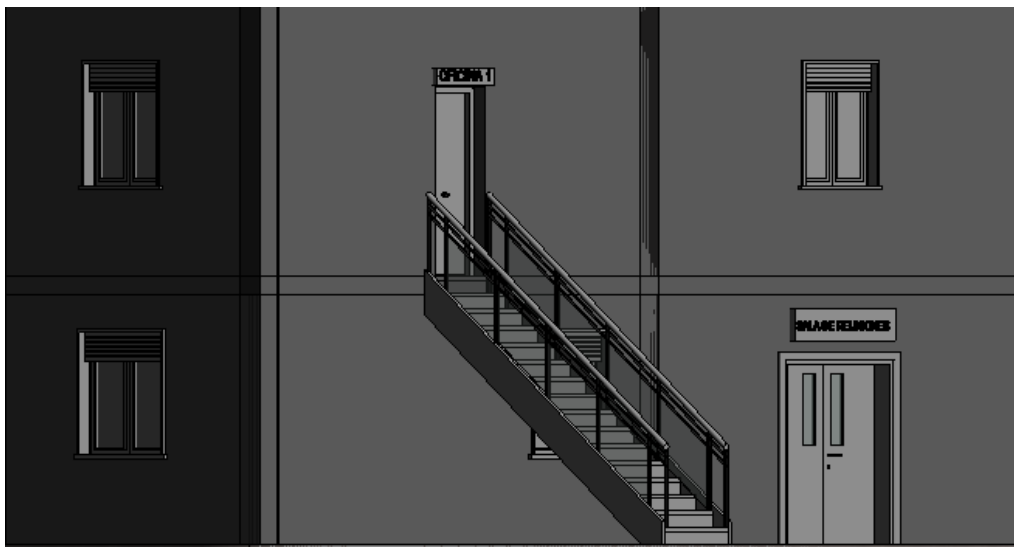


Ilustración 97. Acceso a la oficina 1



Ilustración 98. Interior de las oficinas 1, 2 y 3

Para la inserción del mobiliario en el museo del club, además de utilizar algunos elementos entregados por las distintas familias de Revit, nos creamos las vitrinas, las copas y una simulación de camiseta, insertándole a cada una su correspondiente material.

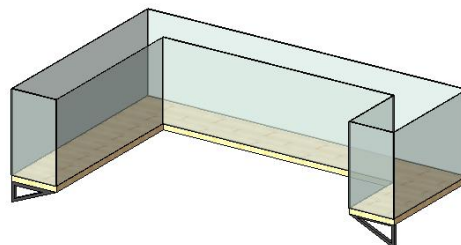


Ilustración 99. Vitrinas del museo



Ilustración 100. Camiseta del Quesada F.S



Ilustración 101. Copa de campeón de liga



Ilustración 102. Sala de trofeos del club

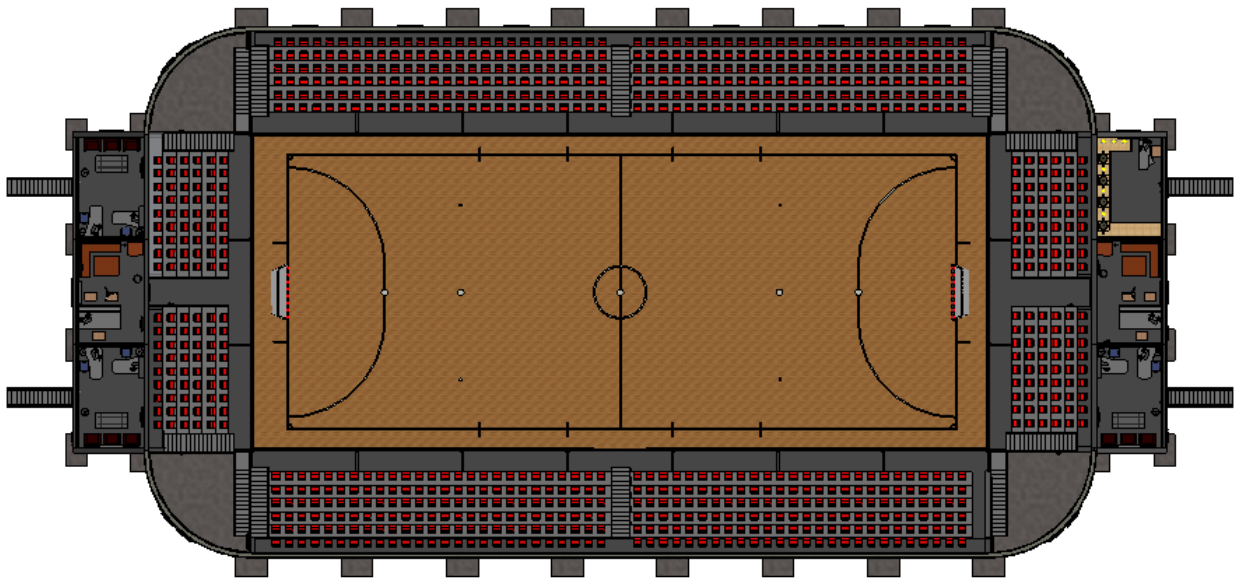


Ilustración 103. Vista final del interior de la primera planta

Para finalizar el interior del estadio, añadimos las distintas señales, restricciones, salidas de emergencia y también los elevadores de escaleras para minusválidos, uno en cada esquina donde están situadas las escaleras de acceso a las gradas.

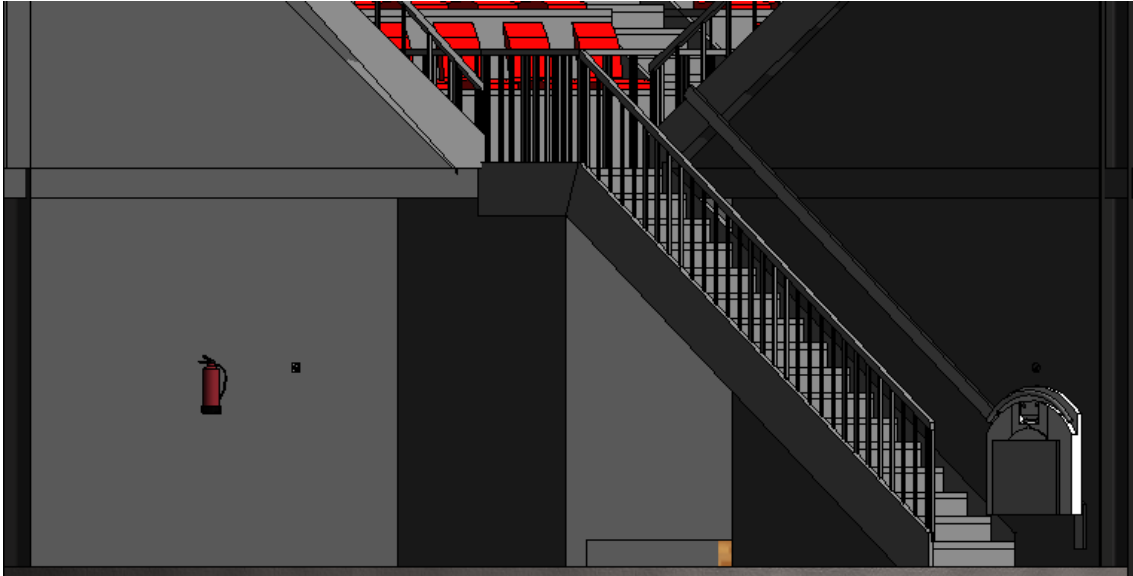


Ilustración 104. Silla salva-escaleras para minusválidos



Ilustración 105. Señalización de las salidas de emergencia



Ilustración 106. Colocación de los extintores alrededor del estadio

5.3.8. Mobiliario exterior del estadio

Como se ha hecho en el apartado anterior, crearemos y cargaremos los distintos elementos y mobiliarios necesarios en la zona exterior del estadio.

5.3.8.1. Fachada principal del estadio

En primer lugar, editamos la fachada principal con el nombre del estadio, el cual, se llamará “ENTRE OLIVOS”, debido a que se encuentra totalmente sumergido entre éstos.

Y, en segundo lugar, colocamos al lado del nombre el escudo del Quesada F.S (Ilustración 107), que creamos previamente en un modelo genérico métrico asignándole un material de metal. Siguiendo el mismo procedimiento, modelamos las banderas de España y de Andalucía (Ilustración 109), siendo la parte de la bandera de cuero y el poste de acero.



Ilustración 107. Escudo 3D del Quesada F.S



Ilustración 108. Escudo original del Quesada F.S

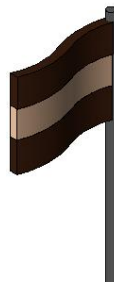


Ilustración 109. Modelado de las banderas de España y Andalucía

El resultado final de la fachada se puede apreciar en la Ilustración 110.



Ilustración 110. Fachada principal del estadio

5.3.8.2. Emplazamiento del estadio

Se introdujo el terreno exterior, donde va asentado el estadio, el cual, debía ser similar al de la parcela. Para ello, lo que hicimos fue modelar la superficie topográfica, que como hemos visto anteriormente en la localización de la parcela (pág. 32) está completamente plana. En la Ilustración 111, se puede apreciar cómo una vez dentro de “Superficie topográfica”, con el comando “Colocar punto” se fue creando el contorno de la parcela con elevación de 0 m.

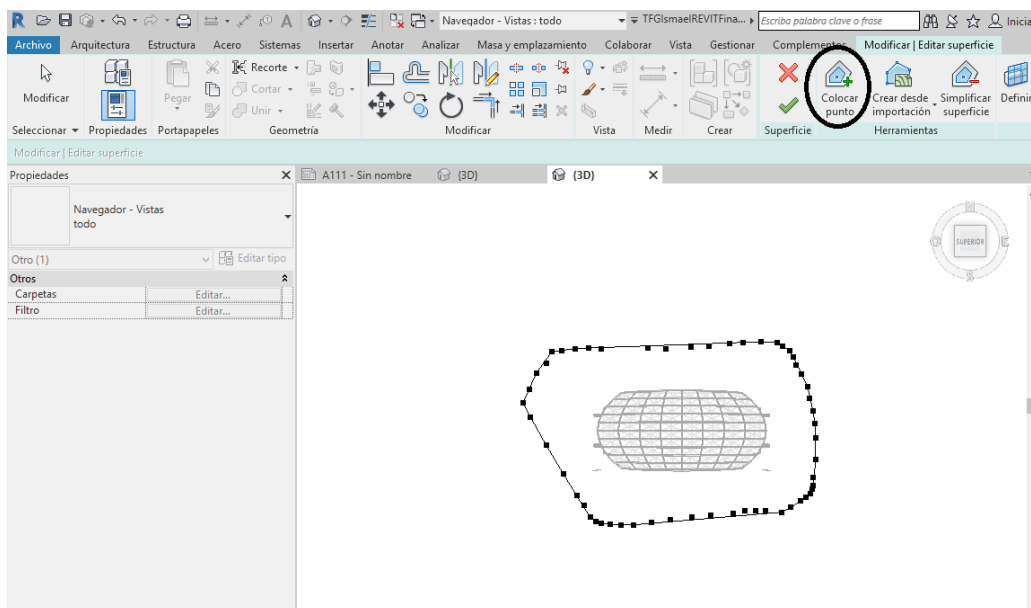


Ilustración 111. Situación topográfica de la parcela

Sobre el terreno creado, se modeló la plataforma sobre la que irá asentado el estadio, por medio del comando “Plataforma de construcción” que se encuentra en la “Barra de opciones”. A ésta se le vincularon dos carreteras, por las que se accederá al estadio desde las diferentes vías que lo rodean, como se puede observar en la Ilustración 112.

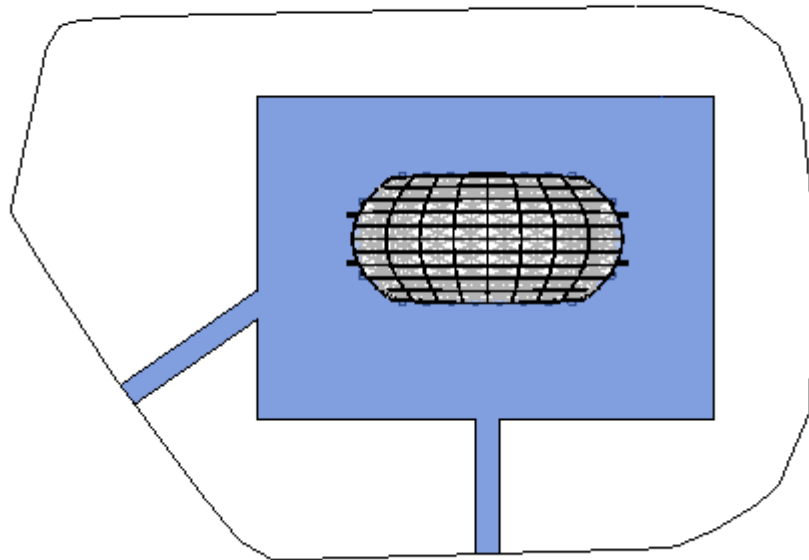


Ilustración 112. Plataforma sobre la que se asienta el estadio

El material seleccionado para el terreno fue “hierba” (Ilustración 113), para dar un toque más próximo a la realidad, en cuanto a las zonas de campo se refiere, y “hormigón modelado in situ” (Ilustración 114) a la zona donde quedaría situado el estadio y a ambas vías de acceso. El resultado del emplazamiento final se puede apreciar en la Ilustración 115.

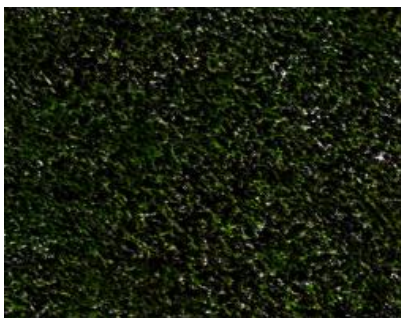


Ilustración 113. Familia de hierba ofrecida por Revit



Ilustración 114. Familia de hormigón modelado in situ ofrecida por Revit

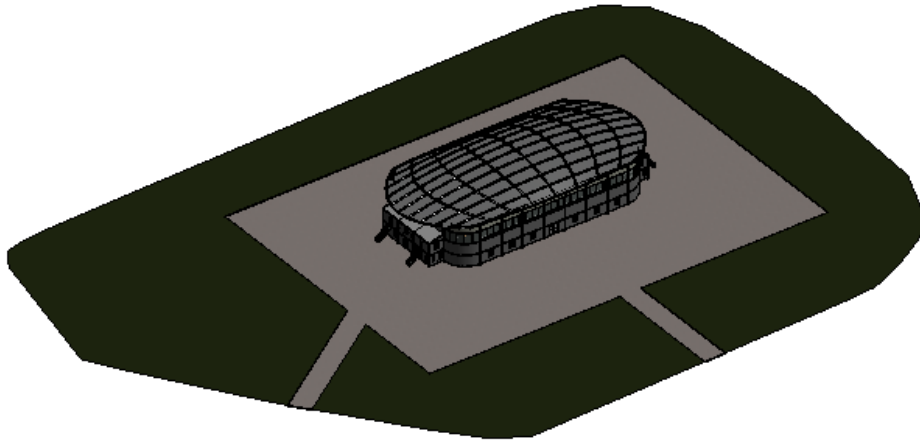


Ilustración 115. Emplazamiento del estadio sobre el terreno de la parcela

5.3.8.3. Colocación exterior de los distintos elementos

Sobre la plataforma se comenzó a construir un carril peatonal constando éste de dos capas de “SEAL-FIX SINTÉTICO”, aplicado sobre el hormigón. Este carril peatonal bordeará el estadio y llegará hasta la salida, donde se unirá con otro carril que llevará hasta el pueblo para así poder la gente acceder al estadio caminando (Ilustración 116).

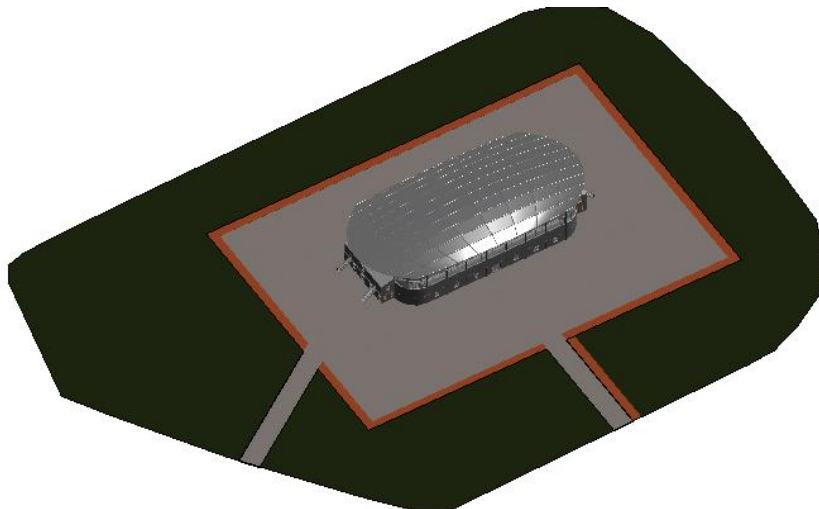


Ilustración 116. Camino peatonal con acceso a las afueras del estadio

Bordeando este carril, colocamos unas vallas de madera de pino (Ilustración 117), diseñadas a medida por medio de un modelo genérico métrico. Su función principal es la proteger a los peatones de los vehículos (Ilustración 118).

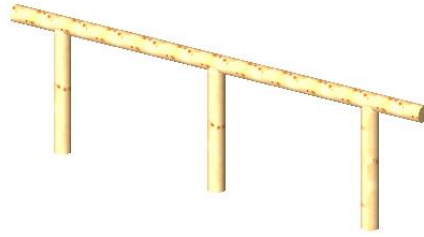


Ilustración 117. Valla de madera de pino

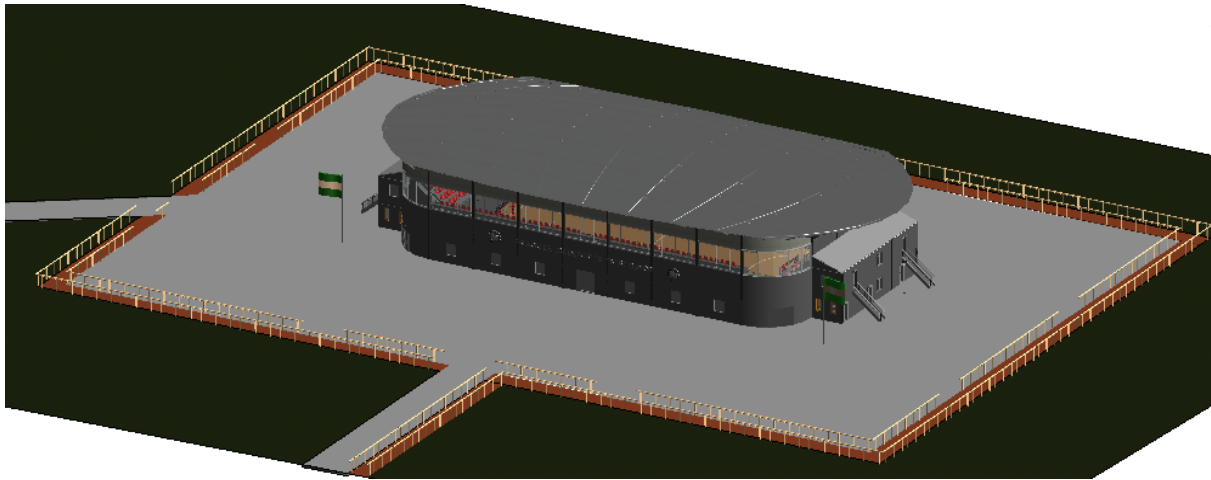


Ilustración 118. Inserción de las vallas al camino

Para distinguir la zona peatonal de la zona de vehículos se colocaron unos bolardos por medio de la opción matriz a una separación de 1.5 m. La distancia a la que se encuentra sobre la fachada principal es a 14 m y a 4 m sobre el resto del estadio. Los bolardos previamente han sido creados por medio de un modelo genérico métrico. Estos están fabricados en acero (Ilustración 119).



Ilustración 119. Bolardos de acero

Una vez cargados en el proyecto, estos quedaron de la siguiente manera:

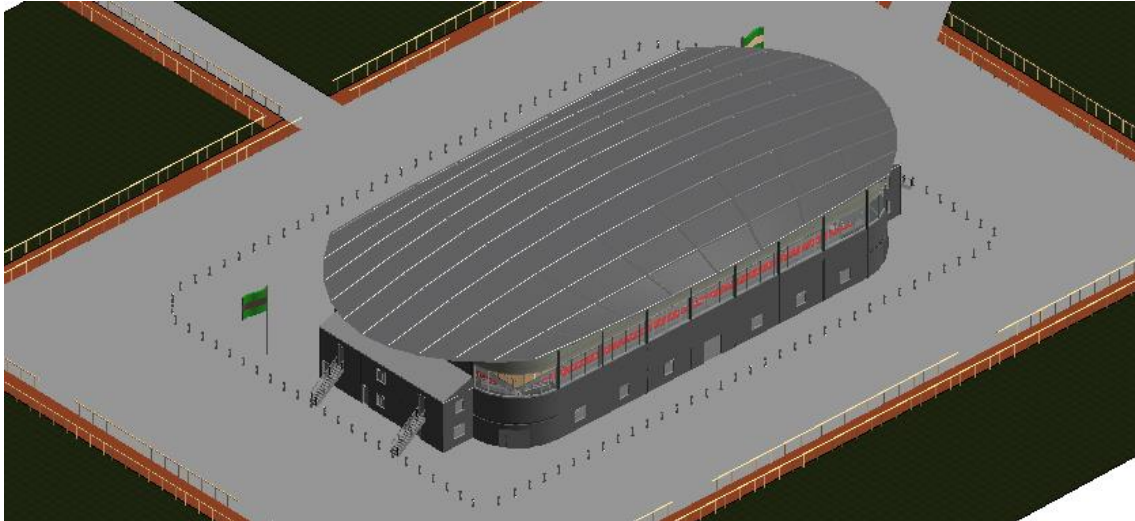


Ilustración 120. Colocación de bolardos alrededor del estadio

Para la iluminación exterior del estadio colocamos farolas, siendo creadas también por medio del modelo genérico métrico (Ilustración 121), quedando como muestra la Ilustración 122.



Ilustración 121. Diseño de las farolas exteriores del estadio



Ilustración 122. Distribución de las farolas exteriores

Las líneas del suelo se modelaron para crear por un lado los pasos de peatones, aparcamientos de coches, motos y autobuses, y por otro lado, las líneas que delimitan los distintos sentidos de circulación y las reglas de circulación. Para ello, el material escogido fue pintura para marcas viales.

Las líneas y señalizaciones se crearon previamente a medida por medio de un modelo métrico genérico. Únicamente, las líneas de los pasos de peatones fueron creadas por medio de masas in situ.

Encontramos diez pasos de peatones alrededor de todo el estadio como podemos observar en la Ilustración 123.

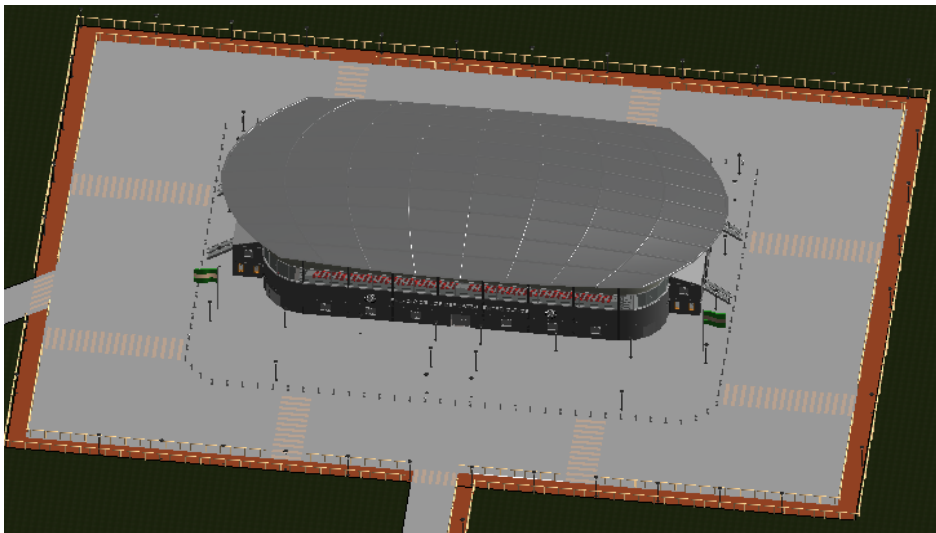


Ilustración 123. Distribución de los distintos pasos de cebra

La Ilustración 124 muestra como quedaron las líneas de los aparcamientos, normas de tráfico, etc., una vez modeladas.



Ilustración 124. Señalización de aparcamientos, restricciones de tráfico, etc.

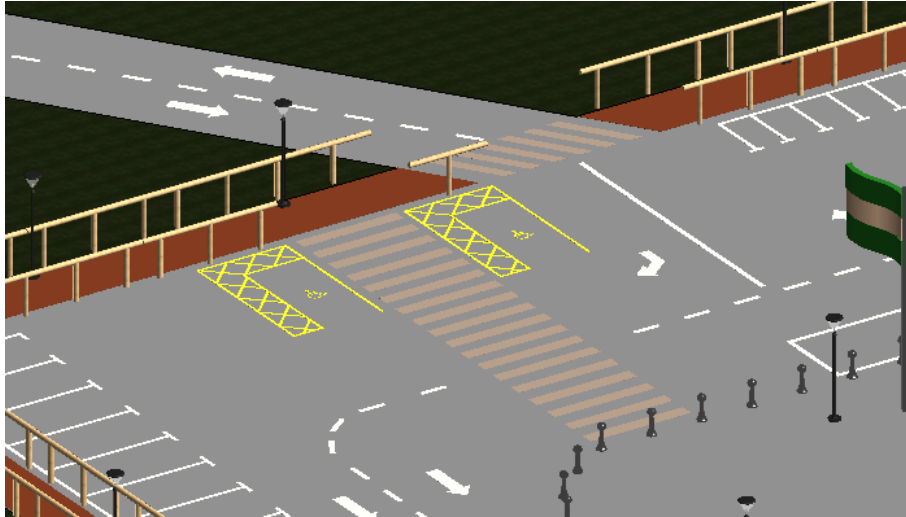


Ilustración 125. Aparcamientos para minusválidos

Los elementos introducidos seguidos a esto fueron algunas familias descargadas de internet en la página <https://www.cadblocksfree.com/>. Entre estos, encontramos papeleras de plástico, bancos de concreto, fuentes de agua con macetero para la fachada principal del estadio, barreras de accesibilidad al estadio, parada de autobús o barras de acero para aparcar las bicicletas (Ilustración 126).

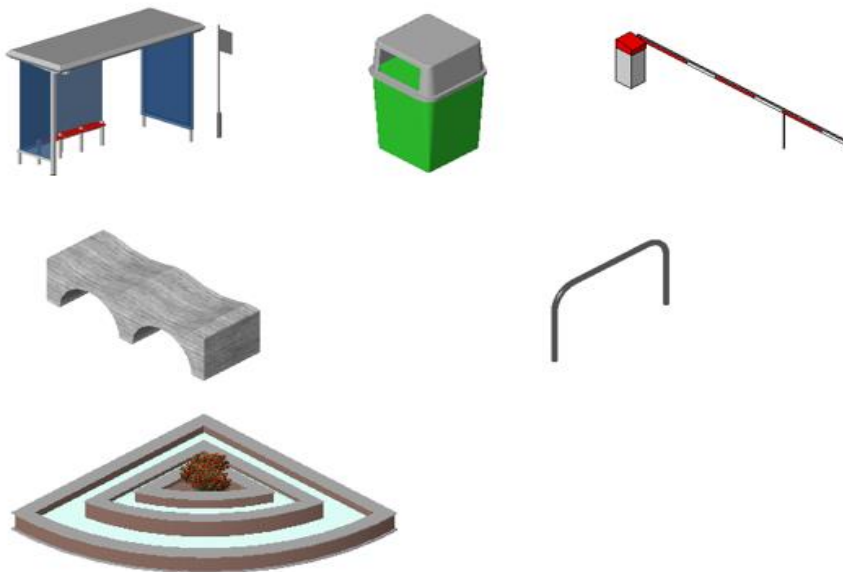


Ilustración 126. Familias descargadas de internet 1

Fuente: <https://www.cadblocksfree.com/>

Cargadas estas en el proyecto principal, el resultado fue el mostrado en la Ilustración 127 y 128.

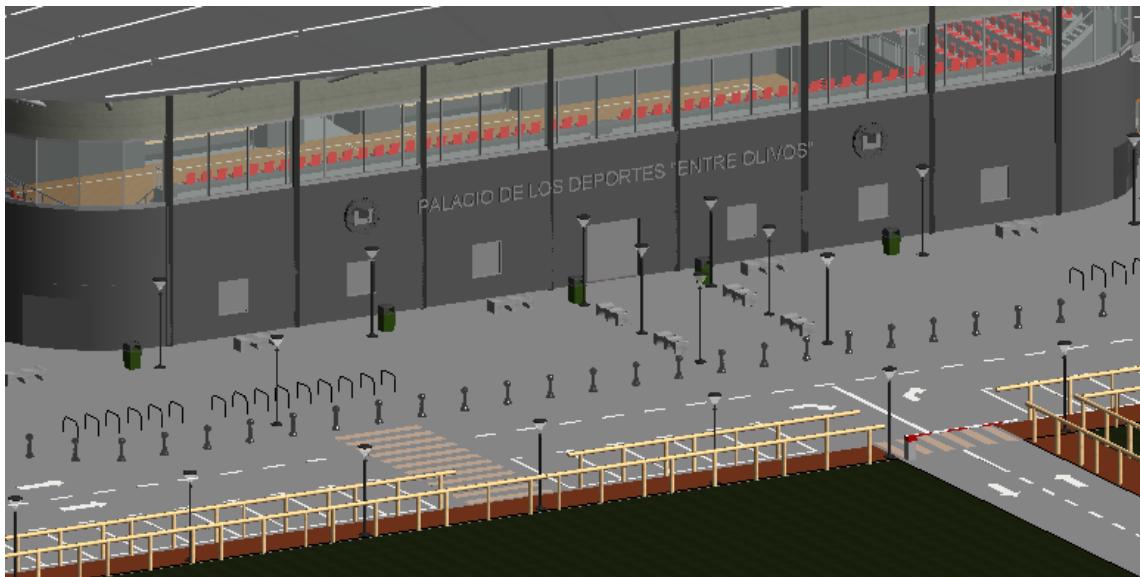


Ilustración 127. Colocación 1 de las familias descargadas de internet



Ilustración 128. Colocación 2 de las familias descargadas de internet

Por último, se insertaron los aficionados y los vehículos, entre los que se encuentran autobuses, coches, motocicletas y bicicletas (Ilustración 129). Al igual que antes, estas familias nos las hemos descargado de la página <https://www.cadblocksfree.com/>.

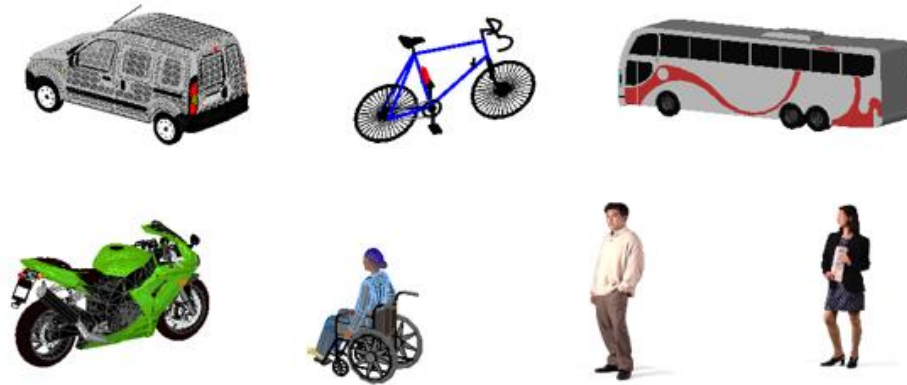


Ilustración 129. Familias descargadas de internet 2



Ilustración 130. Inserción de las nuevas familias descargadas

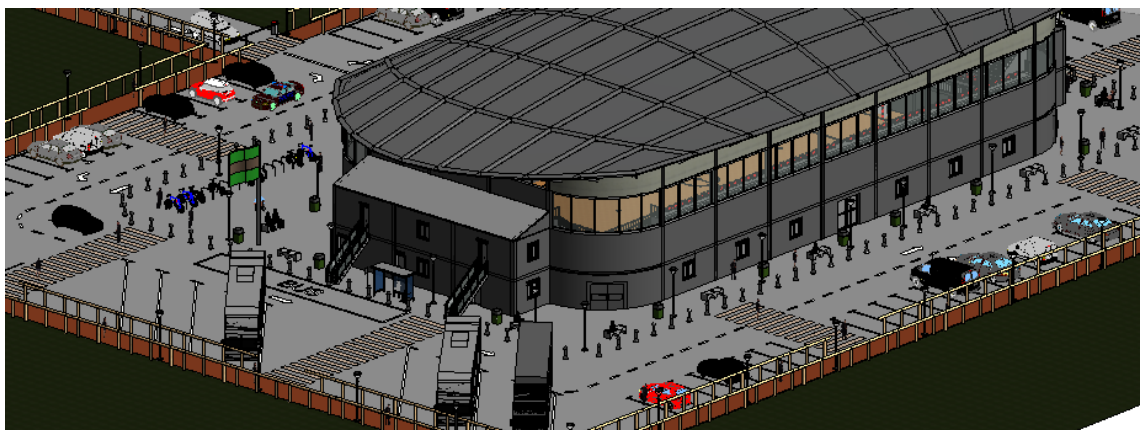


Ilustración 131. Vista de la fachada trasera del estadio

5.4. Red de distribución de saneamientos

Otra gran ventaja que nos facilita Revit es la de poder crear las redes de distribución de saneamiento de forma automática.

Para ello, lo que se hizo fue conectar los sistemas de tuberías provenientes de las distintas partes del estadio, tales como baños y vestuarios.

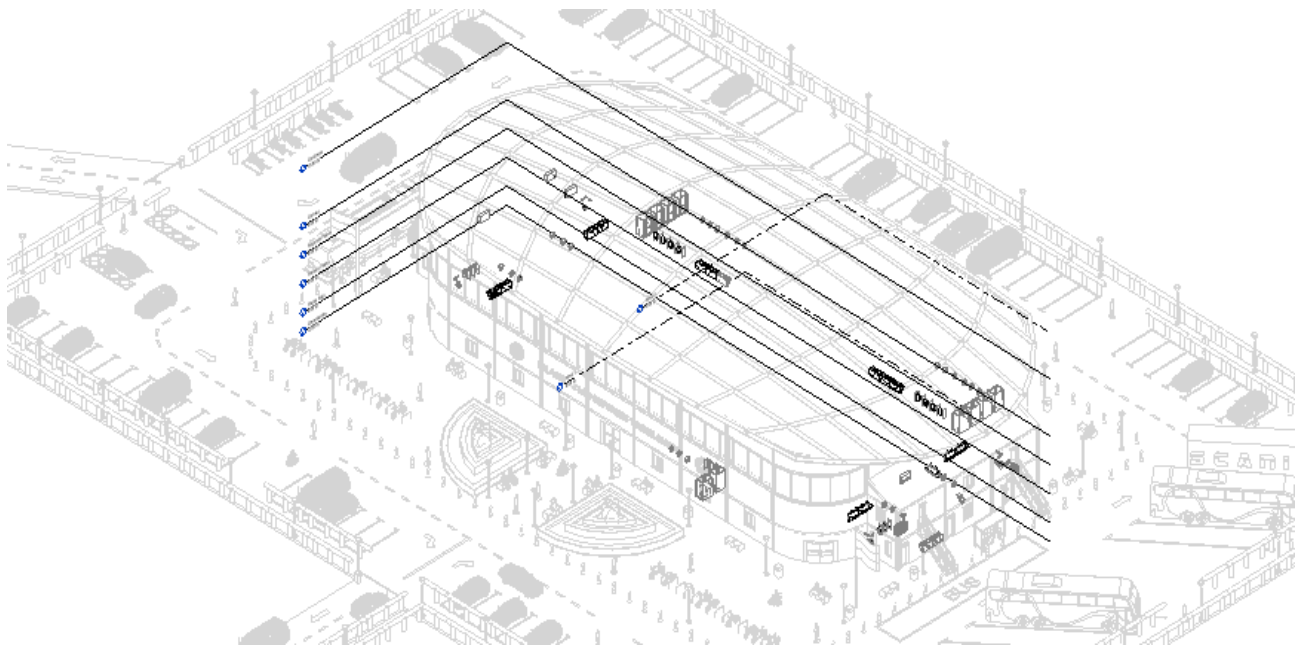


Ilustración 132. Vista de nuestro proyecto en el nuevo archivo

Lo siguiente que se realizó fue coincidir los niveles de nuestra nueva plantilla con los de nuestro proyecto principal (Ilustración 133).

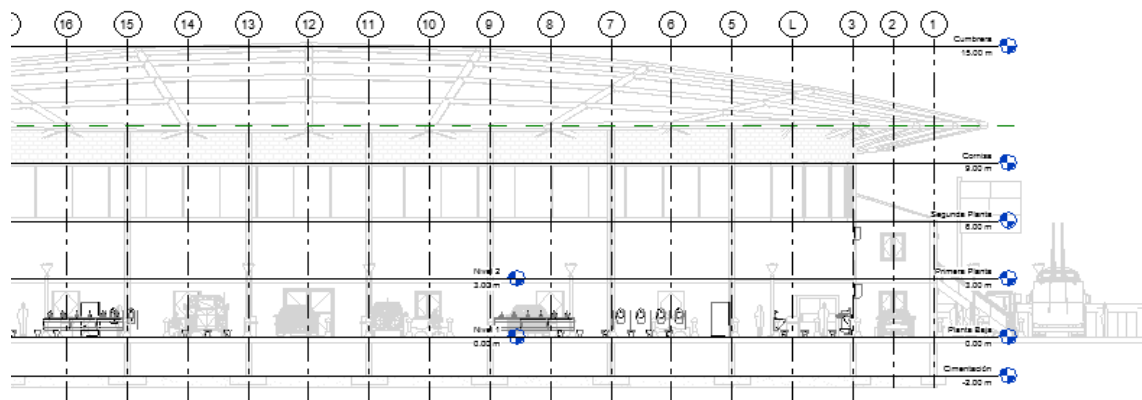


Ilustración 133. Niveles adaptados a la nueva familia

En el nivel 1 como podemos apreciar, nos marca en oscuro las familias que pertenecen a fontanería (Ilustración 134):

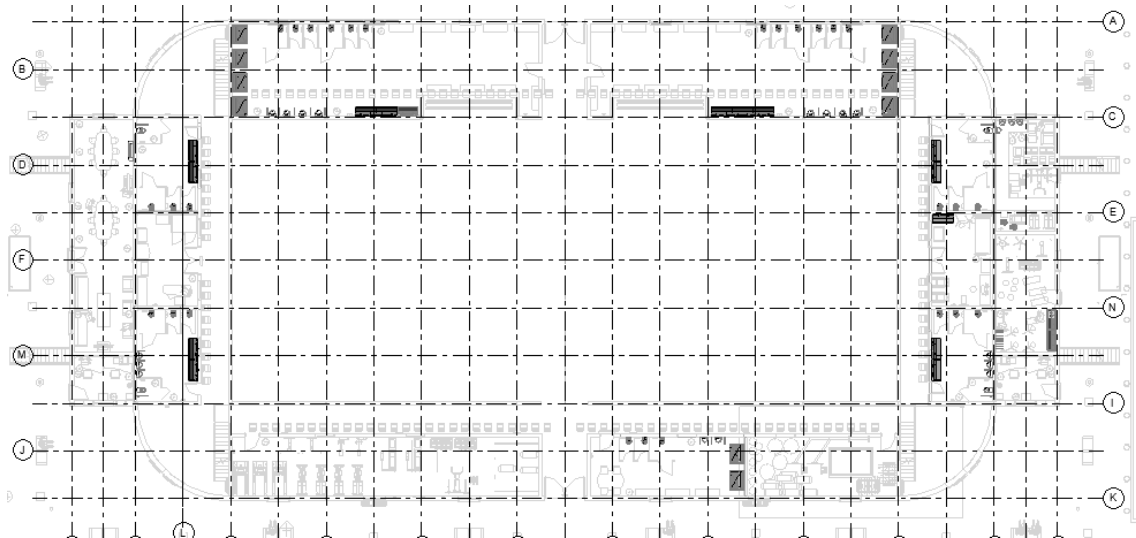


Ilustración 134. Familias pertenecientes a fontanería

Pues bien, en este punto colocamos en todos los elementos sus entradas y salidas de agua. Para hacer esto, seleccionamos previamente cada elemento, modificando su familia y dentro de éste, creamos extrusiones cilíndricas con la forma de la tubería que irá ajustada a ella.

Hay que destacar, que los diámetros seleccionados están normalizados. La Ilustración 135, nos muestra los distintos diámetros homologados para tuberías:

| Diametro Acero | Diametro Nominal | D Ext | Espesor STD | Espesor XS | D Int STD |
|----------------|------------------|-------|-------------|------------|-----------|
| 1/2 | 15 | 21,13 | 2,77 | 3,73 | 15,59 |
| 3/4" | 20 | 26,7 | 2,87 | 3,91 | 20,96 |
| 1" | 25 | 33,4 | 3,38 | 4,55 | 26,64 |
| 1 1/4" | 32 | 42,2 | 3,56 | 4,85 | 35,08 |
| 1 1/2" | 40 | 48,3 | 3,68 | 5,08 | 40,94 |
| 2" | 50 | 60,3 | 3,91 | 5,54 | 52,48 |
| 2 1/2" | 65 | 73 | 5,16 | 7,01 | 62,68 |
| 3" | 80 | 88,9 | 5,49 | 7,62 | 77,92 |
| 4" | 100 | 114,3 | 6,02 | 8,56 | 102,26 |
| 5" | 125 | 141,3 | 6,55 | 9,52 | 128,2 |
| 6" | 150 | 168,3 | 7,11 | 10,97 | 154,08 |

Ilustración 135. Normalización de tuberías

Fuente: (Pérez de la Cruz, 2018)

Como ejemplo para explicar lo anteriormente visto, veremos el caso del váter para minusválidos (Ilustración 136).

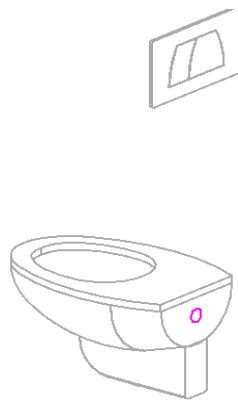


Ilustración 136. Señalización de la tubería

Señalizada la superficie por la cual se moverá el flujo, ésta se extruyó, para posteriormente indicarle al programa que dicha extrusión es un conector de tubería. Para ello, seleccionamos el conector de tuberías dentro de la opción “crear”, y sobre el área marcada se extruyó el agujero deseado (Ilustración 137).

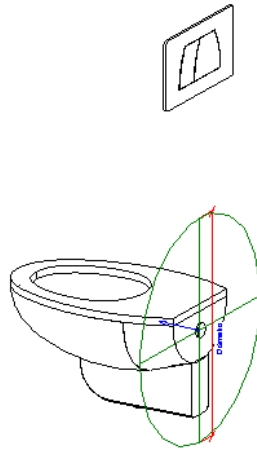


Ilustración 137. Conector de tubería

Seguidamente, le introducimos un diámetro, siendo en nuestro caso de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm). También se le especificó que la dirección del flujo sería entrante y que la clasificación sería agua fría sanitaria, quedando como se puede apreciar en la Ilustración 138.

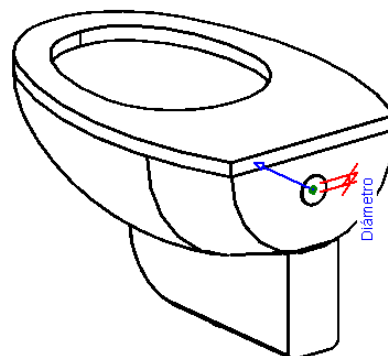


Ilustración 138. Dirección de entrada del flujo

Para señalar la salida del flujo se repitió el proceso anterior. Aquí especificamos que la dirección del flujo sería saliente, la clasificación de saneamiento y el radio de $1\frac{1}{4}$ " (31.75 mm) como muestra la Ilustración 139.

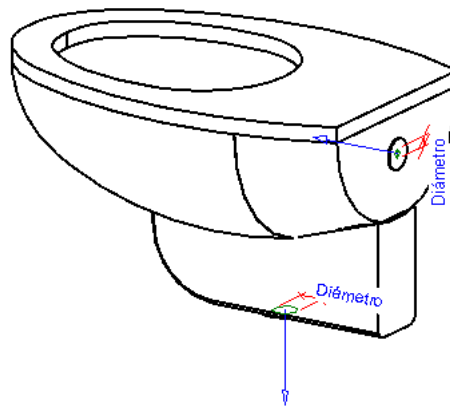


Ilustración 139. Dirección de salida del flujo

Haciendo lo mismo que se ha hecho en el ejemplo anterior a las demás familias, el resultado sería el mostrado en la Ilustración 140.

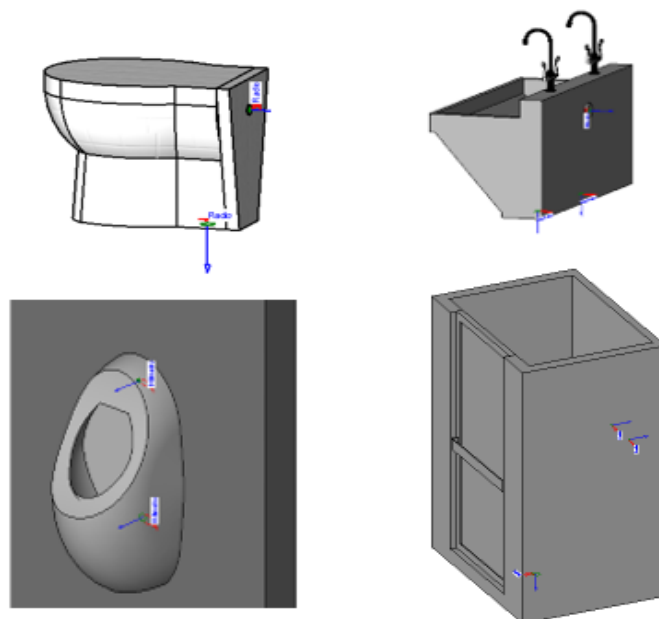


Ilustración 140. Distribución de entrada y salida de agua en las distintas familias

Aprovechando una de las herramientas ofrecidas por Revit, creamos la distribución de tuberías para los canales de aguas sanitarias de forma automática.

Para ello, seleccionamos todos los elementos y una vez marcados se especificó si queríamos que la unión fuese de agua fría, agua caliente o sanitario, siendo el resultado el que se puede apreciar en las Ilustraciones 141, 142, 143 y 144.

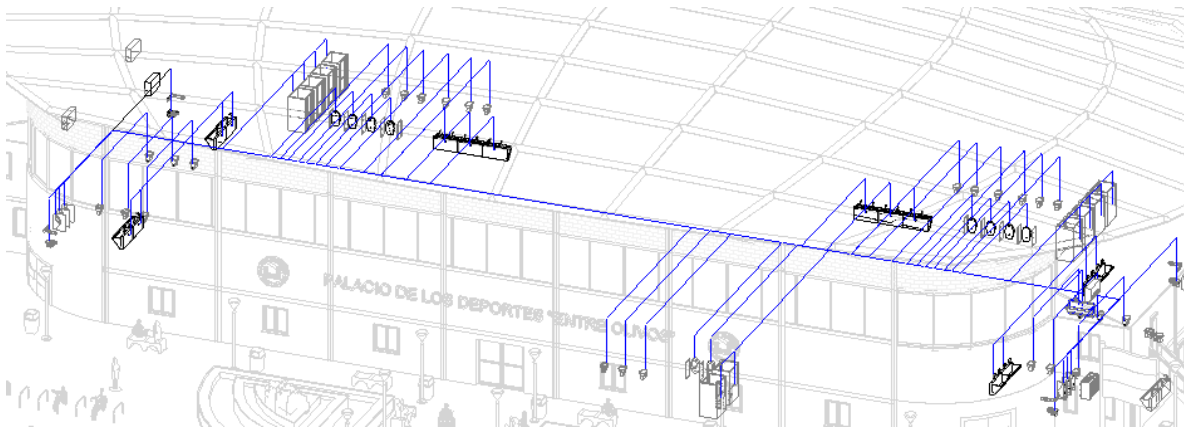


Ilustración 141. Distribución de agua fría

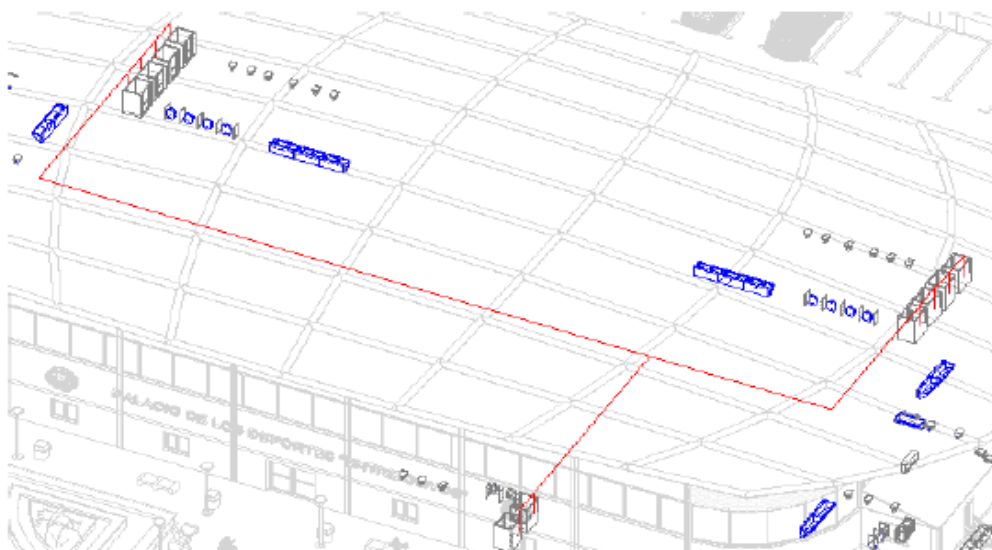


Ilustración 142. Distribución de agua caliente

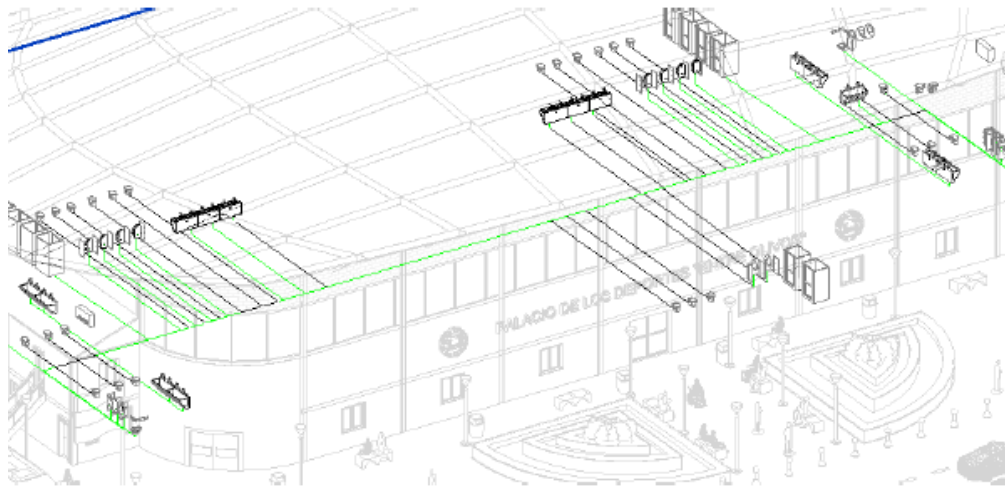


Ilustración 143. Distribución de sanitarios

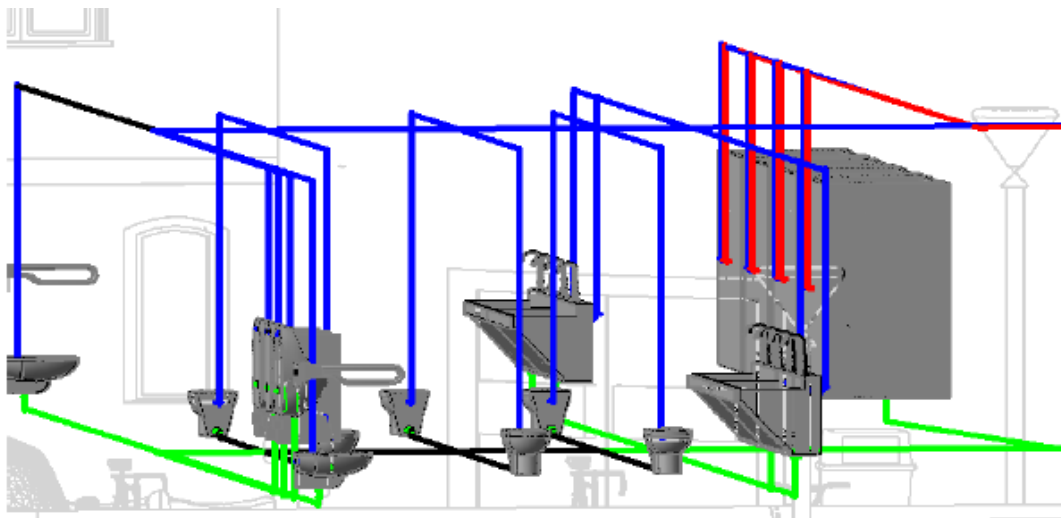


Ilustración 144. Visión global de la distribución de la red de saneamiento

6. VISUALIZACIÓN FINAL DEL PROYECTO

Acabado el modelado, podremos visualizar el resultado final del proyecto gracias a la herramienta de “Renderizado”, que es otra de posibilidades que nos ofrece Revit.

Esta opción es imprescindible, ya que nos permite obtener imágenes muy próximas a la realidad, pudiendo así dar al cliente una idea global de cómo quedará finalmente la edificación propuesta.

A continuación, mostraremos una serie de imágenes renderizadas, las cuales nos muestran el estado final de nuestro proyecto.

El interior del estadio se puede apreciar desde la Ilustración 145 hasta la 155 mientras que el exterior se muestra desde la 156 hasta la 165.



Ilustración 145. Pasillos del estadio



Ilustración 146. Sala de reuniones

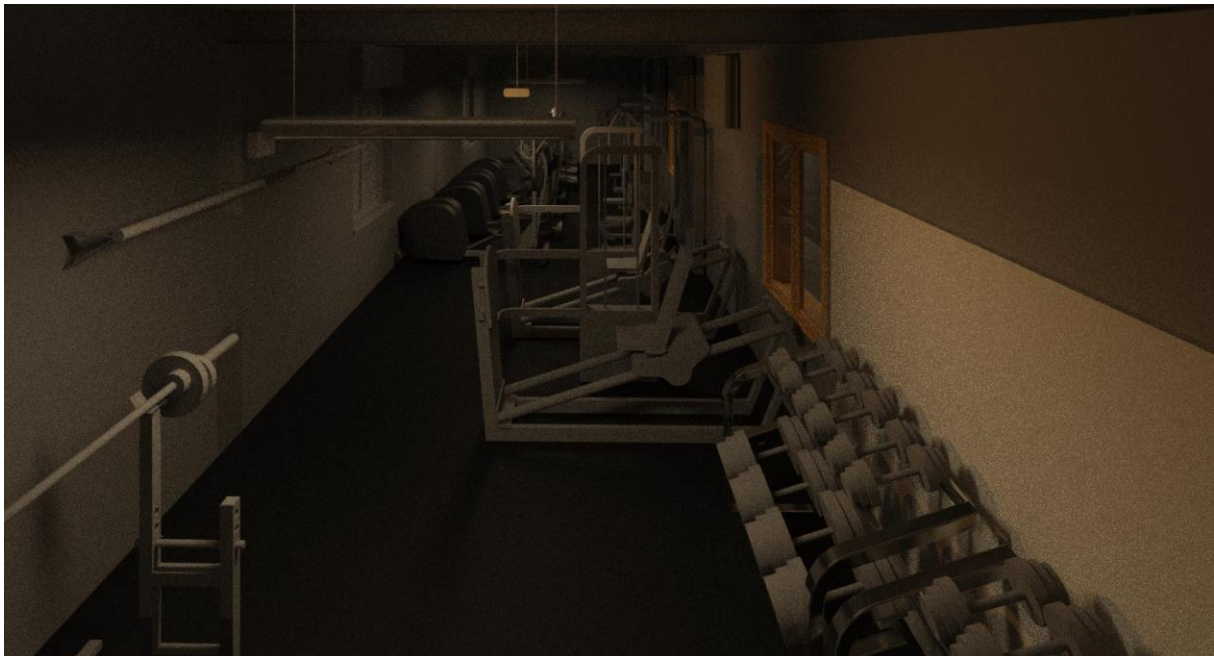


Ilustración 147. Sala de Musculación



Ilustración 148. Baño de caballeros



Ilustración 149. Vestuario Local



Ilustración 150. Entrada al estadio por la parte de los laterales



Ilustración 151. Enfermería del estadio



Ilustración 152. Oficinas del estadio



Ilustración 153. Vista frontal del terreno de juego



Ilustración 154. Vista lateral del terreno de juego

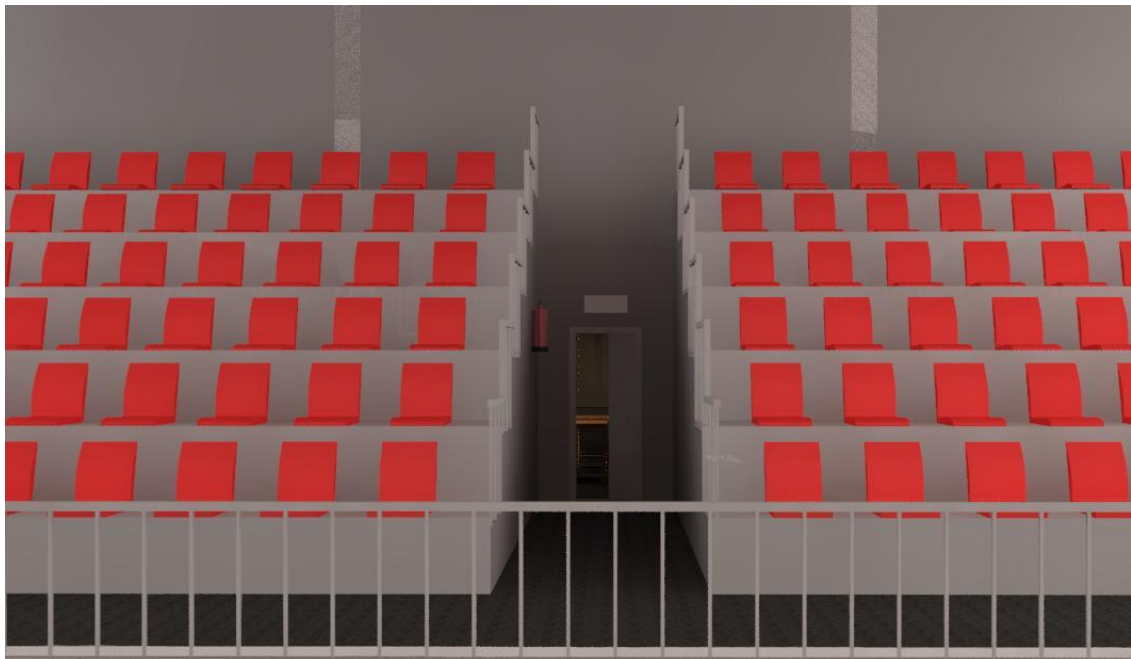


Ilustración 155. Vista del acceso al Bar 1



Ilustración 156. Vista lateral de la fachada principal



Ilustración 157. Entrada principal del estadio

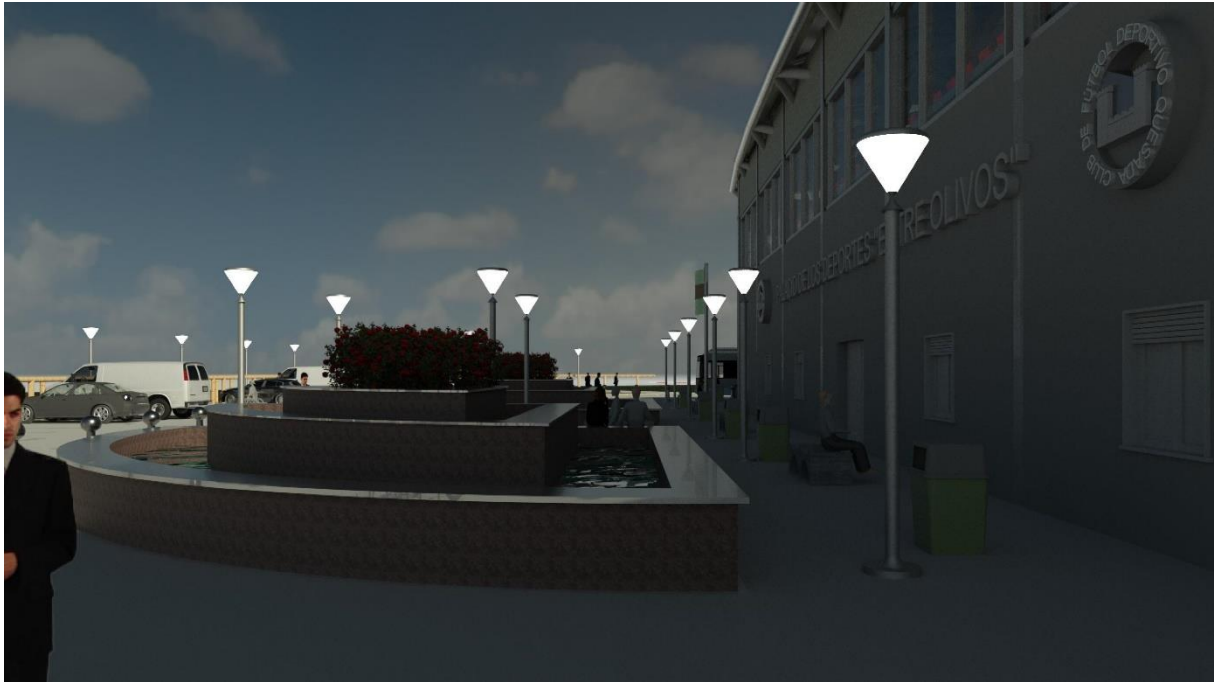


Ilustración 158. Vista de las fuentes situadas en la entrada del estadio



Ilustración 159. Vía lateral de acceso al estadio



Ilustración 160. Vista frontal del estadio



Ilustración 161. Vista lateral izquierdo del estadio



Ilustración 162. Vista lateral derecho del estadio



Ilustración 163. Vista aérea lateral izquierdo del estadio

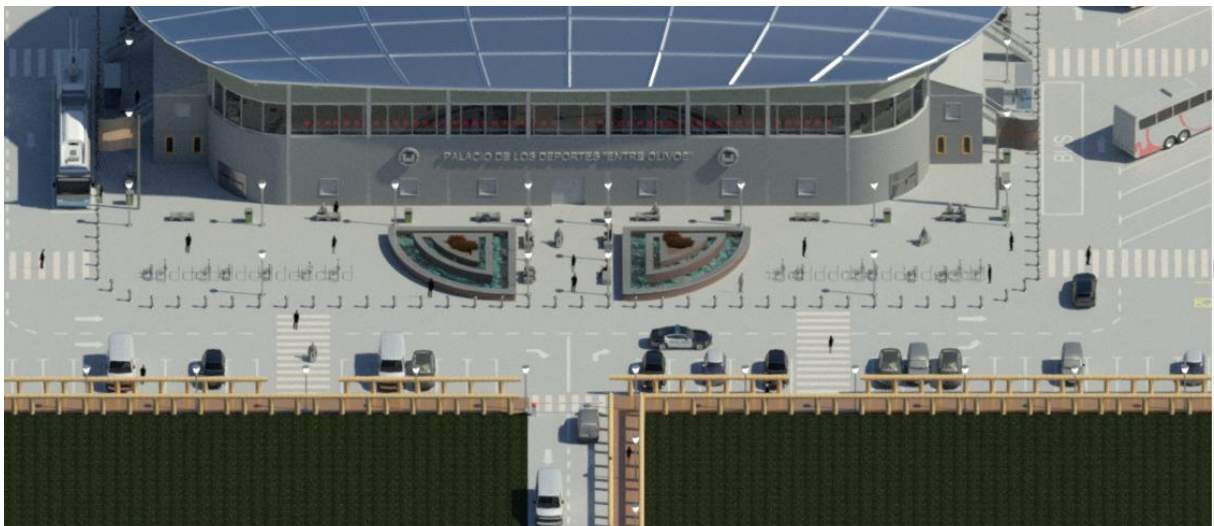


Ilustración 164. Vista aérea de la fachada del estadio

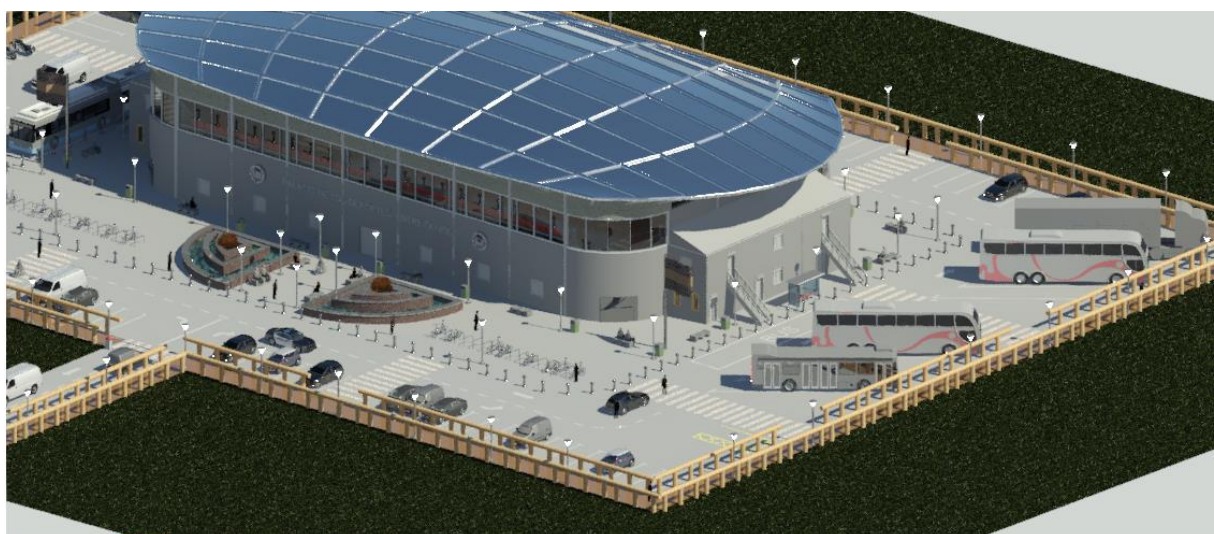


Ilustración 165. Vista aérea del lateral derecho del estadio

Por último, en las Ilustraciones 166 y 167 veremos mediante una simulación 3D creada con el programa Paint 3D como quedaría la instalación final del proyecto sobre la parcela escogida en la periferia de Quesada.



Ilustración 166. Vista final de cómo quedaría el estadio insertado sobre la parcela



Ilustración 167. Emplazamiento 3D del estadio sobre la parcela

7. DOCUMENTACIÓN

7.1. Planos

Para definir el proyecto se han seleccionado una serie de planos básicos, los cuales se pueden apreciar en el Anejo III.

Para ello, inicialmente se diseñó el cajetín característico y posteriormente, se generaron los márgenes correspondientes para cada tipo de formato de papel empleado en la construcción.

Para empezar, nos creamos una nueva familia seleccionando la opción de cuadro de rotulación asignada directamente por Revit (Ilustración 168).

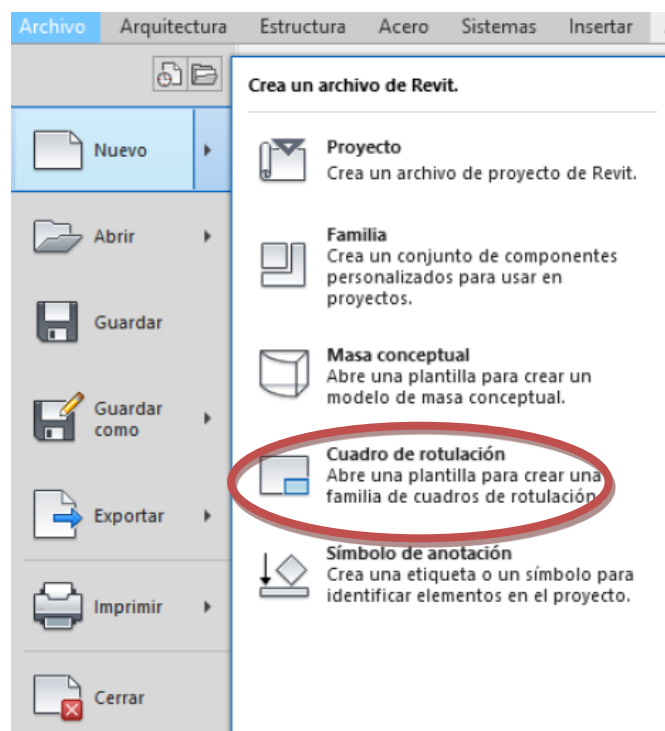


Ilustración 168. Selección del cuadro de rotulación

Lo siguiente fue escoger el tipo de plantilla deseada, siendo en nuestro caso "A3 metric" puesto que el formato de los planos fue A3. A continuación, lo que hicimos fue crearnos un cuadro interior normalizado, siendo las medidas escogidas (según las

normas UNE) de un margen 20 mm para el lado izquierdo y un margen de 10 mm para el resto (Ilustración 169).



Ilustración 169. Márgenes de nuestro plano

Lo siguiente fue crear el cajetín normalizado (Ilustración 170), para ello lo que hicimos fue modificar los estilos de líneas, introducir textos y por último insertar el logo de la Universidad de Jaén.



| | | | |
|--|--|---|--|
|  Universidad de Jaén | Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén | | |
| | Plano: | | Nº Plano: |
| Escuela Politécnica Superior de Jaén | ESCALA | Autor: Ismael Martínez Sevilla | Firma:  |
| Fecha: 05/09/2020 | | Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez | Firma: |

Ilustración 170. Cuadro de rotulación

El resultado final del plano con el cajetín insertado se muestra en la Ilustración 171.

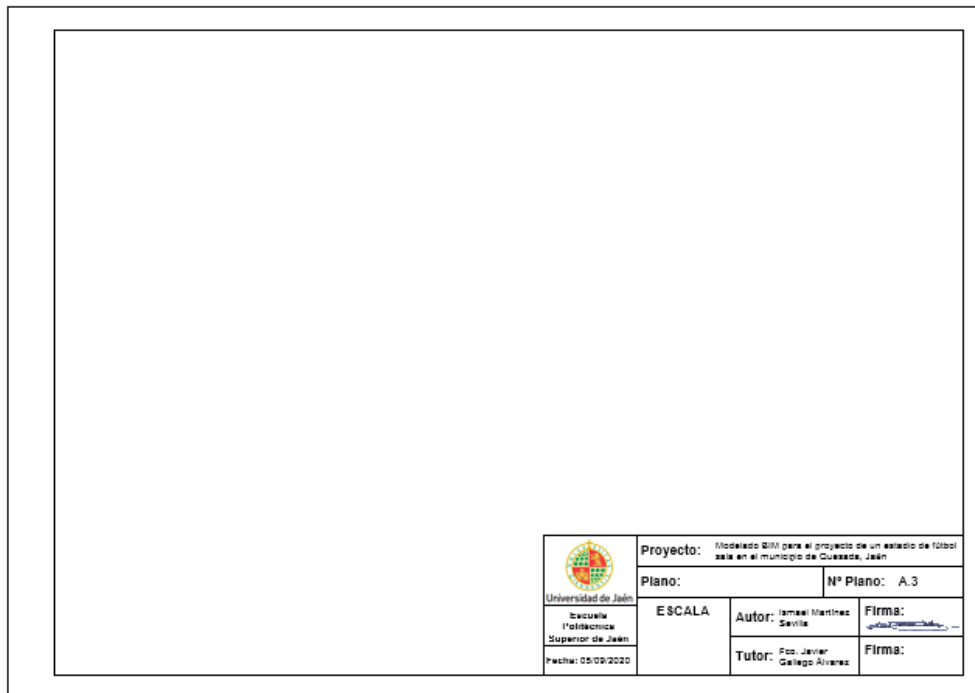


Ilustración 171. Plano generado con su cajetín correspondiente

Posteriormente, cargamos el plano dentro de nuestro proyecto principal, dándole al botón izquierdo dentro de “Planos (todo)”, seguidamente a “Nuevo plano” y una vez dentro pinchamos en “cargar...”, pudiendo así abrir el plano recientemente generado (Ilustración 172).

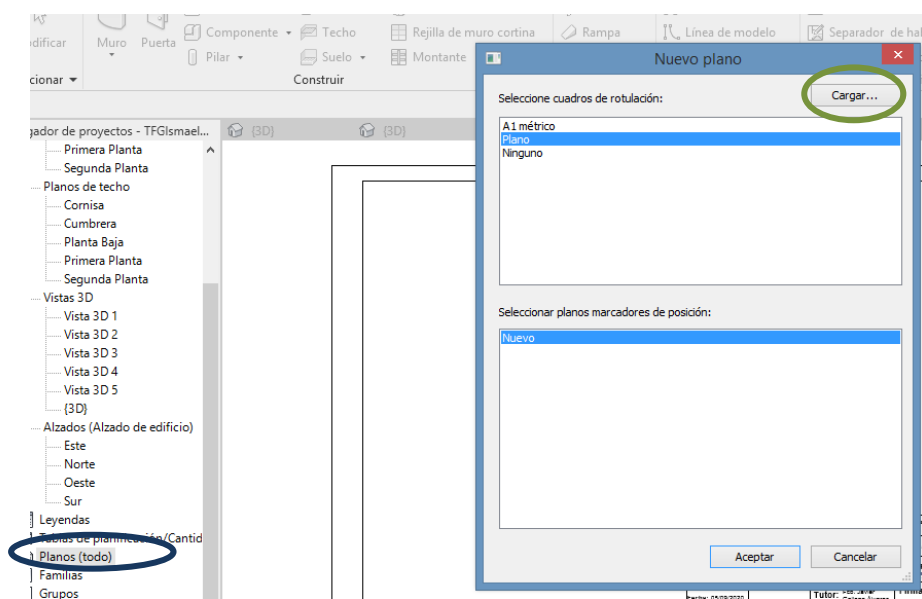


Ilustración 172. Inserción del plano generado en el proyecto principal

Después, lo que hicimos fue crearnos los distintos planos con las vistas deseadas, pudiéndose apreciar más abajo en el “Anejo III”. Una vez creado el plano, le dimos a la opción imprimir, que se encuentra en la barra de opciones, pudiendo así generar el formato PDF con los planos obtenidos. También, hay que destacar que para poder pasarlo a PDF previamente nos descargamos de Google el programa “PDF Creator” el cual nos facilitó y nos permitió hacer dicho proceso.

7.2. Tablas de Planificación

En todo proyecto, la importancia de unas buenas mediciones cobra un papel fundamental a la hora de entregar un buen presupuesto. Es por eso, que cuando el proyecto se ha definido completamente, el siguiente paso es la elaboración de las tablas de planificación.

Las tablas de planificación generadas para este proyecto podremos apreciarlas en el “Anejo I”, el cual encontraremos al final del documento en la página 137. Para ver cómo se hicieron, utilizaremos de ejemplo las tablas de planificación de la “Cimentación estructural”.

Para la creación de estas tablas seleccionamos la “Tabla de planificación/Cantidades” dentro de la opción “Vista” situada en la parte superior de la “Barra de opciones”, como se puede apreciar en la Ilustración 173.

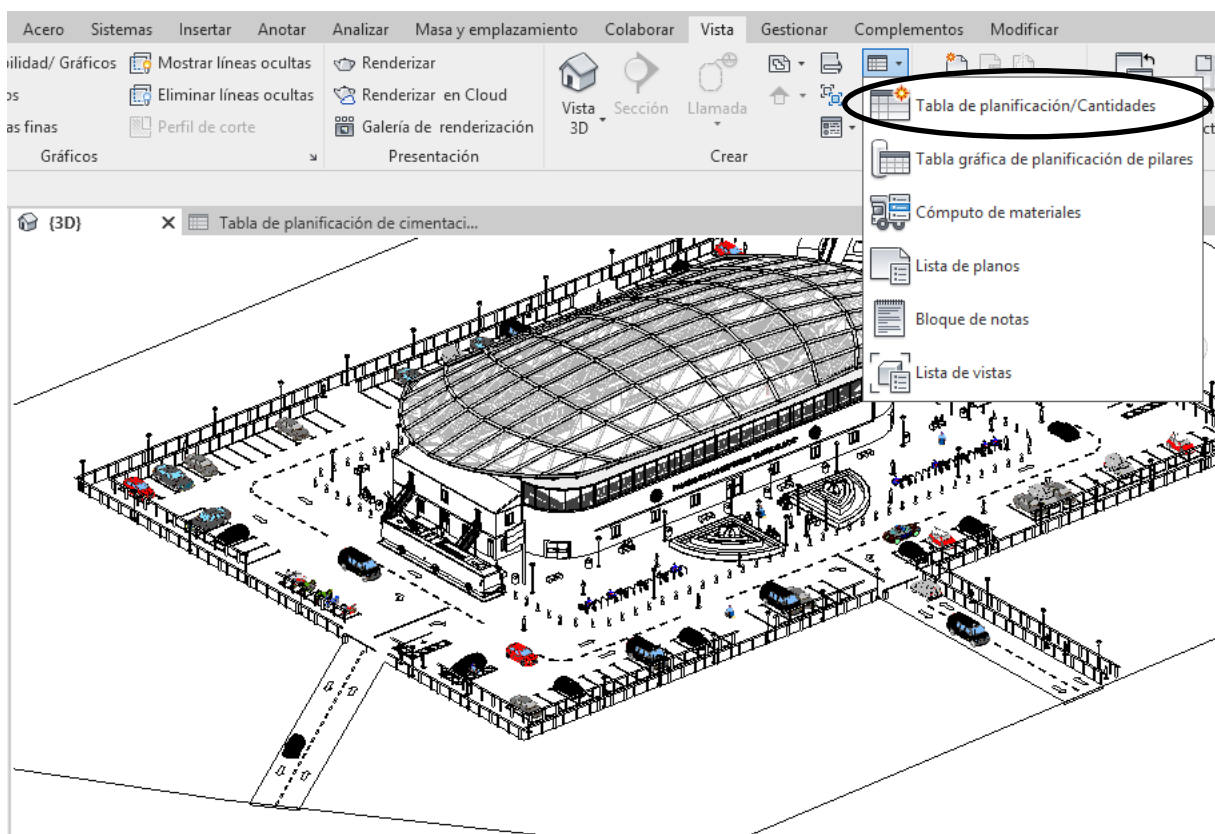


Ilustración 173. Selección Tabla de planificación/Cantidades

A continuación, se seleccionaron los campos de planificación para el elemento con el que estemos trabajando, en este caso “Cimentación estructural” (Ilustración 174).

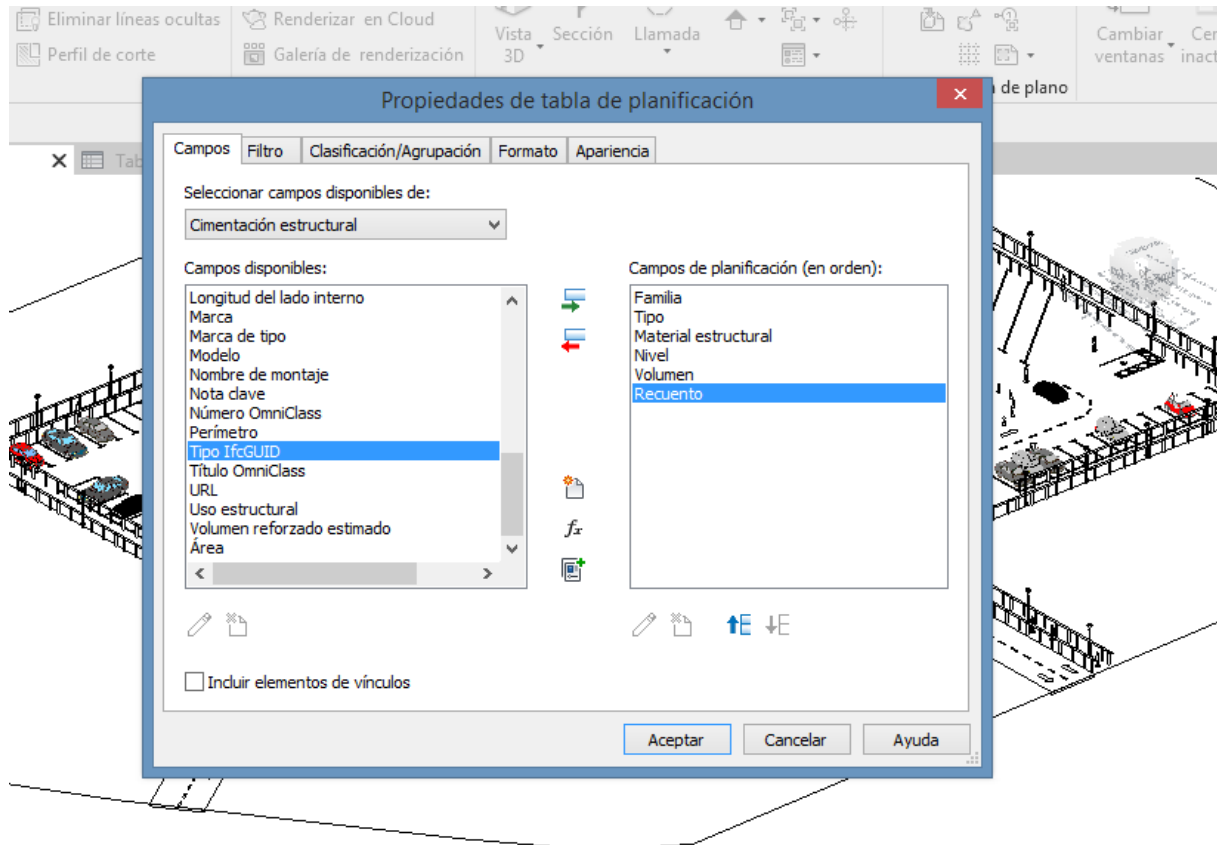


Ilustración 174. Propiedades de la tabla de planificación

Por consiguiente, se redujo el tamaño de la tabla con la ayuda de la pestaña “Clasificación/Agrupación”, quedando la tabla finalmente como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Tabla de planificación de cimentación estructural

| <Tabla de planificación de cimentación estructural> | | | | | |
|---|--------------------|--------------------------------------|-------------|----------|----------|
| A | B | C | D | E | F |
| Familia | Tipo | Material estructural | Nivel | Volumen | Recuento |
| Zapata-Rectangular | 1800 x 1200 x 450m | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 27.22 m³ | 28 |
| Zapata-Rectangular | 2400 x 1800 x 450m | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 46.66 m³ | 24 |
| TOTAL | | | | 73.87 m³ | 52 |

Para una mejor visualización, lo que hicimos fue exportar las tablas creadas al software Microsoft Excel, que nos facilitó a su vez la realización del presupuesto.

De esta manera, lo que se hizo previamente fue exportar las tablas a un archivo de texto (Ilustración 175) para seguidamente poder abrirlas en Excel donde las fuimos modificando hasta lograr el resultado deseado (Tabla 4).

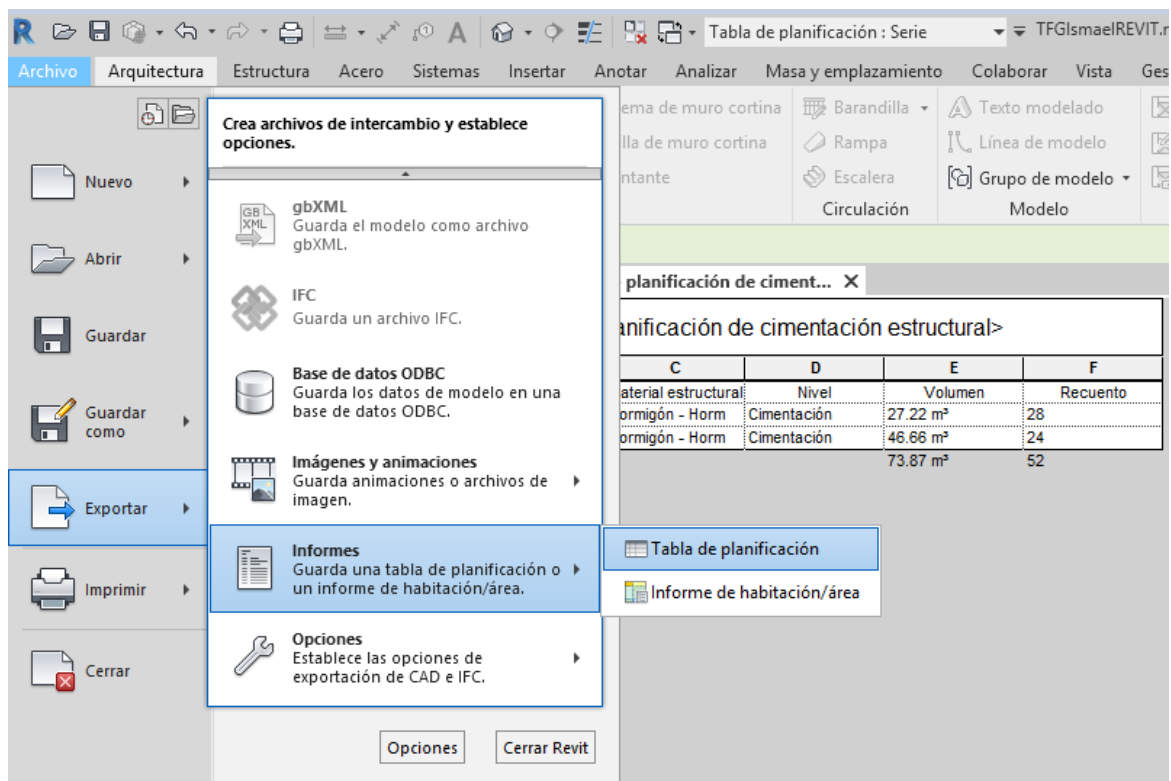


Ilustración 175. Exportación de las tablas de planificación a un archivo .txt

Tabla 4. Tablas de planificación generadas en Excel

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN ESTRUCTURAL | | | | | |
|---|---------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------|----------|
| Familia | Tipo | Material estructural | Nivel | Volumen | Recuento |
| Zapata-Rectangular | 1800 x 1200 x 450mm | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 27.22 m ³ | 28 |
| Zapata-Rectangular | 2400 x 1800 x 450mm | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 46.66 m ³ | 24 |
| TOTAL | | | | 73.87 m ³ | 52 |

7.3. Presupuesto

Aprovechando las tablas de planificación obtenidas en el “Anejo I” junto con la ayuda de Presto, se elaboró el presupuesto de nuestro proyecto, permitiéndonos de alguna forma entregar un precio final al cliente, que entre otras cosas es una de las principales ventajas que nos ofrece la metodología BIM.

Para el desarrollo del presupuesto nos ayudamos en gran medida de la “Base de Costes de la Construcción de Andalucía (BCCA)” (Ilustración 176), de la que se extrajeron los precios de las distintas unidades de obra próximas o similares a las implementadas en este proyecto, y, de fuentes oficiales obtenidas en Google.

A la hora de visualizar dichos costes, nos abrimos la base anteriormente descargada por medio del programa Presto (Ilustración 177), pudiendo así obtener la inmensa mayoría de los precios deseados.

| | Código | NatC | Info | Resumen | CanPres | Ud | Pres | ImpPres |
|-----|-----------------|------|------|--------------------|---------|----|------|---------|
| 1/0 | - BCCA2017_07_1 | | | BCCA_2017_v1_02 | 1 | | 0 | |
| 2/1 | + 1 -BAS | | | Precios Básicos | 1 | | 0 | |
| 3/1 | + 2 -AUX | | | Precios Auxiliares | 1 | | 0 | |
| 4/1 | + 3 -UNI | | | Precios Unitarios | 1 | | 0 | |

Ilustración 176. BCCA importada a Presto

| | | Código | NatC | Info | Resumen | CanPres | Ud | Pres | ImpPres |
|------|---------|---------------|---------|------|---------------------------------------|---------|----|-------|---------|
| 1/0 | - | BCCA2017_07_1 | | T | BCCA_2017_v1_03 | 1 | | | 0 |
| 2/1 | - 1 | -BAS | | T | Precios Básicos | 1 | | | 0 |
| 3/2 | + 1.1 | A | | T | ÁRIDOS Y PIEDRAS | 1,00 | | | 0 |
| 4/2 | - 1.2 | C | | T | CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS | 1,00 | | | 0 |
| 5/3 | + 1.2.1 | CA | | T | Aceros | 1,00 | | | 0 |
| 6/3 | + 1.2.2 | CB | | T | Bovedillas | 1,00 | | | 0 |
| 7/3 | + 1.2.3 | CE | | T | Elementos auxiliares | 1,00 | | | 0 |
| 8/3 | - 1.2.4 | CH | | T | Hormigones | 1,00 | | | 0 |
| 9/4 | | 1.2.4.1 | CH02910 | T | HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 59,53 | 0 |
| 10/4 | | 1.2.4.2 | CH02920 | T | HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 60,26 | 0 |
| 11/4 | | 1.2.4.3 | CH02921 | T | HORMIGÓN HA-25/P/20/I, SUMINISTRADO | | m3 | 60,26 | 0 |
| 12/4 | | 1.2.4.4 | CH02940 | T | HORMIGÓN HA-25/F/20/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 60,98 | 0 |
| 13/4 | | 1.2.4.5 | CH03000 | T | HORMIGÓN HA-25/B/40/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 57,43 | 0 |
| 14/4 | | 1.2.4.6 | CH03020 | T | HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 58,15 | 0 |
| 15/4 | | 1.2.4.7 | CH03040 | T | HORMIGÓN HA-25/F/40/IIa, SUMINISTRADO | | m3 | 58,88 | 0 |
| 16/4 | | 1.2.4.8 | CH03100 | T | HORMIGÓN HA-30/B/20/IIb, SUMINISTRADO | | m3 | 65,34 | 0 |
| 17/4 | | 1.2.4.9 | CH03120 | T | HORMIGÓN HA-30/P/20/IIb, SUMINISTRADO | | m3 | 66,07 | 0 |
| 18/4 | | 1.2.4.10 | CH03140 | T | HORMIGÓN HA-30/F/20/IIb, SUMINISTRADO | | m3 | 66,79 | 0 |

Ilustración 177. Unidades de Obra

En la Tabla 5, podemos ver un ejemplo de como quedó el presupuesto de la “Cimentación” por medio del programa Presto. Para su construcción, lo dividimos en distintas “Partidas” con sus correspondientes cantidades, precios y unidades de obra, quedando ésta como se pueden apreciar en el Anejo II.

Tabla 5. Presupuesto de la partida "Cimentación"

| PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES | | | | |
|--|--|----------|--------|------------------|
| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
| 02 | CIMENTACIÓN | | | |
| U04 | m ² Zapata-Rectangular de hormigón armado: 1800 x 1200 x 450 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 27,22 | | |
| | | 27,22 | 82,50 | 2.245,65 |
| U05 | m ² Zapata-Rectangular de hormigón armado: 1800 x 1200 x 450 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 46,66 | | |
| | | 46,66 | 82,50 | 3.849,45 |
| U06 | m ² Vigas de atado de hormigón armado: 300 x 600 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 59,94 | | |
| | | 59,94 | 82,50 | 4.945,05 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| | | 20,00 | 16,50 | 330,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 14,00 | | |
| | | 14,00 | 18,70 | 261,80 |
| | TOTAL 02 | | | 11.631,95 |

La suma del resultado del presupuesto obtenido por las distintas partidas, finalmente pudimos calcular el presupuesto total de nuestro proyecto, el cual se puede apreciar en la Tabla 6.

Tabla 6. Resumen del coste total de las distintas partidas

RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPÍTULO | RESUMEN | IMPORTE | % |
|----------|---|---------------------|-------|
| 01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS..... | 3.267,88 | 0,33 |
| 02 | CIMENTACIÓN..... | 11.631,95 | 1,18 |
| 03 | ESTRUCTURA..... | 99.260,01 | 10,03 |
| 04 | ARQUITECTURA..... | 665.932,10 | 67,30 |
| 05 | MOBILIARIO..... | 196.160,81 | 19,82 |
| 06 | MARCAS Y LÍNEAS..... | 11.378,48 | 1,15 |
| 07 | SEGURIDAD Y SALUD..... | 1.915,10 | 0,19 |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 989.546,33 | |
| | 13,00 % Gastos generales..... | 128.641,02 | |
| | 6,00 % Beneficio industrial..... | 59.372,78 | |
| | Suma..... | 188.013,80 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA | 1.177.560,13 | |
| | 21% IVA..... | 247.287,63 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN | 1.424.847,76 | |

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

, 1 de enero 2020.

8. CONCLUSIÓN

Aunque actualmente se habla de la metodología BIM como una nueva idea que está revolucionando el sector de la construcción, para hablar de esta metodología hay que remontarse al año 1975 gracias al trabajo publicado por el profesor Chus Eastman, quién dio vida a este nuevo concepto.

Gracias la evolución que han ido sufriendo los softwares de diseño a lo largo de los últimos años, pasando desde una vista 2D a una en 3D la cual contiene todas las características necesarias del proyecto, hoy en día se habla de este término como una gran revolución en el mundo de la construcción.

En este proyecto hemos podido comprobar en primera persona tanto las ventajas que tiene el poder trabajar con esta metodología, como sus inconvenientes. Para ello, lo que hemos hecho ha sido modelar un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada (Jaén) por medio del software Revit.

Pese a que este Trabajo Fin de Grado no se podría proyectar en la vida real, puesto que no nos hemos centrado en la parte de los cálculos estructurales, instalaciones eléctricas, instalaciones de climatización, etc., lo que hemos hecho ha sido más que suficiente para lograr alcanzar los objetivos inicialmente marcados.

También, hemos podido comprobar las diferencias entre la metodología de trabajo tradicional y la metodología BIM, pudiendo apreciar la facilidad con la que se puede comenzar un proyecto en Revit y junto con el modelado 3D la cantidad de información y utilidad que se puede sacar del modelado, lo cual nos hace reducir tanto en costes como en errores.

La información que nos ha proporcionado Revit de nuestro estadio una vez finalizado, como han sido la elaboración de planos, secciones en 3D, vistas, tablas de planificación, etc., son de gran valor tanto para el ingeniero como para el cliente.

En tal sentido, las vistas de renderización y el presupuesto del proyecto también permiten al usuario tener una percepción muy próxima de cómo quedará su construcción.

Sin embargo, siendo numerosas las ventajas que hemos podido observar de esta metodología, hay que destacar que también tiene sus inconvenientes. Esto se debe, a que los programas que se utilizan actualmente necesitan de una formación profesional previa para su manejo. Aunque es cierto que hoy en día se ha mejorado mucho esta metodología, aún ha de progresar más de cara al futuro, el cual no se puede concebir sin la utilización de la metodología BIM.

Finalmente, y tras la realización de este Trabajo Fin de Grado, la conclusión general que obtenemos acerca del BIM es su capacidad de mejora en todos los ámbitos del sector de la construcción.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archutectural designschool. (2020). *Una breve historia de BIM*. Obtenido de <https://spa.architecturaldesignschool.com/brief-history-bim-54202>
- Biblus. (Consultado el 16 de Agosto de 2020). *De 0 a 3 ¿Qué son los niveles de madurez BIM?* Obtenido de <http://biblus.accasoftware.com/es/de-0-a-3-que-son-los-niveles-de-madurez-bim/>
- Building smart spain. (Consultado el 2 de Agosto de 2020). Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Cicle. (Consultado el 15 de Agosto de 2020). *La escuela profesional de nuevas tecnologías*. Obtenido de <https://www.cice.es/noticia/landing-blog/bim-obligatorio-espana-2018/>
- Coloma Picó, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Universidad Politécnica de Cataluña: Technical report, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.
- Daplast. (Consultado el 17 de Agosto de 2020). *Asientos y tribunas*. Obtenido de <http://www.daplast.com/productos/asientos-para-gradas/CR4>
- Dávila, J. (2018). *homify*. Obtenido de Planos arquitectónicos: qué son y para qué sirven: https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/6113563/planos-arquitectonicos-que-son-y-para-que-sirven
- Eastman, C., & Henrion, M. (1977). *Glide: a language for desifn information systems*. Institute of Physical Planning, School of Urban and Public Affairs and Department of Architecture, Carnegie-Mellon University: ACM SIGGRAPH Computer Graphics.
- Engelbart, D. (1962). *Augmenting human intellect: A Conceptual Framework*. Washington 25, D.C: Summary Report.
- Esdima. (2018). *Escuela de diseño de Madrid*. Obtenido de ESDIMA: <https://esdima.com/implantacion-de-bim-en-europa-y-espana/>
- Excm. ayuntamiento de Jaén. (2013). *Plan general de ordenación urbanística de Jaén*. Jaén, España: III. Normas urbanísticas.
- Eynon, J. (2016). *Construction manager's BIM handbook*. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom: WILEY Blackwell.
- FIFA. (2015). *Reglas de juego*. 8044 Zúrich, Suiza: Publicadas por la Fédération International de Football Association, FIFA- Strasse.
- Fuertes González, M. (2017). *Una vivienda unifamiliar con REVIT*. Universitat politénica de València: TFG Escola Tècnica superio d'arquitectura.
- Gómez Fernández, I. (2013). *Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno : la ville Savoye*. Universidade da Coruña: PhD thesis, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica.

- Gómez Gato, Í. (2016). Pabellón polideportivo de Gordexola. En *TFG* (pág. 122). Universidad del País Vasco: Escuela de ingeniería de Bilbao.
- Google maps. (Consultado el 15 de Agosto de 2020). *Datos del Mapa Inst. Geogr. Nacional*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Cortijo+de+Matarratones,+23480+Quesada,+Ja%C3%A9n/@37.8555814,-3.0863111,14.18z/data=!4m5!3m4!1s0xd6fab44d7066dbd:0xbec11248b40132bb!8m2!3d37.8645382!4d-3.084977>
- Graphisoft. (1 de Septiembre de 2016). *Graphisoft Worldwide*. Obtenido de http://www.graphisoft.com/info/about_graphisoft/
- Hildebrandt gruppe. (29 de Junio de 2015). *¿En qué consiste el modelo BIM?* Obtenido de Hildebrandt gruppe: <http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-el-modelo-bim/>
- Imasgal. (31 de Enero de 2020). *Nivel de desarrollo (LOD) en BIM*. Obtenido de <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>
- Incasur ingenieros y arquitectos. (Consultado el 16 de Agosto de 2020). *Plan general de ordenación urbana de Quesada, Jaén*. Obtenido de Incasur: <https://incasursl.com/>
- Itec. (Consultado el 12 de Agosto). *La implantación del BIM en España*. Obtenido de <https://itec.es/servicios/bim/implantacion-bim-en-espana/>
- Kaizen. (Consultado el 12 de Agosto de 2020). *Arquitectura y ingeniería*. Obtenido de Kaizen: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- Linde, L. (2018). *Modelado BIM para el proyecto de una edificación destinada a la venta y mantenimiento de automóviles en el polígono industrial nuevo de Jaén*. Universidad de Jaén: TFG Escuela Politécnica Superior de Jaén.
- Ministerio de cultura y deporte, gobierno de España. (2019). *FTS Fútbol Sala*. Obtenido de Normas NIDE: <https://www.csd.gob.es/es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/normativa-tecnica-de-instalaciones-deportivas/normas-nide>
- Ministerio de hacienda y función pública, y dirección general del catastro. (Consultado el 16 de Agosto de 2020). *Sede electrónica del Catastro*. Obtenido de <https://www1.sedecatastro.gob.es>
- Pérez de la Cruz, F. J. (2018). *Abastecimiento de aguas*. Universidad Politécnica de Cartagena: Grado en Ingeniería Civil.
- Roldán Méndez, M., Martín Dorta, N., & GonzálezdeChaves Assef, P. (2014). *Building Information Modeling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción*. San Cristóbal de La Laguna, España: Spanish Journal of BIM.
- Rus Cejudo, F. (2018). *Edificación destinada a la fabricación y venta de maquinaria agrícola en Baeza*. Universidad de Jaén: TFG Escuela Politécnica Superior de Jaén.
- Sánchez Ortega, A. (2016). *¿Qué es LOD? nivel de detalle*. Obtenido de EspacioBIM: <https://www.espaciobim.com/que-es-el-lod-nivel-de-detalle>

Seys. (2018). *¿Qué es BIM y cuál es la historia del Building Information Modelling?* Obtenido de Seys: <https://seystic.com/bim-la-historia-del-building-information-modelling/>

ANEJOS

Anejo I. Tablas de planificación

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN ESTRUCTURAL | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------------|--------------|-----------------|
| Familia | Tipo | Material estructural | Nivel | Recuento |
| Zapata-Rectangular | 1800 x 1200 x 450 mm | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 28 |
| Zapata-Rectangular | 2400 x 1800 x 450 mm | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Cimentación | 24 |
| TOTAL | | | | 52 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE PILARES ESTRUCTURALES | | | | |
|--|-------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Familia | Tipo | Material estructural | Longitud | Recuento |
| UC-Perfil universal-Pilar | HEB 300 | Acero, 45-345 | 380.80 m | 54 |
| UC-Perfil universal-Pilar | HEB 200 | Acero, 45-345 | 100.00 m | 20 |
| TOTAL | | | 480.80 m | 74 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE ARMAZONES ESTRUCTURALES | | | | |
|---|--------------|--------------------------------------|----------|----------|
| Familia | Tipo | Material estructural | Longitud | Recuento |
| Hormigón-Viga rectangular | 300 x 600 mm | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | 97.71 m | 6 |
| IPN - Secciones en I con alas cónicas | IPN 220 | Metal - Acero - 345 MPa | 884.89 m | 81 |
| TOTAL | | | 982.59 m | 87 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE MUROS | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|----------|
| Familia | Tipo | Volumen | Área | Recuento |
| Muro cortina | Cristalera exterior | 0.00 m ³ | 363 m ² | 6 |
| Muro básico | Genérico - 200 mm | 0.25 m ³ | 5 m ² | 9 |
| Muro básico | Genérico - 200 mm - Rellenado | 7.50 m ³ | 38 m ² | 4 |
| Muro básico | Genérico - 220 mm | 216.97 m ³ | 987 m ² | 46 |
| Muro básico | Genérico - 300 mm | 338.06 m ³ | 1142 m ² | 39 |
| Muro básico | Genérico - Albañilería 225 mm | 53.19 m ³ | 238 m ² | 6 |
| TOTAL | | 615.97 m ³ | 2773 m ² | 110 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE SUELOS | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| Familia | Tipo | Material estructural | Área | Recuento |
| Suelo | Suelo de masa | Solado de madera | 1545.75 m ² | 1 |
| Suelo | Suelo de masa | Caucho natural | 153.42 m ² | 1 |
| Suelo | Suelo de masa | Madera de pino | 1970.90 m ² | 1 |
| Suelo | Hormigón in situ 225 mm | Hormigón, moldeado in situ | 9470 m ² | 1 |
| TOTAL | | | 13440.07 m ² | 4 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE TECHOS | | | | |
|----------------------------------|--------|----------------|---------------------|----------|
| Familia | Tipo | Nivel | Área | Recuento |
| Techo compuesto | Simple | Planta Baja | 873 m ² | 1 |
| Techo compuesto | Simple | Primera Planta | 156 m ² | 1 |
| TOTAL | | | 1029 m ² | 2 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE CUBIERTAS | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|----------|
| Familia | Descripción | Área | Recuento |
| Cubierta de masa | Cubierta formada por vigas de perfiles tubulares de acero S335 con diámetro de 200 mm y espesor de 10 mm con recubrimiento de aluminio 1100 O con espesor de 4 mm | 1858.20 m ² | 1 |
| Cubierta básica | Cubierta no ventilada - Hormigón de 125 mm de espesor | 77 m ² | 1 |
| TOTAL | | 1935.2 m ² | 2 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE PUERTAS | | | | |
|---|---------------|--------|---------|----------|
| Familia | Tipo | Altura | Anchura | Recuento |
| Puerta corredera simple en muro con cristal | 72.5 x 203 cm | 2.03 m | 0.73 m | 2 |
| Puerta abatible 1 | 90 x 210 cm | 2.10 m | 0.90 m | 9 |
| Puerta abatible de 2 hojas con cristal | 165 x 203 cm | 2.03 m | 1.65 m | 3 |
| Puerta perforada simple | 0762 x 2032mm | 2.03 m | 0.76 m | 4 |
| Puerta de entrada a la vivienda | 800 x 2100mm | 2.10 m | 0.80 m | 4 |
| Puerta practicable de entrada, 2 hojas | 2500 x 2500mm | 2.50 m | 2.50 m | 2 |
| Portón lateral de entrada de 2 hojas | 2500 x 2500mm | 2.50 m | 2.50 m | 4 |
| TOTAL | | | | 28 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE VENTANAS | | | |
|---|---------------|----------------|-----------------|
| Familia | Tipo | Nivel | Recuento |
| Ventana batiente de 2 hojas 1 | 1220 x 1220mm | Planta Baja | 12 |
| Ventana con parte superior en arco | 0610 x 1525mm | Planta Baja | 4 |
| Ventana de dos hojas-Simple con persiana | 120 x 140 cm | Planta Baja | 2 |
| Ventana de dos hojas-Simple con persiana | 120 x 140 cm | Primera Planta | 8 |
| Ventana de dos hojas-Simple con persiana | 135 x 140 cm | Planta Baja | 15 |
| TOTAL | | | 41 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE PANELES | | | | |
|--|---------------------|---------------|----------------|-----------------|
| Familia | Tipo | Altura | Anchura | Recuento |
| Panel acristalado | Cristalera exterior | 2.70 m | 1.78 m | 66 |
| TOTAL | | | | 66 |

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE LUMINARIAS

| Familia | Tipo | Nivel | Iluminancia | Recuento |
|--------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------|
| Lineal suspendido 1 | 1200 mm | Planta baja | 206 lx | 65 |
| Lineal suspendido 1 | 1200 mm | Primera planta | 206 lx | 12 |
| Muro - Luz de emergencia | 100 vatios incandescente | Planta baja | 62 lx | 34 |
| Muro - Luz de emergencia | 100 vatios incandescente | Primera planta | 62 lx | 12 |
| Techo - Cuadro lineal | 0600 x 1200 mm (2 lámparas) | Cornisa | 178 lx | 12 |
| TOTAL | | | | 135 |

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE APARATO SANITARIO

| Familia | Tipo | Nivel | Recuento |
|---|---|-------------|----------|
| 1541252773Premier Melbourne back to wall pan | Inodoro blanco con cisterna | Planta Baja | 29 |
| 1456482396842-Urinal partition | Urinario partición | Planta Baja | 27 |
| 15166433101003-Double scrub sink | Lavabo colectivo de acero con doble grifo | Planta Baja | 17 |
| Agarradero - Batiente | Retrete para discapacitados | Planta Baja | 4 |
| Combinación de WC | 540 x 370 mm | Planta Baja | 4 |
| M_Compartmento de ducha con asiento - Rectangular | 1220 mm x 915 mm - Público | Planta Baja | 10 |
| Urinario-3D | Estándar | Planta Baja | 20 |
| TOTAL | | | 111 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE ESCALERA | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|--------|---------------------|----------|
| Familia | Tipo | Nivel base | Nivel superior | Altura | Número de escaleras | Recuento |
| Escalera ensamblada | Contrahuella máx. de 190 mm a 250 mm | Planta Baja | Primera Planta | 3 m | 15 | 4 |
| Escalera ensamblada | Contrahuella máx. de 190 mm a 250 mm | Planta Baja | Primera Planta | 3 m | 13 | 4 |
| Escalera ensamblada | Contrahuella máx. de 190 mm a 250 mm | Primera Planta | Segunda Planta | 3 m | 16 | 10 |
| TOTAL | | | | | | 18 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE BARANDILLAS | | | | |
|---------------------------------------|--|----------------------|----------|----------|
| Familia | Tipo | Altura de barandilla | Longitud | Recuento |
| Barandilla | 900mm | 0.90 m | 166.33 m | 12 |
| Barandilla | Panel de vidrio - Relleno inferior | 0.90 m | 56.25 m | 12 |
| Barandilla | Tubería 900 mm | 0.90 m | 22.45 m | 8 |
| Valla de madera | Valla de pino exterior de 1 m de alto por 6 m de ancho | 1 m | 451.36 m | 1 |
| TOTAL | | | 696.39 m | 33 |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE MARCAS Y LÍNEAS | | | |
|---|--|-------------|-----------------------|
| Familia | Tipo | Nivel | Área |
| Marcas viales | Pintura blanca bicomponente especial para pasos de cebra y señalización vial | Planta baja | 59.4 m ² |
| Pasos de cebra | Pintura blanca bicomponente especial para pasos de cebra y señalización vial | Planta baja | 528 m ² |
| Aparcamientos del estadio | Pintura blanca bicomponente especial para pasos de cebra y señalización vial | Planta baja | 141.66 m ² |
| Aparcamientos minusválidos | Pintura amarilla bicomponente especial para pasos de cebra y señalización vial | Planta baja | 19.45 m ² |
| Marcas del terreno de juego | Pintura para pavimentos de instalaciones deportivas | Planta baja | 40.35 m ² |
| TOTAL | | | 788.86 m ² |

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE MOBILIARIO INTERIOR Y EXTERIOR, EMPLAZAMIENTO EXTERIOR Y OTROS | | |
|--|--|----------|
| Familia | Descripción | Recuento |
| Asiento individual CR4 | Asiento monobloque de polipropileno copolímero con respaldo alto, diseñado según recomendaciones de la FIFA/UEFA, para instalar en cualquier tipo de grada | 1056 |
| Farola LED alumbrado público | Columna de acero de 4 m de altura, acabada con una luminaria fabricada en aluminio inyectado y cristal con 100 W de potencia | 70 |
| Bolardo de acero | Pilona modelo Valencia Antigua pequeña de acero en fundición gris tipo 20 | 112 |
| Arco de apoyo para bicicletas | Tubo de acero robusto y resistente a la corrosión con una altura de 850 mm | 32 |
| Portería fútbol sala | Marco construido en perfil de acero de 80x80 mm con esquinas redondeadas y termo lacado en rojo y bandas blancas | 2 |

| | | |
|------------------------|--|----|
| Extintor universal | Extintor universal polvo seco ABC con capacidad de 6 kg | 44 |
| Parada de autobús | Columna con perfil de aluminio extruido con bases en acero y marquesina de metacrilato transparente | 2 |
| Papelera de exteriores | Papelera fabricada con polietileno no contaminante y con ranura de acero inoxidable para el apagado de cigarrillos con dimensiones de 435 x 340 x 740 mm (L x A x H) | 28 |
| Banco de hormigón | Banco de hormigón con textura lisa en color blanco de 300 cm de largo 45 cm de alto y 70 cm de ancho con un peso de 465 kg | 20 |
| Silla salva escaleras | Silla salva escaleras con recorrido recto de 5 m para minusválidos | 4 |
| Barrera de parking | Barrera electromecánica para parking de 24V con Mástil de 4M de longitud fabricado en acero | 2 |
| Fuente para parques | Fuente exterior de piedra con capacidad para 150 litros de agua | 2 |
| Letrero con volumen | Letras corpóreas de aluminio sin iluminación de 1917 cm de largo 60 cm de alto y cm de ancho con tipografía Arial | 1 |
| Escudo metálico en 3D | Escudo volumétrico de aluminio del Quesada F.S de 1.60 m de diámetro | 2 |

Anejo II. Presupuesto

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-----------|--|----------|--------|-----------------|
| 01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | |
| U01 | m³ Excavación para zapata- rectangular: 1800 x 1200 x 450 mm | | | |
| | Descomposición | | | |
| | MO1 h Peón ordinario de construcción | 0,250 | 15,00 | 3,75 |
| | MQ1 h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW | 0,380 | 48,54 | 18,45 |
| | Total cantidades alzadas | 27,22 | | |
| | | 27,22 | 24,42 | 664,71 |
| U02 | m³ Excavación para zapata- rectangular: 2400 x 1800 x 450 mm | | | |
| | Descomposición | | | |
| | MO1 h Peón ordinario de construcción | 0,250 | 15,00 | 3,75 |
| | MQ1 h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW | 0,380 | 48,54 | 18,45 |
| | Total cantidades alzadas | 46,66 | | |
| | | 46,66 | 24,42 | 1.139,44 |
| U03 | m³ Excavación para vigas de atado: 300 x 600 mm | | | |
| | Descomposición | | | |
| | MO1 h Peón ordinario de construcción | 0,250 | 15,00 | 3,75 |
| | MQ1 h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW | 0,380 | 48,54 | 18,45 |
| | Total cantidades alzadas | 59,94 | | |
| | | 59,94 | 24,42 | 1.463,73 |
| | TOTAL 01 | | | 3.267,88 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-----------|--|----------|--------|------------------|
| 02 | CIMENTACIÓN | | | |
| U04 | m ³ Zapata-Rectangular de hormigón armado: 1800 x 1200 x 450 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 27,22 | | |
| | | 27,22 | 82,50 | 2.245,65 |
| U05 | m ³ Zapata-Rectangular de hormigón armado: 1800 x 1200 x 450 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 46,66 | | |
| | | 46,66 | 82,50 | 3.849,45 |
| U06 | m ³ Vigas de atado de hormigón armado: 300 x 600 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 59,94 | | |
| | | 59,94 | 82,50 | 4.945,05 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| | | 20,00 | 16,50 | 330,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 14,00 | | |
| | | 14,00 | 18,70 | 261,80 |
| | TOTAL 02 | | | 11.631,95 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-----------|--|----------|--------|------------------|
| 03 | ESTRUCTURA | | | |
| UO7 | m Pilar perfil HEB 300 | | | |
| | Total cantidades alzadas | 380,80 | | |
| | | 380,80 | 142,31 | 54.191,65 |
| UO8 | m Pilar perfil HEB 200 | | | |
| | Total cantidades alzadas | 100,00 | | |
| | | 100,00 | 72,33 | 7.233,00 |
| UO9 | m Viga de hormigón de 300 x 600 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 97,71 | | |
| | | 97,71 | 16,56 | 1.618,08 |
| UO10 | m Viga perfil IPN 220 | | | |
| | Total cantidades alzadas | 884,89 | | |
| | | 884,89 | 35,57 | 31.475,54 |
| MO3 | h Peón ordinario de soldadura | | | |
| | Total cantidades alzadas | 48,00 | | |
| | | 48,00 | 12,95 | 621,60 |
| MO4 | h Ofial de primera de soldadura | | | |
| | Total cantidades alzadas | 30,00 | | |
| | | 30,00 | 18,45 | 553,50 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| | | 20,00 | 16,50 | 330,00 |
| MQ3 | h Grúa para montaje de estructuras metálicas | | | |
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 52,80 | 2.640,00 |
| MQ5 | h Soldador eléctrico | | | |
| | Total cantidades alzadas | 48,00 | | |
| | | 48,00 | 12,43 | 596,64 |
| | TOTAL 03 | | | 99.260,01 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------|-------------------|
| 04 | ARQUITECTURA | | | |
| 04.1 | SUELOS | | | |
| UO11 | m ² Solado de madera | | | |
| | Total cantidades alzadas | 1.545,75 | | |
| | | 1.545,75 | 65,54 | 101.308,46 |
| UO12 | m ² Solado de caucho natural | | | |
| | Total cantidades alzadas | 153,42 | | |
| | | 153,42 | 24,71 | 3.791,01 |
| UO13 | m ² Solado de madera de pino | | | |
| | Total cantidades alzadas | 1.970,90 | | |
| | | 1.970,90 | 24,48 | 48.247,63 |
| UO14 | m ² Suelo de hormigón in situ de 225 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 9.470,00 | | |
| | | 9.470,00 | 33,00 | 312.510,00 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 40,00 | | |
| | | 40,00 | 16,50 | 660,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 30,00 | | |
| | | 30,00 | 18,70 | 561,00 |
| MO5 | h Carpintero ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 35,00 | | |
| | | 35,00 | 15,40 | 539,00 |
| MQ4 | h Maquinaria de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 35,00 | | |
| | | 35,00 | 44,00 | 1.540,00 |
| | TOTAL 04.1 | | | 469.157,10 |
| 04.2 | MUROS | | | |
| UO15 | m ³ Genérico de 200 mm de espesor | | | |
| | Total cantidades alzadas | 0,25 | | |
| | | 0,25 | 55,00 | 13,75 |
| UO16 | m ³ Genérico de 220 mm de espesor | | | |
| | Total cantidades alzadas | 216,97 | | |
| | | 216,97 | 55,00 | 11.933,35 |
| UO17 | m ³ Genérico de 300 mm de espesor | | | |
| | Total cantidades alzadas | 338,06 | | |
| | | 338,06 | 55,00 | 18.593,30 |
| UO18 | m ³ Genérico de Rellenado de 200 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 7,50 | | |
| | | 7,50 | 55,00 | 412,50 |
| UO19 | m ³ Genérico de Albañilería de 225 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 53,19 | | |
| | | 53,19 | 110,00 | 5.850,90 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 720,00 | | |
| | | 720,00 | 16,50 | 11.880,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 570,00 | | |
| | | 570,00 | 18,70 | 10.659,00 |
| MQ4 | h Maquinaria de construcción | | | |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------|------------------|
| | Total cantidades alzadas | 400,00 | | |
| | | 400,00 | 44,00 | 17.600,00 |
| | TOTAL 04.2 | | | 76.942,80 |
| 04.3 | TECHOS | | | |
| U020 | m ² Techo compuesto planta baja | | | |
| | Total cantidades alzadas | 873,00 | | |
| | | 873,00 | 27,50 | 24.007,50 |
| U021 | m ² Techo compuesto primera planta | | | |
| | Total cantidades alzadas | 156,00 | | |
| | | 156,00 | 27,50 | 4.290,00 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 150,00 | | |
| | | 150,00 | 16,50 | 2.475,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 100,00 | | |
| | | 100,00 | 18,70 | 1.870,00 |
| MQ4 | h Maquinaria de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 70,00 | | |
| | | 70,00 | 44,00 | 3.080,00 |
| | TOTAL 04.3 | | | 35.722,50 |
| 04.4 | CUBIERTAS | | | |
| U022 | m ² Cubierta principal del estadio | | | |
| | Total cantidades alzadas | 1.858,20 | | |
| | | 1.858,20 | 39,72 | 73.807,70 |
| U023 | m ² Cubiertas laterales | | | |
| | Total cantidades alzadas | 154,00 | | |
| | | 154,00 | 23,25 | 3.580,50 |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 16,50 | 825,00 |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 30,00 | | |
| | | 30,00 | 18,70 | 561,00 |
| MO3 | h Peón ordinario de soldadura | | | |
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 12,95 | 647,50 |
| MO4 | h Oficial de primera de soldadura | | | |
| | Total cantidades alzadas | 25,00 | | |
| | | 25,00 | 18,45 | 461,25 |
| MQ4 | h Maquinaria de construcción | | | |
| | Total cantidades alzadas | 35,00 | | |
| | | 35,00 | 44,00 | 1.540,00 |
| MQ3 | h Grúa para montaje de estructuras metálicas | | | |
| | Total cantidades alzadas | 45,00 | | |
| | | 45,00 | 52,80 | 2.376,00 |
| MQ5 | h Soldador eléctrico | | | |
| | Total cantidades alzadas | 25,00 | | |
| | | 25,00 | 12,43 | 310,75 |
| | TOTAL 04.4 | | | 84.109,70 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|-----------------------|----------|--------|-------------------|
| | TOTAL 04 | | | 665.932,10 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------------------|---|----------|----------|------------------|
| 05 | MOBILIARIO | | | |
| 05.1 | PUERTAS | | | |
| UO24 | u Puerta corredera simple en muro con cristal | | | |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| | | 2,00 | 175,99 | 351,98 |
| UO25 | u Puerta abatible de 2 hojas con cristal | | | |
| | Total cantidades alzadas | 3,00 | | |
| | | 3,00 | 276,10 | 828,30 |
| UO26 | u Puerta perforada simple | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 174,69 | 698,76 |
| UO27 | u Puerta de entrada a la vivienda | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 218,42 | 873,68 |
| UO28 | u Puerta practicable de entrada de 2 hojas | | | |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| | | 2,00 | 1.122,46 | 2.244,92 |
| UO29 | u Portón lateral de entrada de 2 hojas | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 1.122,46 | 4.489,84 |
| UO30 | u Puerta abatible 1 | | | |
| | Total cantidades alzadas | 9,00 | | |
| | | 9,00 | 139,70 | 1.257,30 |
| MO5 | h Carpintero ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 72,00 | | |
| | | 72,00 | 15,40 | 1.108,80 |
| MO6 | h Herrero ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 60,00 | | |
| | | 60,00 | 16,50 | 990,00 |
| MQ6 | h Maquinaria | | | |
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 22,00 | 1.100,00 |
| TOTAL 05.1 | | | | 13.943,58 |
| 05.2 | VENTANAS | | | |
| UO31 | u Ventana batiente de 2 hojas de 1220 x 1220 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 12,00 | | |
| | | 12,00 | 270,59 | 3.247,08 |
| UO32 | u Ventana con parte superior en arco de 610 x 1525 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 208,99 | 835,96 |
| UO33 | u Ventana de dos hojas-Simple con persiana de 120 x 140 cm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 10,00 | | |
| | | 10,00 | 270,59 | 2.705,90 |
| UO34 | u Ventana de dos hojas- Simple con persiana de 135 x 140 cm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 15,00 | | |
| | | 15,00 | 304,41 | 4.566,15 |
| MO6 | h Herrero ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 80,00 | | |
| | | 80,00 | 16,50 | 1.320,00 |
| MQ6 | h Maquinaria | | | |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------------------|---|----------|--------|------------------|
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 22,00 | 1.100,00 |
| TOTAL 05.2 | | | | 13.775,09 |
| 05.3 | CRISTALERAS | | | |
| UO35 | u Cristalera exterior de 2.7 x 1.78 m | | | |
| | Total cantidades alzadas | 66,00 | | |
| | | 66,00 | 433,70 | 28.624,20 |
| MO6 | h Herrero ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 72,00 | | |
| | | 72,00 | 16,50 | 1.188,00 |
| MQ6 | h Maquinaria | | | |
| | Total cantidades alzadas | 30,00 | | |
| | | 30,00 | 22,00 | 660,00 |
| TOTAL 05.3 | | | | 30.472,20 |
| 05.4 | LUMINARIAS | | | |
| UO36 | u Lineal suspendido de 1200 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 77,00 | | |
| | | 77,00 | 128,43 | 9.889,11 |
| UO37 | u Luz de emergencia | | | |
| | Total cantidades alzadas | 46,00 | | |
| | | 46,00 | 21,95 | 1.009,70 |
| UO38 | u Cuadro lineal de 120 x 60 cm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 12,00 | | |
| | | 12,00 | 73,00 | 876,00 |
| MO7 | h Electricista ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 80,00 | | |
| | | 80,00 | 17,60 | 1.408,00 |
| MQ6 | h Maquinaria | | | |
| | Total cantidades alzadas | 50,00 | | |
| | | 50,00 | 22,00 | 1.100,00 |
| TOTAL 05.4 | | | | 14.282,81 |
| 05.5 | SANITARIOS | | | |
| UO39 | u Lavabo colectivo de acero para dos grifos | | | |
| | Total cantidades alzadas | 17,00 | | |
| | | 17,00 | 395,37 | 6.721,29 |
| UO40 | u Retrete para movilidad reducida | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 293,83 | 1.175,32 |
| UO41 | u Grifo monomando para lavabo | | | |
| | Total cantidades alzadas | 34,00 | | |
| | | 34,00 | 56,09 | 1.907,06 |
| UO42 | u Combinación de WC | | | |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| | | 4,00 | 127,59 | 510,36 |
| UO43 | u Compartimiento de ducha con asiento | | | |
| | Total cantidades alzadas | 10,00 | | |
| | | 10,00 | 270,22 | 2.702,20 |
| UO44 | u Inodoro blanco con cisterna | | | |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------------------|--|----------|--------|------------------|
| | Total cantidades alzadas | 29,00 | | |
| UO45 | u Urinario | 29,00 | 175,99 | 5.103,71 |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| UO46 | u Separador para urinarios | 20,00 | 148,09 | 2.961,80 |
| | Total cantidades alzadas | 27,00 | | |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | 27,00 | 38,50 | 1.039,50 |
| | Total cantidades alzadas | 75,00 | | |
| MO2 | h Oficial de primera de construcción | 75,00 | 16,50 | 1.237,50 |
| | Total cantidades alzadas | 40,00 | | |
| MQ6 | h Maquinaria | 40,00 | 18,70 | 748,00 |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| | | 20,00 | 22,00 | 440,00 |
| TOTAL 05.5 | | | | 24.546,74 |
| 05.6 | ESCALERAS | | | |
| UO47 | u Escalera ensamblada contrahuella máx. de 190 mm a 250 mm | | | |
| | Total cantidades alzadas | 18,00 | | |
| MO1 | h Peón ordinario de construcción | 18,00 | 704,00 | 12.672,00 |
| | Total cantidades alzadas | 15,00 | | |
| MO6 | h Herrero ordinario | 15,00 | 16,50 | 247,50 |
| | Total cantidades alzadas | 16,00 | | |
| MQ6 | h Maquinaria | 16,00 | 16,50 | 264,00 |
| | Total cantidades alzadas | 10,00 | | |
| | | 10,00 | 22,00 | 220,00 |
| TOTAL 05.6 | | | | 13.403,50 |
| 05.7 | COMPONENTES EXTERIORES E INTERIORES | | | |
| UO48 | u Asiento individual CR4 | | | |
| | Total cantidades alzadas | 1.056,00 | | |
| UO49 | u Farola LED alumbrado público | 1.056,00 | 18,57 | 19.609,92 |
| | Total cantidades alzadas | 70,00 | | |
| UO50 | u Bolardo de acero | 70,00 | 206,75 | 14.472,50 |
| | Total cantidades alzadas | 112,00 | | |
| UO51 | u Arco de apoyo para bicicletas | 112,00 | 38,83 | 4.348,96 |
| | Total cantidades alzadas | 32,00 | | |
| UO52 | u Porteria fútbol sala | 32,00 | 96,69 | 3.094,08 |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| UO53 | u Extintor universal | 2,00 | 714,99 | 1.429,98 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|----------|-------------------|
| | Total cantidades alzadas | 44,00 | | |
| U054 | u Parada de autobús | 44,00 | 43,99 | 1.935,56 |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| U055 | u Papelera de exteriores | 2,00 | 3.185,17 | 6.370,34 |
| | Total cantidades alzadas | 28,00 | | |
| U056 | u Banco de hormigón | 28,00 | 108,35 | 3.033,80 |
| | Total cantidades alzadas | 20,00 | | |
| U057 | u Silla salva escaleras para minusválidos | 20,00 | 253,00 | 5.060,00 |
| | Total cantidades alzadas | 4,00 | | |
| U058 | u Barrera de parking | 4,00 | 3.451,80 | 13.807,20 |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| U059 | u Fuente para parques | 2,00 | 1.243,00 | 2.486,00 |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| U060 | u Letrero con volumen | 2,00 | 2.365,00 | 4.730,00 |
| | Total cantidades alzadas | 1,00 | | |
| U061 | u Escudo metálico en 3D | 1,00 | 4.348,01 | 4.348,01 |
| | Total cantidades alzadas | 2,00 | | |
| | | 2,00 | 505,27 | 1.010,54 |
| | TOTAL 05.7 | | | 85.736,89 |
| | TOTAL 05 | | | 196.160,81 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-----------|------------------------------------|----------|--------|------------------|
| 06 | MARCAS Y LÍNEAS | | | |
| UO62 | m2 Marcas viales | | | |
| | Total cantidades alzadas | 59,40 | | |
| | | 59,40 | 3,87 | 229,88 |
| UO63 | m2 Pasos de cebra | | | |
| | Total cantidades alzadas | 528,00 | | |
| | | 528,00 | 3,87 | 2.043,36 |
| UO64 | m2 Aparcamientos del estadio | | | |
| | Total cantidades alzadas | 141,66 | | |
| | | 141,66 | 3,87 | 548,22 |
| UO65 | m2 Aparcamientos para minusválidos | | | |
| | Total cantidades alzadas | 19,45 | | |
| | | 19,45 | 3,87 | 75,27 |
| UO66 | m2 Marcas del terreno de juego | | | |
| | Total cantidades alzadas | 40,35 | | |
| | | 40,35 | 3,29 | 132,75 |
| MO9 | h Pintor ordinario | | | |
| | Total cantidades alzadas | 150,00 | | |
| | | 150,00 | 16,50 | 2.475,00 |
| MO10 | h Oficial de pintura | | | |
| | Total cantidades alzadas | 130,00 | | |
| | | 130,00 | 19,80 | 2.574,00 |
| MQ6 | h Maquinaria | | | |
| | Total cantidades alzadas | 150,00 | | |
| | | 150,00 | 22,00 | 3.300,00 |
| | TOTAL 06 | | | 11.378,48 |

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-----------|--------------------------|----------|----------|-------------------|
| 07 | SEGURIDAD Y SALUD | | | |
| U07.1 | u Seguridad y salud | | | |
| | Total cantidades alzadas | 1,00 | | |
| | | 1,00 | 1.915,10 | 1.915,10 |
| | TOTAL 07 | | | 1.915,10 |
| | TOTAL | | | 989.546,33 |

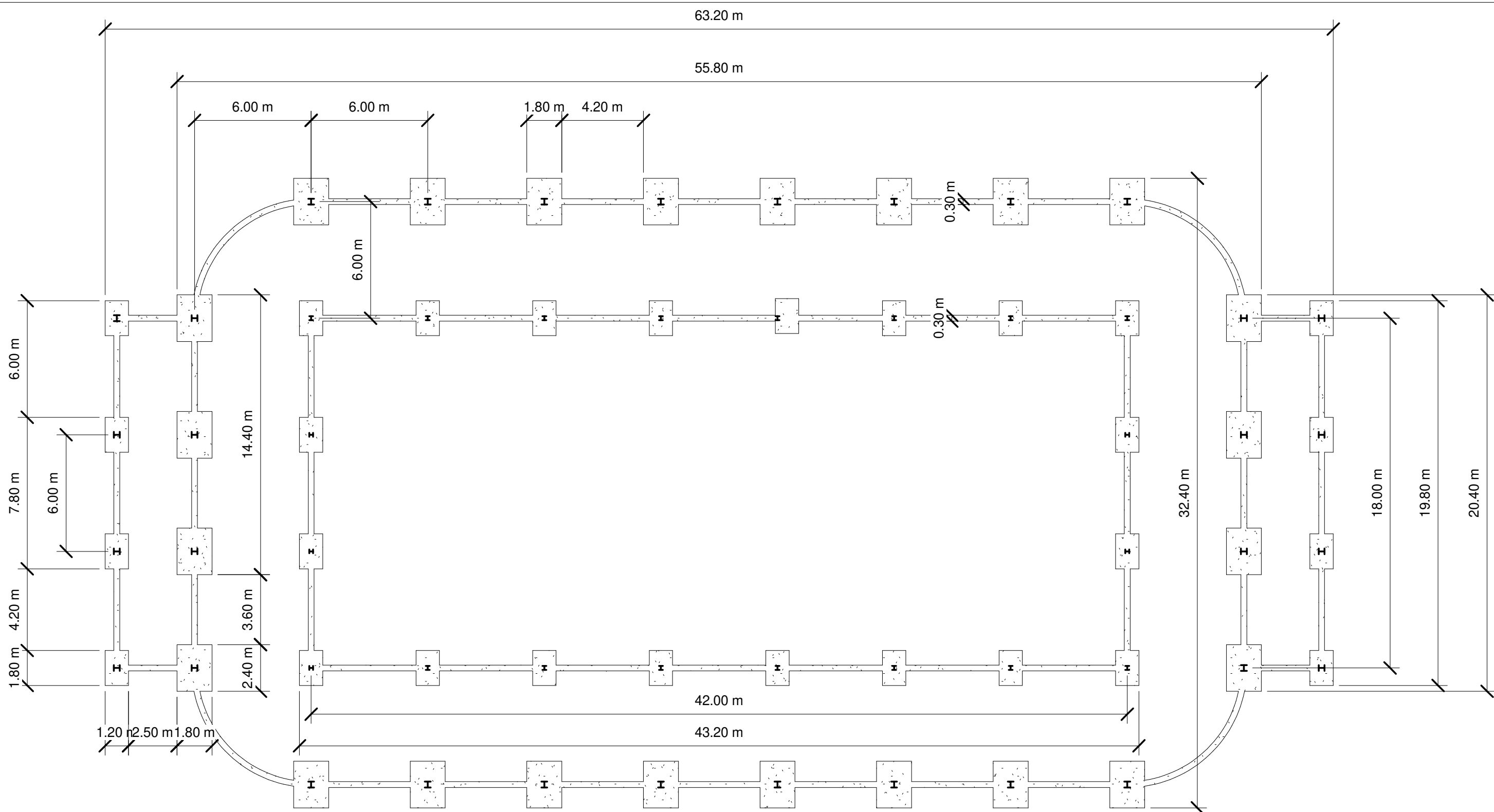
RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPÍTULO | RESUMEN | IMPORTE | % |
|----------|---|---------------------|-------|
| 01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS..... | 3.267,88 | 0,33 |
| 02 | CIMENTACIÓN..... | 11.631,95 | 1,18 |
| 03 | ESTRUCTURA..... | 99.260,01 | 10,03 |
| 04 | ARQUITECTURA..... | 665.932,10 | 67,30 |
| 05 | MOBILIARIO..... | 196.160,81 | 19,82 |
| 06 | MARCAS Y LÍNEAS..... | 11.378,48 | 1,15 |
| 07 | SEGURIDAD Y SALUD..... | 1.915,10 | 0,19 |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 989.546,33 | |
| | 13,00 % Gastos generales..... | 128.641,02 | |
| | 6,00 % Beneficio industrial..... | 59.372,78 | |
| | Suma..... | 188.013,80 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA | 1.177.560,13 | |
| | 21% IVA..... | 247.287,63 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN | 1.424.847,76 | |

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

, 1 de enero 2020.

Anejo III. Planos



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Cimentación

Nº Plano: A.3

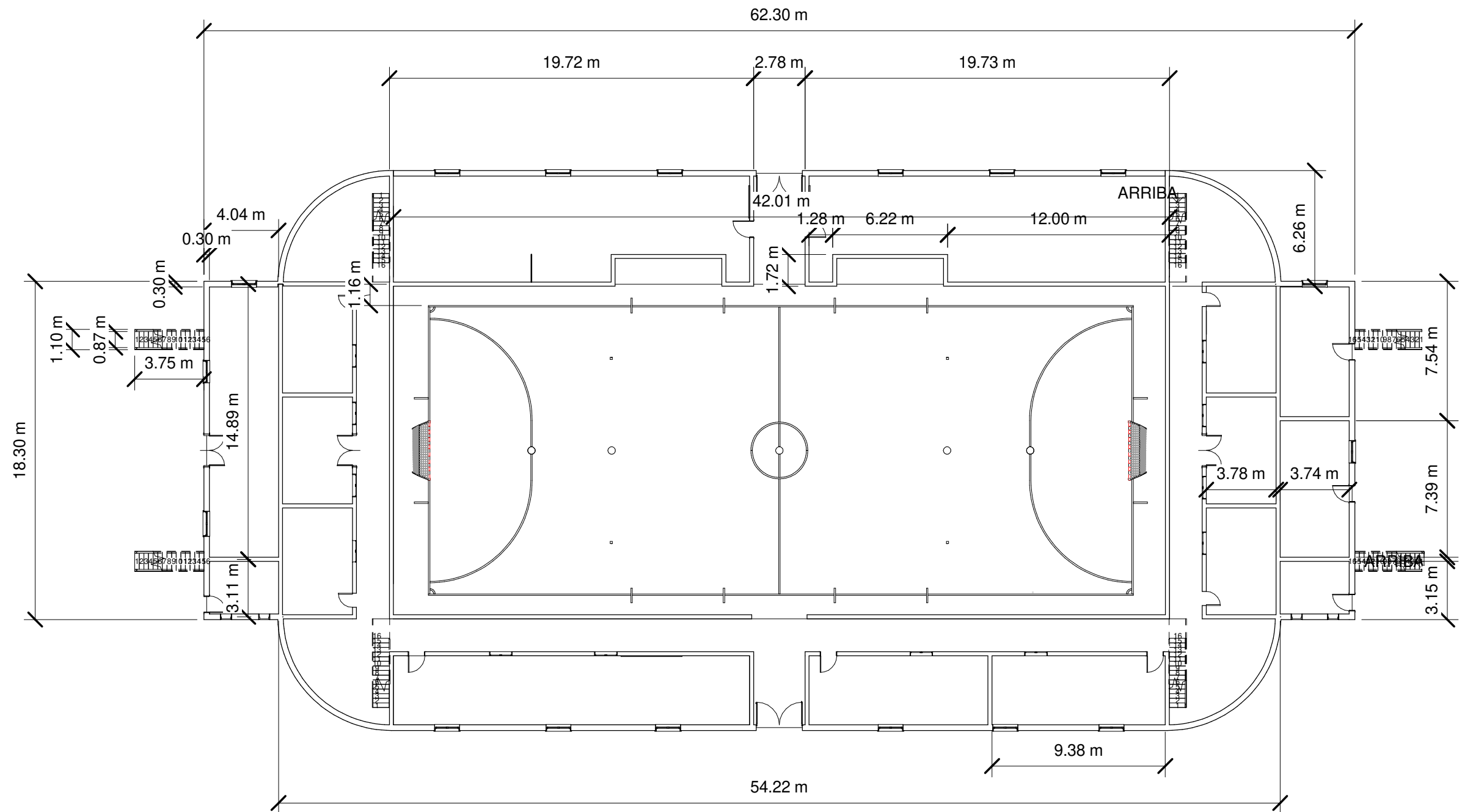
ESCALA
1:200

Autor: Ismael Martínez Sevilla

Firma:

Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez

Firma:



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Planta Baja

Nº Plano: A.3

ESCALA

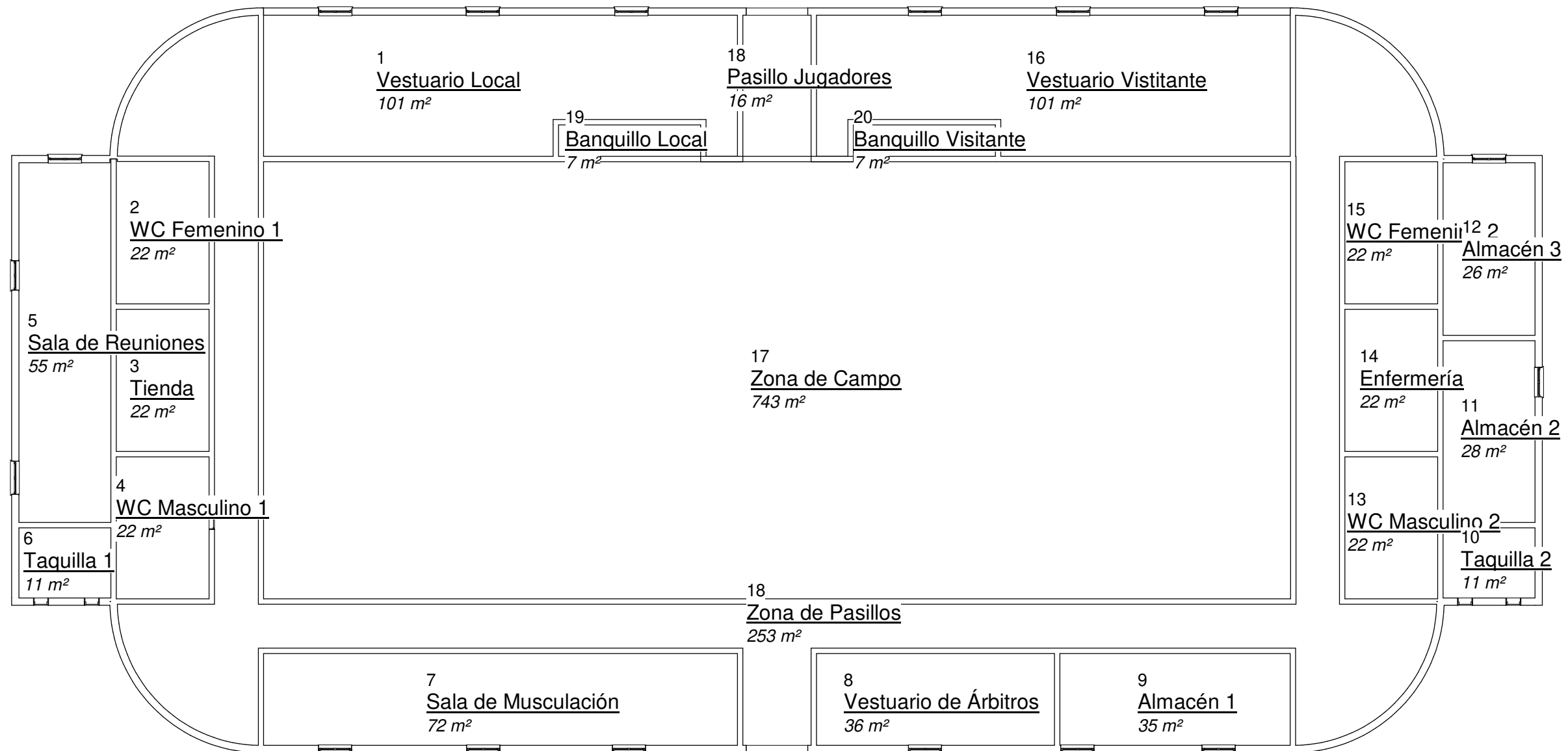
1:200

Autor: Ismael Martínez Sevilla

Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez

Firma:

Firma:



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Distribución Planta
Baja

Nº Plano: A.3

ESCALA

1:200

Autor: Ismael Martínez
Sevilla

Tutor: Fco. Javier
Gallego Álvarez

Firma:

Firma:



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Distribución Primera
Planta

Nº Plano: A.3

ESCALA

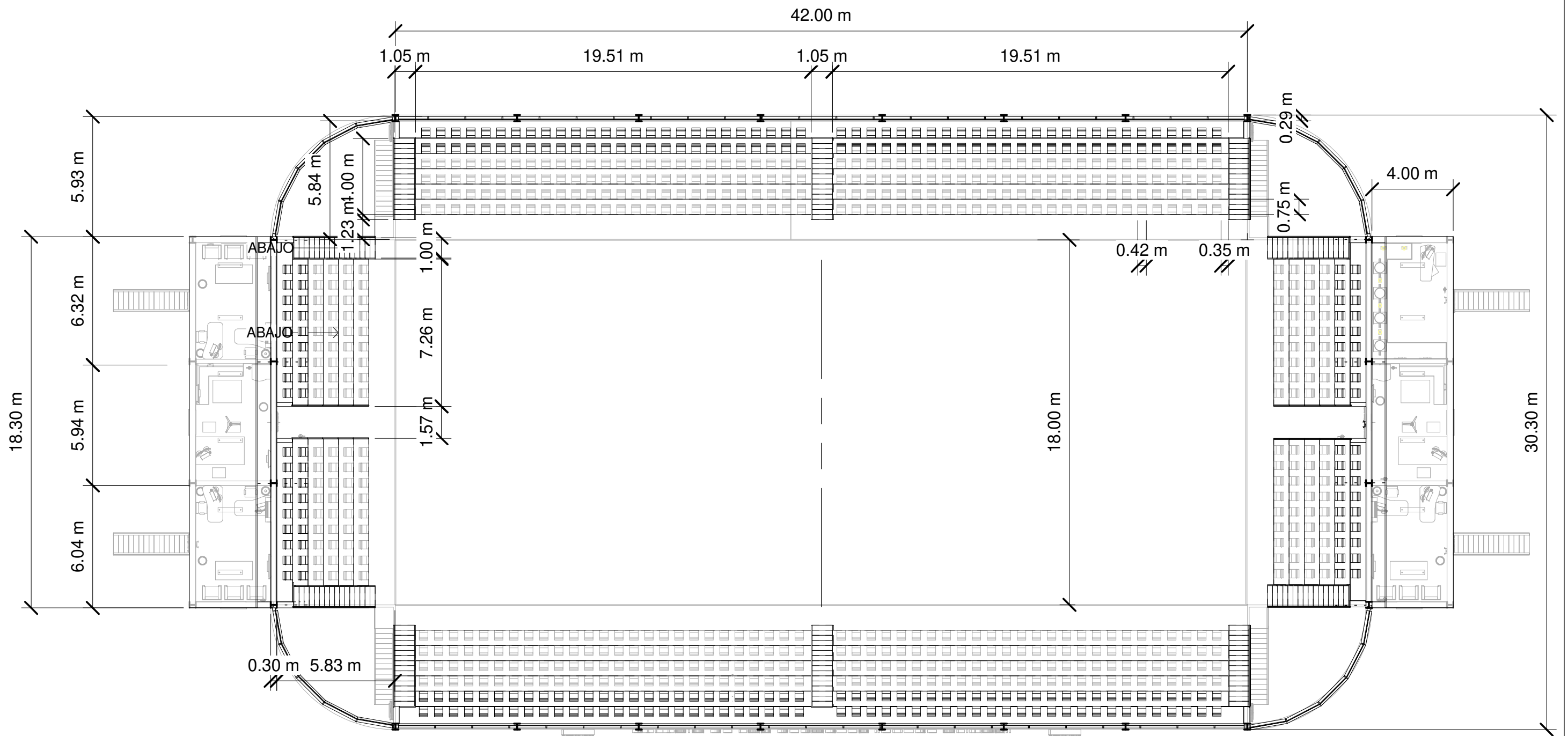
1:200



Autor: Ismael Martínez
Sevilla

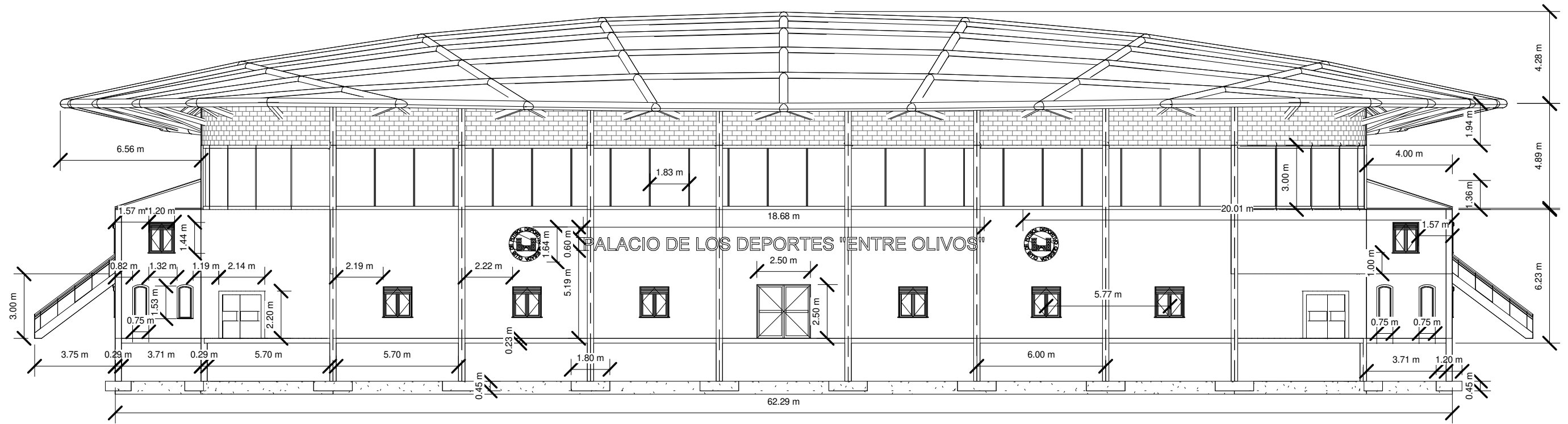
Firma:

Tutor: Fco. Javier
Gallego Álvarez

Firma:



| | | | |
|--|--|---|--|
|  Universidad de Jaén | Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén | | |
| | Plano: Segunda Planta | | Nº Plano: A.3 |
| Escuela Politécnica Superior de Jaén Fecha: 05/09/2020 | ESCALA 1:200 | Autor: Ismael Martínez Sevilla | Firma:  |
| | | Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez | Firma: |



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Alzado Sur

Nº Plano: A.3

ESCALA

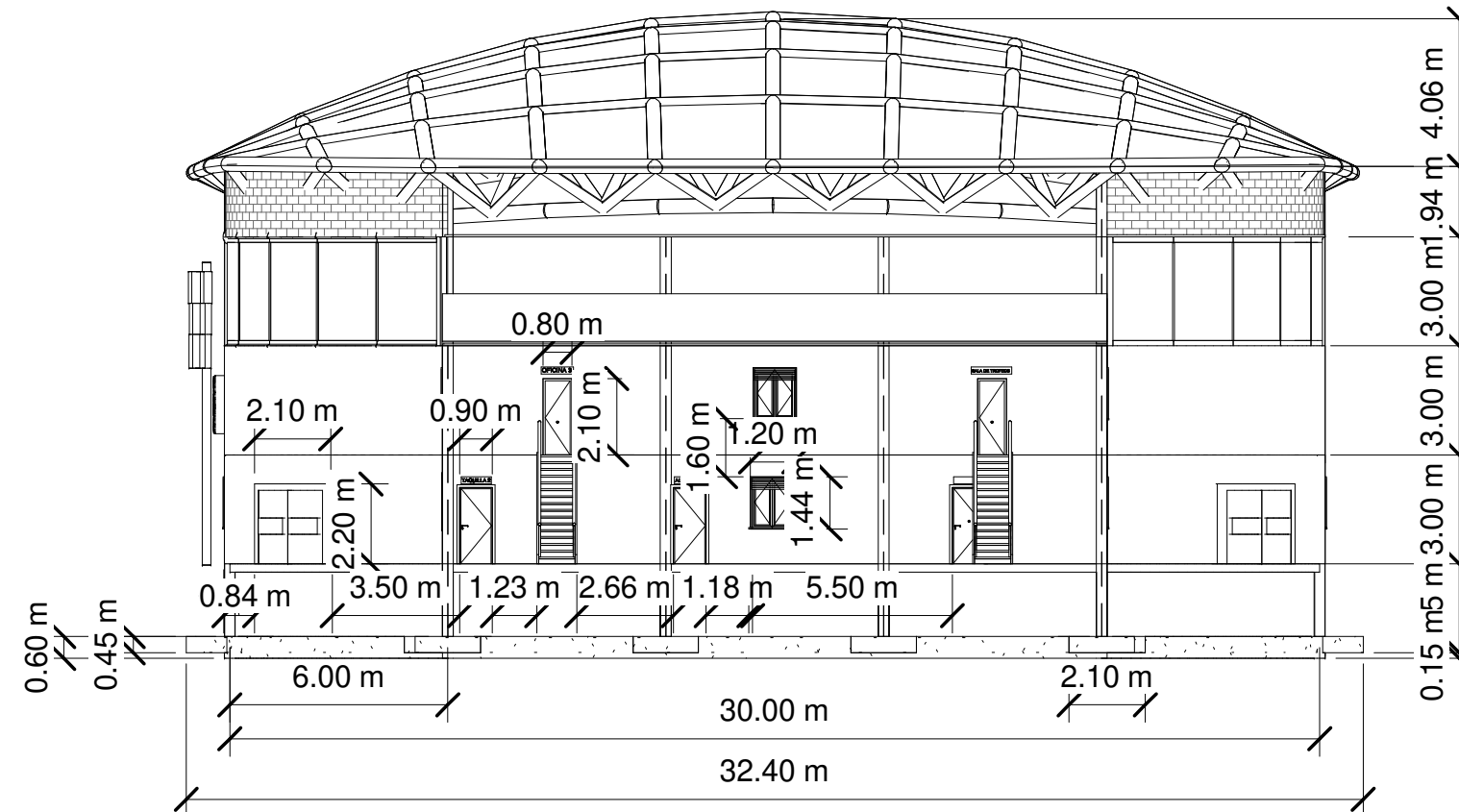
1:200

Autor: Ismael Martínez
Sevilla

Tutor: Fco. Javier
Gallego Álvarez

Firma:

Firma:



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Alzado Este

Nº Plano: A.3

ESCALA

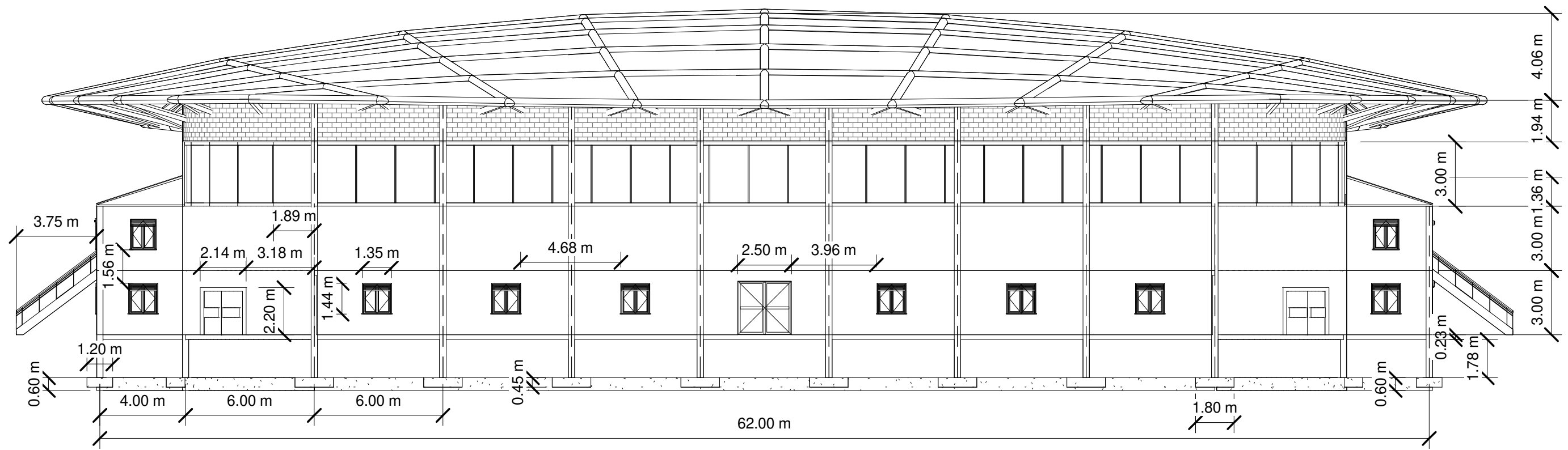
1:200

Autor: Ismael Martínez
Sevilla

Firma:

Tutor: Fco. Javier
Gallego Álvarez

Firma:



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Alzado Norte

Nº Plano: A.3

ESCALA

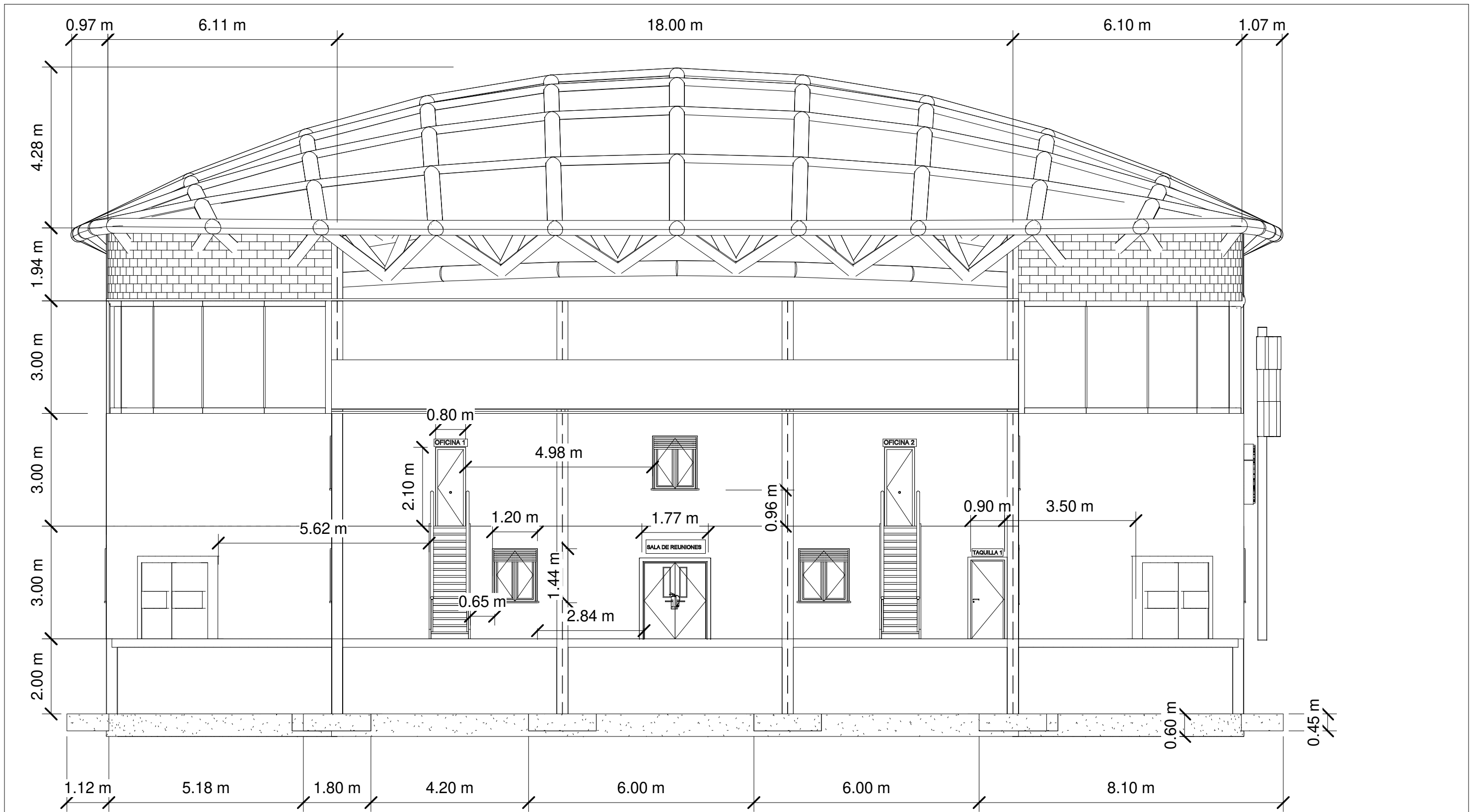
1:200

Autor: Ismael Martínez Sevilla

Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez

Firma:


Firma:

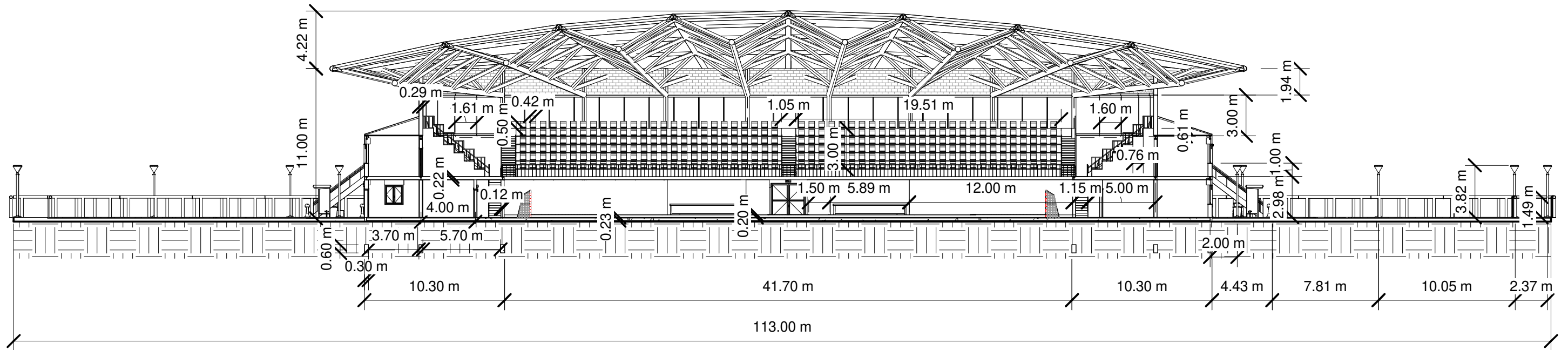





Universidad de Jaén

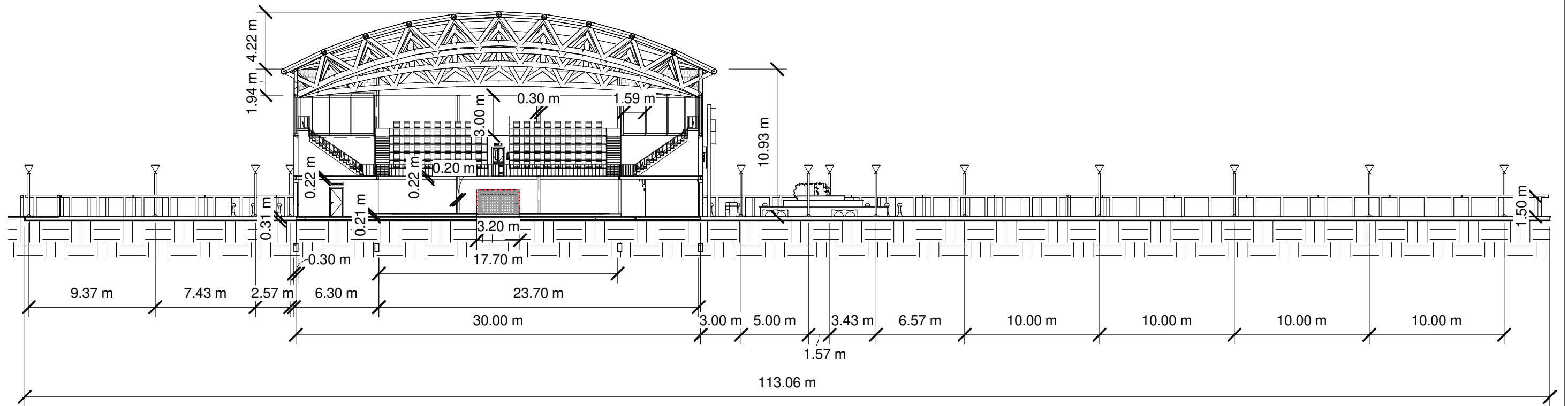
Escuela
Politécnica
Superior de Jaén



Fecha: 05/09/2020

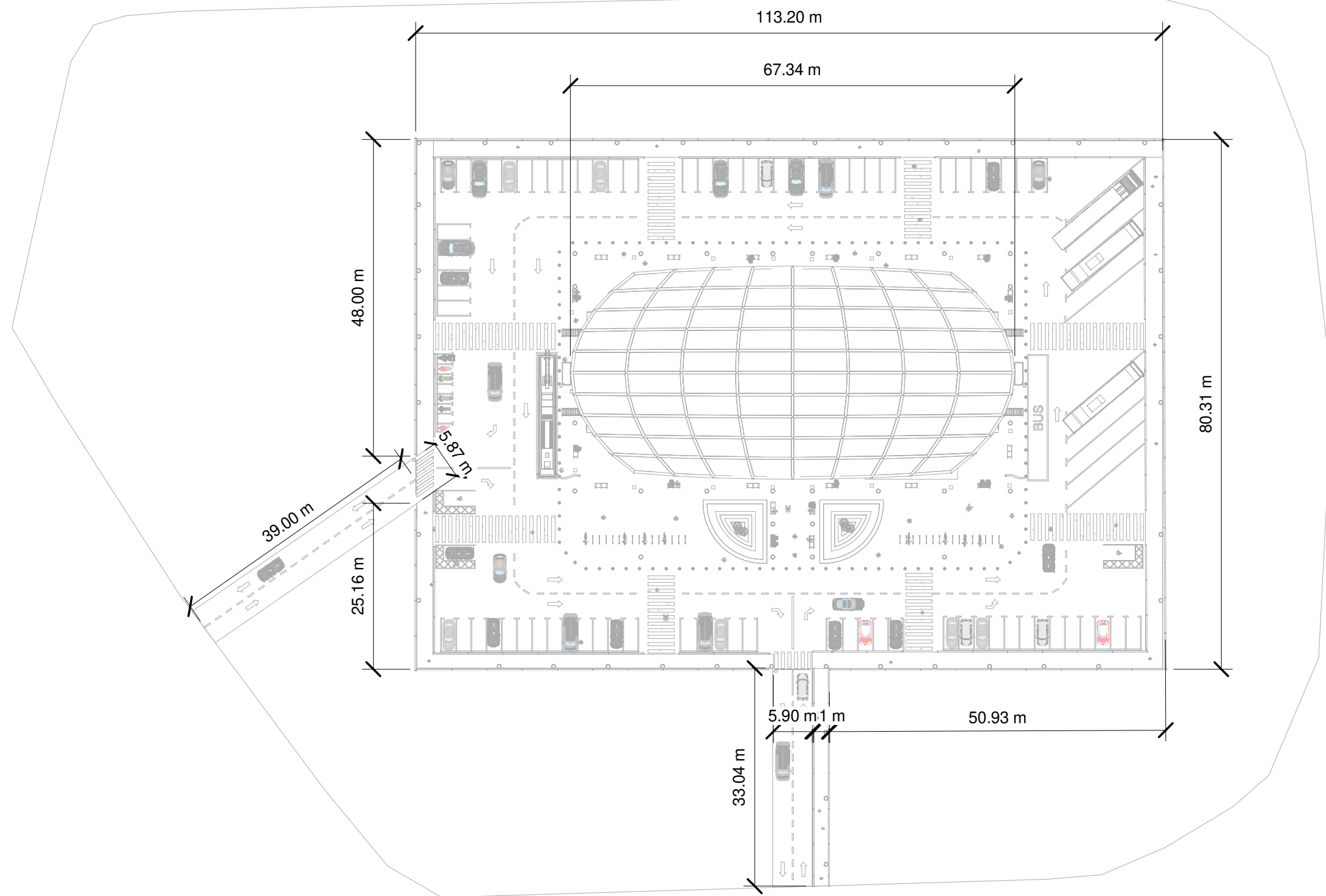
| | |
|--|---|
| Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén | |
| Plano: Alzado Oeste | Nº Plano: A.3 |
| ESCALA 1:100 | Autor: Ismael Martínez Sevilla |
| | Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez |
| Firma:  | |
| Firma: | |



| | | | |
|--|--|---|--|
|  Universidad de Jaén | Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén | | |
| | Plano: Sección Alzado Oeste | Nº Plano: A.3 | |
| Escuela Politécnica Superior de Jaén Fecha: 05/09/2020 | ESCALA 1:300 | Autor: Ismael Martínez Sevilla | Firma:  |
| | | Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez | Firma: |



| | | | |
|--|--|---|--|
|  Universidad de Jaén | Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén | | |
| | Plano: Sección Alzado Sur | Nº Plano: A.3 | |
| Escuela Politécnica Superior de Jaén Fecha: 05/09/2020 | ESCALA 1:300 | Autor: Ismael Martínez Sevilla | Firma:  |
| | | Tutor: Fco. Javier Gallego Álvarez | Firma: |



Universidad de Jaén

Escuela
Politécnica
Superior de Jaén

Fecha: 05/09/2020

Proyecto: Modelado BIM para el proyecto de un estadio de fútbol sala en el municipio de Quesada, Jaén

Plano: Distribución General

Nº Plano: A.3

ESCALA

1:700

Autor: Ismael Martínez
Sevilla

Firma:

Tutor: Fco. Javier
Gallego Álvarez

Firma: