



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE LA INGENIERÍA DEL DISEÑO
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

REALIZADO POR: SAID MIRIJEW
DIRIGIDO POR: PABLO SEBASTIÁN FERRER GISBERT

JUNIO 2017



Índice

Índice de contenido

Índice	1
Índice de contenido	1
Índice de figuras	3
1. Objeto de proyecto	6
2. Introducción	7
2.1. Concepto BIM	7
2.2. Software BIM.....	8
2.3. Situación actual de la metodología BIM.....	10
3. Caso de estudio	14
4. Formación en BIM	19
4.1. Aproximación al concepto BIM.....	19
4.2. Investigación del software BIM.....	19
5. Modelado del edificio y sus instalaciones.....	21
5.1. Planteamiento del trabajo.....	21
5.2. Pasos en la realización del modelado BIM.....	21
5.3. Modelado de la arquitectura del edificio	21
5.4. Problemas comunes en el modelado de la arquitectura.	33
5.5. Modelado de la instalación de fontanería y saneamiento del edificio	35
5.6. Problemas comunes en el modelado de la fontanería y saneamiento.	40
5.7. Modelado de la instalación de baja tensión del edificio	42
5.8. Problemas comunes en el modelado de la instalación de baja tensión.	45
5.9. Modelado de la instalación de climatización y ventilación	47
5.10. Problemas comunes en el modelado de la instalación de climatización y ventilación.....	52
5.11. Modelado de la instalación de protección contra incendios	53
5.12. Problemas comunes en el modelado de la instalación de protección contra incendios.....	57



5.13.	Tablas de planificación.....	59
5.14.	Realización de planos.....	60
5.15.	Recorridos.....	62
5.16.	Jerarquía de objetos en REVIT	63
5.17.	Creación de una familia parametrizable mediante REVIT	64
6.	El BIM y la dirección y gestión de Proyectos	69
6.1.	Agentes BIM.....	69
6.2.	Fases BIM.....	70
6.3.	LOD: Level of Development.....	72
6.4.	Formato unificado IFC	73
6.5.	4D: Programación de proyectos.....	75
6.6.	5D: Estimación de costes.....	81
6.7.	5D: Ventajas del plug-in de estimación de costes.	91
7.	Conclusiones.....	93
8.	Anexos	96
8.1.	Tabla de planificación de habitaciones	96
8.2.	Tabla de planificación de BIES y extintores.....	98
8.3.	Presupuesto realizado con el plug-in de Arquímedes	100
8.4.	Programación de proyectos con Navisworks y MS Project	103
9.	Planos.....	104
10.	Presupuesto	105
11.	Bibliografía.....	106

Índice de figuras

Figura 1 - El entorno BIM Fuente: Bimthinkspace	8
Figura 2 - Comparativa entre REVIT (azul), ALLPLAN (amarillo) Y ARCHICAD (rojo). Fuente: Google Trends.....	9
Figura 3 - Comparativa entre REVIT (azul) y ArchiCAD (rojo). Fuente: Google Trends 9	9
Figura 4 - Comparativa uso en España REVIT (azul) y ArchiCAD (rojo). Fuente: Google trends	10
Figura 5 - Hoja de ruta BIM en España. Fuente: ITC	13
Figura 6 - Plano 2D Universitat Politècnica de València. Fuente: UPV	14
Figura 7 - Ficha: Unidades de proyecto. Fuente: Propia	22
Figura 8 - Ficha: Ubicación. Fuente: Propia	23
Figura 9 - Ficha: Información de proyecto. Fuente: propia	23
Figura 10 - Ejemplo de niveles. Fuente: propia.....	24
Figura 11 - Vinculación de CAD. Fuente: Propia.....	25
Figura 12 - Rejillas. Fuente: propia	25
Figura 13 - Superficie topográfica. Fuente: propia	26
Figura 14 - Plataforma de construcción. Fuente: Propia	26
Figura 15 - Vista 3D con muros, forjados y suelos. Fuente: Propia	27
Figura 16 - Vista 3D con agujeros. Fuente: propia	28
Figura 17 - Vista 3D con falsos techos. Fuente: Propia.....	29
Figura 18 - Vista 3D con rampas. Fuente: propia.....	29
Figura 19 - Vista 3D con escaleras. Fuente: Propia	30
Figura 20 - Vista 3D con muros cortina completos. Fuente: propia	31
Figura 21 - Vista 3D con barandillas. Fuente: Propia	31
Figura 22 - Vista 3D con familias. Fuente: propia.....	32
Figura 23 - Menú "Editar Tipo". Fuente: Propia.....	33
Figura 24 - Selección de plantilla. Fuente: propia	36
Figura 25 - Tuberías tipo. Fuente: propia	37
Figura 26 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia	38
Figura 27 - Sistemas de tuberías. Fuente: propia	39
Figura 28 - Modificación de sistemas de tuberías. Fuente: propia	39
Figura 29 - Navegador de sistemas. Instalación de fontanería y saneamiento. Fuente: propia	40

Figura 30 - Selección de una plantilla. Fuente: propia.....	43
Figura 31 - Creación de sistemas. Fuente: propia.....	44
Figura 32 - Selección de cuadros eléctricos. Fuente: propia.....	44
Figura 33 - Navegador de sistemas. Sistema eléctrico. Fuente: propia.....	45
Figura 34 - Selección de plantilla. Fuente: propia.....	48
Figura 35 - Conductos tipo. Fuente: propia.....	49
Figura 36 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia.....	50
Figura 37 - Sistemas de conductos. Fuente: propia.....	51
Figura 38 - Navegador de sistemas. Instalación de climatización y ventilación. Fuente: propia.....	51
Figura 39 - Selección de plantilla. Fuente: propia.....	54
Figura 40 - Tuberías tipo. Fuente: propia.....	55
Figura 41 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia.....	56
Figura 42 - Sistemas de tuberías. Fuente: propia.....	57
Figura 43 - Navegador de sistemas. Instalación de protección contra incendios. Fuente: propia.....	57
Figura 44 - Plano de planta con habitaciones. Fuente: Propia.....	60
Figura 45 - Archivos de plantilla para planos. Fuente: Propia.....	61
Figura 46 - Creación de planos. Fuente: Propia.....	62
Figura 47 - Jerarquía de objetos en REVIT. Fuente: propia.....	64
Figura 48 - Archivo de plantilla para crear familias. Fuente: Propia.....	65
Figura 49 - Planos de trabajo acotados. Fuente: Propia.....	65
Figura 50 - Mesa en planta y parámetros. Fuente: Propia.....	66
Figura 51 - Mesa en alzado y parámetros. Fuente: Propia.....	66
Figura 52 - Extrusión de tablero de la mesa y 3D. Fuente: Propia.....	67
Figura 53 - Parametrización de las patas de la mesa. Fuente: Propia.....	67
Figura 54 - Patas de la mesa sin y con extrusión. Fuente propia.....	67
Figura 55 - Parametrización final de la familia. Fuente: Propia.....	68
Figura 56 - Fases BIM Fuente: Bimpanzee.....	71
Figura 57 - Level of development. Fuente: PracticalBIM.....	72
Figura 58 – Formatos IFC. Fuente: BuildingSmart.....	75
Figura 59 - Interfaz de Navisworks. Fuente: propia.....	77
Figura 60 - Selección de elementos en el árbol de selección y muestra en el modelo. Fuente: propia.....	77

Figura 61 - Relación entre las pestañas "árbol de selección" y "conjuntos". Fuente: propia	78
Figura 62 - Nombrado de selección en la pestaña "Conjuntos". Fuente: propia	78
Figura 63 - Timeliner en Navisworks. Fuente: propia	79
Figura 64 - Enlazado de "Conjuntos" a tareas del Timeliner. Fuente: propia	80
Figura 65 - Ejemplo de enlazado de "Conjuntos" a tareas del Timeliner. Fuente: propia	80
Figura 66 - Creación de animación. Fuente: propia	80
Figura 67 - Exportación de Timeline a Microsoft Project. Fuente: propia	81
Figura 68- Generación de fichero de extracción de mediciones. Fuente: propia	82
Figura 69 - Importación de fichero de extracción de REVIT. Fuente: propia	82
Figura 70 - Vinculación de REVIT a Arquímedes. Fuente: propia	83
Figura 71 - Menús de vinculación.	83
Figura 72 - Árbol de descomposición de Arquímedes. Fuente: propia	84
Figura 73 - Asignación de partidas y extracción de mediciones. Fuente: propia	85
Figura 74 - Asignación partidas <-> elementos. Fuente: propia	86
Figura 75 - Presupuesto creado mediante el plug-in de Arquímedes en REVIT. Fuente: propia	86
Figura 76 - Selección en Arquímedes y visualización de localización en REVIT. Fuente: Propia	87
Figura 77 - Eliminación de lavabos en planta primera y tercera. Fuente: propia	88
Figura 78 - Vinculación con Arquímedes. Fuente: propia	88
Figura 79 - Cambios en la medición. Fuente: propia	89
Figura 80 - Medición con menos lavabos. Fuente: propia	89
Figura 81 - Filtro planta tercera. Fuente: propia	90
Figura 82- Variación del número de elementos. Fuente: propia	91
Figura 83 - Presupuesto tercera planta. Fuente: propia	91



1. Objeto de proyecto

Este trabajo fin de grado tiene como objeto la aplicación de la metodología BIM en un edificio existente de la Universitat Politècnica de València.

Para su realización, se empleará un software específico y se modelará el edificio en 3D y sus instalaciones de fontanería y saneamiento, protección contra incendios, baja tensión y climatización.

Para completar este trabajo fin de grado, se vinculará el modelo a la dirección y gestión de proyectos mediante la interconexión del software BIM con herramientas de seguimiento de proyectos y elaboración de presupuestos, con el fin de reducir tiempos y mejorar la precisión en dicho campo.

Otro objetivo es que el proyectista aplique tanto conocimientos directos, como competencias transversales adquiridas en la carrera y en las prácticas de empresa realizadas.

También se pretende que este trabajo fin de grado pueda servir como apoyo a otros estudiantes o como impulso para la realización e investigación de más proyectos relacionados con el BIM en la Universitat Politècnica de València.

2. Introducción

2.1. Concepto BIM

El concepto BIM va más allá de un modelado en 3D de un emplazamiento con un software específico. BIM es una metodología de trabajo en la cual, mediante el apoyo de software informático, se incluye toda la información sobre el diseño, la ejecución y la gestión integral de un determinado emplazamiento durante su vida útil.

Con esta metodología, se pretende trabajar sobre un archivo único, de manera que:

- Se evita la duplicidad, contradicciones, olvidos u omisiones de información, ya que estará archivada en una única base de datos y no en diversos archivos situados en diferentes localizaciones.
- Se permite trabajar de manera colaborativa entre diferentes usuarios a la vez, de manera que se aumentará la productividad.
- Se permite la realización de análisis previos de conflictos y la toma de decisiones anticipadas para solventarlos.
- Se facilita la comunicación entre promotor, proyectista y contratista debido a la creación de un modelo único actualizable.
- Se realiza la representación de establecimientos e instalaciones en 3D, lo cual genera automáticamente los planos en 2D y se considera un modelo más visual.
- Cualquier nuevo elemento se añadirá a una base de datos que está en constante actualización.
- Se uniformizan formatos de trabajo mediante guías.
- Se mejora la consecución de objetivos.

De esta manera, se facilitará y agilizará el proceso de trabajo, lo cual genera mejores repercusiones económicas, de calidad y de tiempo por proyecto para cada empresa.

Detrás de la metodología BIM hay mucho trabajo que no sale a la luz: desde creación de estándares, guías o definición de roles hasta procesos de cálculo.



Figura 1 - El entorno BIM Fuente: Bimthinkspace

2.2. Software BIM

En un mercado tan grande como es internet, se pueden encontrar diversos programas que trabajen con la metodología BIM, siendo los tres más conocidos REVIT de Autodesk, ArchiCAD de Graphisoft y Allplan de Nemetschek.

En este apartado se tratará de justificar la elección del software BIM para la realización de este trabajo fin de grado.

Empleando la herramienta gratuita Google Trends, se pueden hacer comparaciones de la popularidad de búsqueda de lo que se desee. En este caso, se realizará la comparación entre los tres software mencionados anteriormente.

Como se puede observar, el BIM es una metodología que lleva tiempo en desarrollo, pero no se ha desarrollado tanto como se esperaba. El programa que llevó la batuta fue ArchiCAD, hasta que en 2008, REVIT empezó a convertirse

en referencia, ofreciendo cada año versiones con notables mejoras y siendo el más empleado en América, Australia y parte de Europa.

Interés a lo largo del tiempo ?

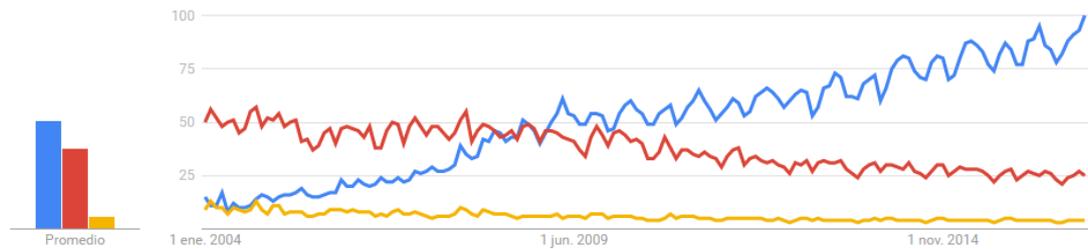


Figura 2 - Comparativa entre REVIT (azul), ALLPLAN (amarillo) Y ARCHICAD (rojo). Fuente: Google Trends

En ese punto, Allplan, por la poca incidencia respecto a los otros dos software, se descarta como opción para la realización de este trabajo fin de grado.

En un mapa mundial, se puede observar como los dos programas dominantes son los ya mencionados y concretamente en España se puede observar la gran popularidad de REVIT frente a ArchiCAD, por eso cuando se habla de software BIM, se habla de REVIT.

Interés por región ?

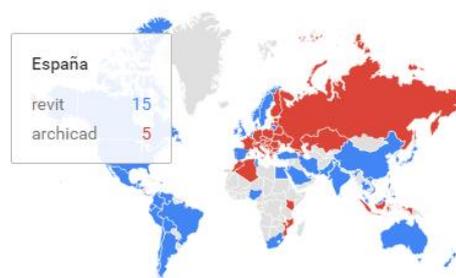


Figura 3 - Comparativa entre REVIT (azul) y ArchiCAD (rojo). Fuente: Google Trends

Ambos programas disponen de versión estudiantil, pero el aumento, cada vez mayor, en la sociedad española en el uso de REVIT y el conocimiento de la interfaz, hará que la elección del software sea la de REVIT.

Interés a lo largo del tiempo ?

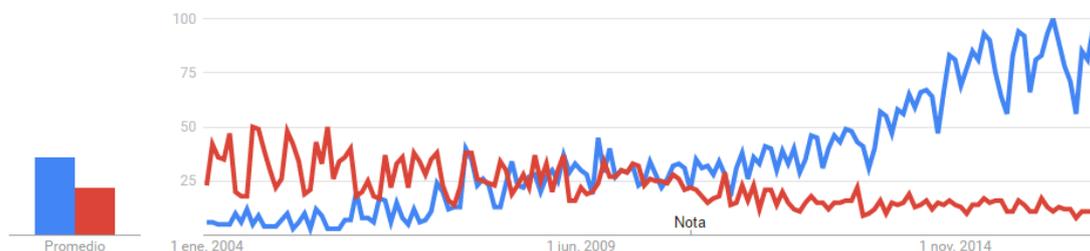


Figura 4 - Comparativa uso en España REVIT (azul) y ArchiCAD (rojo). Fuente: Google trends

2.3. Situación actual de la metodología BIM

Existen países de Europa cuyos objetivos en el empleo de la metodología BIM están fijados y otros que se encuentran en una fase de planteamiento de objetivos.

En febrero del año 2016, se creó en Europa un grupo llamado “EU BIM Task Group” formado por integrantes de Administraciones Públicas de 14 países diferentes para crear un documento que contenga las principales directrices que hay que tener en cuenta cuando se implante el BIM en una empresa.

A continuación se citarán los países más avanzados en Europa respecto a esta metodología.

- Finlandia: país pionero del BIM en Europa junto a Noruega. Su uso es obligatorio y está centrado en mejorar la eficiencia energética de sus edificios para hacerlos menos contaminantes.

Uno de sus mayores casos de éxito fue la conversión del hospital “Meilahti” de 17 plantas construido en 1965 en un edificio con una alta eficiencia energética.

- Francia: a finales del año 2014 invirtió 20 millones de euros para mejorar la eficacia de trabajo y convencer a inversores para el empleo de este método de trabajo.

Inglaterra: desde el 4 de abril de 2016, los proyectos de obra pública se deben presentar con software específico BIM y siguiendo la normativa PAS 1192.

Según indicó el ponente británico, *Dan Rossister* en la conferencia: “*BIM World Implementation Strategies. 7 April 2017, Barcelona*”, Inglaterra es la región más avanzada del Reino Unido debido a que es obligatorio el uso del BIM en la obra pública, pero regiones como Gales o Escocia están bastante atrasadas.

- Alemania: se ha impulsado una guía que identifica los procesos que hay que realizar para adentrarse en esta metodología.

Al igual que ocurre en Europa, en el resto del mundo hay una serie de países cuyos rutas están definidas.

- Chile: ha introducido un plan para integrar el BIM en un máximo de 10 años, pretendiendo emplear esta metodología de cara al 2020 para proyectos públicos y de cara al 2025 para proyectos privados, estableciendo unos estándares para aumentar la competitividad entre diferentes empresas.
- Estados Unidos: se ha desarrollado la “National BIM Guide for Owners” en la que se indican una serie de criterios uniformes para la entrega de proyectos BIM. Dicho documento se ha entregado a instituciones y propietarios de varias empresas para que lo comiencen a poner en práctica.

Según indicó el ponente estadounidense *Jeffrey W. Ouellette* en la conferencia: “*BIM World Implementation Strategies. 7 April 2017, Barcelona*”, Estados Unidos fue pionero en la creación de guías de estandarización, pero no se emplean porque no todo el contenido es aprovechable y porque no existen mandatos debido a la gran cantidad de estados que tendrían que ponerse de acuerdo en EEUU.

- Canadá: el Instituto del BIM de Canadá coordina el uso de este método en el país y dispone de varios volúmenes como ayuda a

todas las empresas que quieran implantar el BIM, tanto a nivel organizativo como en proyectos particulares.

Según indicó la ponente canadiense *Susan Keenselide* en la conferencia: “*BIM World Implementation Strategies. 7 April 2017, Barcelona*”, Canadá ha adelantado a Estados Unidos y están muy implicados en la mejora de guías y en la creación de foros de participación para resolver dudas a todos los usuarios acerca del BIM.

- Australia: el uso del BIM está ganando peso lentamente ya que en áreas como el “*Departamento de Transporte e Infraestructura*” ha desarrollado guías BIM para agencias gubernamentales, contratistas y consultores.
- Emiratos Árabes Unidos: se espera poder aprovechar el uso de la construcción y aplicar esta metodología en edificios de gran altura para simplificar el trabajo a realizar.

Existen casos de éxito como la línea de metro de Doha, donde se ha realizado tanto la obra civil como la parte de MEP (mecánica, eléctrica y fontanería) mediante software específico.

Debido a la expansión internacional del BIM y a raíz de la directiva europea 2014/24/UE, que expresa que se deberán emplear sistemas electrónicos en procesos de contrataciones de obras, servicios y suministros a partir de Septiembre del 2018, España se ha planteado este tipo de metodología.

Como primera iniciativa, en España se creó un grupo de expertos designados por el Ministerio del Interior conocido como “*es.BIM.*”, que trata de fomentar el uso de esta metodología. Actualmente, solo existe una guía publicada por “*Building Smart*” en 2014, elaborada en Finlandia y adaptada al castellano a modo de hoja de ruta.

El desarrollo en España está siendo lento, debido a que la curva de aprendizaje es larga y muchas veces puede llegar a crear falsas expectativas en cuanto a tiempo de aprendizaje. También se requiere una inversión elevada en formación y en creación de estándares, aunque ese tiempo se acaba

recuperando cuantos más proyectos se gestionen, debido a que se ahorrará tiempo y se podrá maximizar beneficios.

Es por ello, que en el 2014, la empresa “*Infraestructuras de la Generalitat de Catalunya*” tomó la iniciativa para la aplicación del BIM en obras públicas, con los siguientes objetivos.

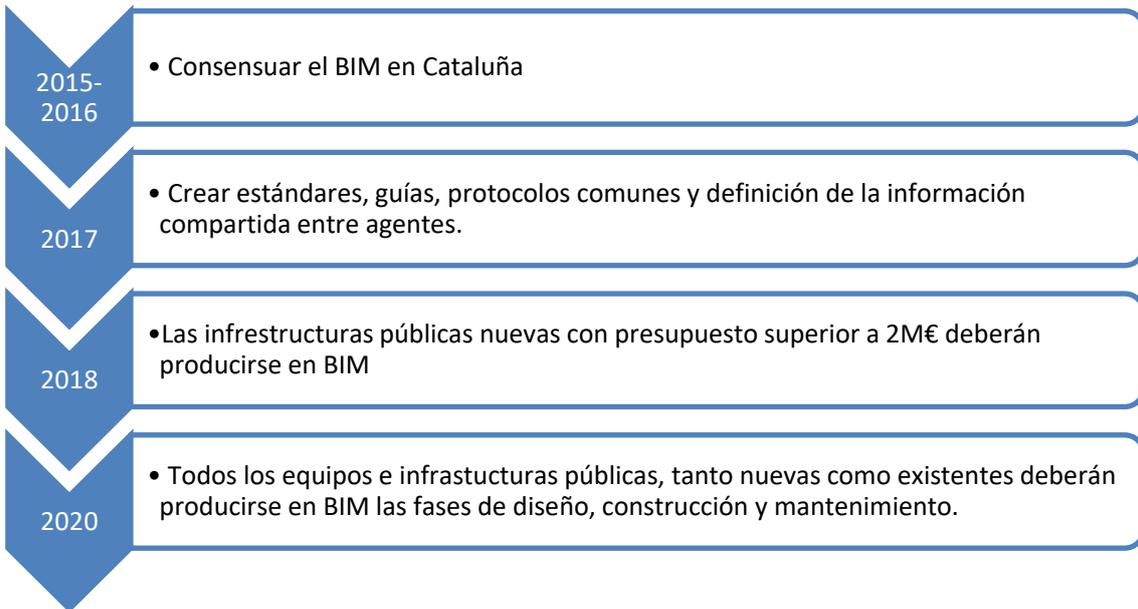


Figura 5 - Hoja de ruta BIM en España. Fuente: ITC

Con la iniciativa de Cataluña, se comienza una nueva etapa en la que el resto de las Comunidades Autónomas tratarán de seguir esta corriente.

Además, cada vez más proveedores disponen de sus equipos en BIM, lo que indica que se está adaptando el futuro a esta metodología.

Según el “5º Encuentro de Usuarios BIM celebrado en Valencia en el año 2016”, se cree que las universidades tienen un papel muy importante ya que si se consiguiese implementar el BIM como asignaturas de grado y postgrado, todo el retraso que tiene España se vería solventado por los estudiantes universitarios.

3. Caso de estudio

Como proyecto pionero en la Universitat Politècnica de València sobre modelado de uno de los edificios de la universidad en BIM se ha acudido al Servicio de Infraestructuras para seleccionar un edificio que resultase acorde a los objetivos del presente trabajo fin de grado.

Tras barajar diversas alternativas, se optó por el modelado de la Casa del Alumno (edificio 4K), que fue elaborado por los Arquitectos José María Lozano Velasco y Jorge Bosch Abarca en el año 2002.

Además, se ha escogido este edificio por ser relativamente reciente y por no haber sufrido grandes modificaciones a lo largo del tiempo.

La función que realiza este edificio es la de disponer espacios de ocio y trabajo, tanto individual como en equipo, además de albergar sedes de asociaciones y delegación de alumnos.



Figura 6 - Plano 2D Universitat Politècnica de València. Fuente: UPV

Las características del establecimiento son las siguientes.

General

- Establecimiento de forma cuadrangular formado por una planta sótano, 4 plantas sobre rasante y una planta cubierta donde se aloja la maquinaria de climatización.
- Terrazas transitables en planta primera, segunda y tercera.
- Superficie construida total: 5121,63 m².
- Topografía plana.
- Cota de suelo acabado de la planta baja: 0,00 m.
- Cota de urbanización exterior: -0,08 m.
- Cota de losa de sótano de 40 cm de espesor: -3,72 m.
- Distancia entre suelos acabados entre plantas: 4,00 m.

Estructura

- Pilares: hormigón armado de 40x60 cm.
- Forjados reticulares: hormigón armado de 45 cm de canto total.
- Muros este y oeste planta sótano: hormigón armado de 40 cm de espesor.
- Muros norte y sur planta sótano: hormigón armado de 30 cm de espesor.
- Cerramientos interiores y exteriores en plantas sobre rasante: hormigón armado visto de diferentes espesores según planos.
- Pantallas estructurales: hormigón armado 20 cm de espesor coincidentes con cerramientos laterales y apoyo del núcleo de escalera y ascensor.
- Escaleras: hormigón armado.

Fachadas y particiones

- Carpintería de muros cortina: perfiles tubulares de montantes y travesaños vistos de 52 mm en aluminio anodizado plata mate.
- Acristalamiento: aislante con cámara deshidratada, compuesto por hojas de dos vidrios tipo climalit. Cada vidrio dispone una lámina incolora de butiral de polivinilo.

- Ventanas basculantes: doble acristalamiento, 465 mm de ancho con cierre hermético tipo Hervent de Gravent.
- Compartimentación interior en aseos: tabique cerámico hueco de 4 cm de espesor.
- Compartimentación interior fija: fábrica de ladrillo cerámico perforado de ½ pie de espesor cubierto de mortero de cemento.
- Mamparas: compartimentación modular desmontable mediante sistema Movinord 82. Los paramentos ciegos quedarán revestidos con trasdosado directo de tablero acabado en el mismo material que las mamparas.

Falsos techos

- Tres tipos de falso techo en el establecimiento según ubicación.
- Techo suspendido de placa cartón-yeso.
- Techo suspendido de placa cartón-yeso con módulos de 60x60 cm.
- Estructura metálica de dos direcciones y bordes con remate placa angular.

Cubiertas

- Cubiertas de dos tipos: terrazas transitables y cubiertas visitables para el mantenimiento y accesibilidad de los equipos de climatización de cubierta.
- Terrazas transitables y cubiertas visitables: baldosas de hormigón autoportantes de 60x60 cm.

Pavimento exterior

- Adoquines de hormigón de 10x20x6 cm sobre capa de arena compactada de 6 cm.

Revestimientos

- Pavimento interior: terrazo de grano fino en baldosas de 60x60 cm, rejuntado, pulido y abrillantado in situ.

- Peldaños de escaleras: piezas prefabricadas de piedra artificial de idénticas características al terrazo colocado.
- Aseos: alicatado de gres blanco mate de 10x10 cm.
- Muros interiores: panel de alma de madera contrachapada tintada de 11 mm fijada con cola y mediante tornillería en aquellas zonas donde esté previsto el desmontaje de la placa.
- Puertas áreas de circulación centrales: mismo recubrimiento que muros interiores.
- Elementos metálicos: cuando no vayan a quedar vistos en su acabado de acero galvanizado, se aplicará una imprimación anticorrosiva y antioxidante.

Carpintería de madera

- Puertas: madera alistonada con canteado macizo en todo el perímetro y aplacado por ambas caras con aglomerado de 10 mm con fijación mediante garras.
- Puertas de cabinas de aseos: hoja de 30 mm de espesor, embisagradas por los laterales y marcos de acero inoxidable.

Carpintería metálica

- Puertas: donde sea necesario, serán cortafuegos abatibles con acabado de pintura de imprimación antioxidante enrasadas con el revestimiento de las paredes y muros.
- Barandillas exteriores: montantes de acero inoxidable de 10 mm de espesor cada 1,50m. Pletina de 8 mm sobre los montantes y una tercera pletina de 8 mm atornillada a la principal que cierra el alojamiento del vidrio.

Vidrios

- Barandillas: vidrio stadip de dos lunas de 6 mm adheridas con butiral.

Instalaciones de transporte



- Ascensor eléctrico: capacidad de 6 personas o 450 kg y accesibilidad para minusválidos con puertas automáticas. Dimensiones mínimas de la cabina: 1,00 x1,20 m.

4. Formación en BIM

4.1. Aproximación al concepto BIM

La primera fase de la formación consistirá en la búsqueda de información acerca del concepto BIM, su difusión actual y el software más óptimo para su uso. Esta fase no se abandona en ningún momento del trabajo final de grado, puesto que la información se actualiza constantemente.

Para ello, se ha buscado en páginas con reconocida calidad como “*Building Smart*”, “*es.BIM.*”, o “*BIMcommunity*” entre otras.

También se ha acudido a conferencias como la promovida por *Atecyr* en el salón de actos de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València el 16 de junio de 2016 sobre instalaciones para comenzar la familiarización de conceptos sobre esta metodología y a la promovida por *Zigurat* en Barcelona el 7 de abril de 2017 sobre la situación del BIM en el mundo con ponentes de 9 países diferentes.

También se ha recurrido al repositorio on-line de la UPV “*Riunet*” y a diversos artículos científicos para la revisión de documentación acerca de BIM

4.2. Investigación del software BIM

La segunda fase de la formación consistirá en la búsqueda de información y autoaprendizaje del software BIM (REVIT), tanto de la parte arquitectónica como de la parte de instalaciones, ya que uno de los retos principales ha sido adquirir un nivel de formación elevado a nivel de software para poder afrontar las posibles dificultades que puedan aparecer durante la etapa de modelado.

Dada la todavía limitada difusión del uso del software en España, es difícil que los alumnos de grado de ingeniería tengan conocimientos del mismo, aunque cada vez existen más cursos y másteres universitarios que enseñan a emplear este tipo de software.



Para este trabajo fin de grado, la formación básica se ha obtenido mediante los siguientes recursos:

- Libro REVIT 2015, Ed. ANAYA. Yolanda Pérez Oliver, donde se ha modelado un edificio con comandos básicos así como con extrusiones para la realización de formas más complejas.
- Manual de usuario REVIT 2015. Autodesk. Se han despejado las dudas que han surgido con el libro anterior.
- Curso REVIT MEP online, COGITI, donde se han repasado los conceptos básicos de arquitectura y se ha aprendido a modelar instalaciones y entender los resultados de las mismas.
- Video tutoriales online a través de diversas plataformas para visualizar ejemplos prácticos para aplicar al trabajo fin de grado.

Cabe mencionar que al igual que la formación respecto a conceptos BIM, la investigación respecto al software BIM se actualiza constantemente, por lo que para esta fase, se realiza un estudio continuo durante la realización de este trabajo fin de grado.

5. Modelado del edificio y sus instalaciones

5.1. Planteamiento del trabajo

Antes de realizar el modelado, será necesario recopilar la información necesaria para la realización del proyecto.

Para ello, se decidirá el edificio a estudiar, para posteriormente pedir los permisos necesarios para operar tanto en la Casa del Alumno como para poder visualizar los proyectos y obtener los planos del Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València.

Tras obtener los planos, se procederá a verificar las cotas de los mismos mediante tomas de datos in situ.

Una vez esté todo verificado, se procederá al modelado en 3D de la información, realizando tantas visitas para tomar datos como sea necesario.

5.2. Pasos en la realización del modelado BIM

La estructura de actuación en el modelado mediante software B.I.M será la siguiente:

- Un modelador se dedica a la realización del fichero de arquitectura.
- Tomando como referencia el fichero anterior, cada modelador diseña su instalación. Cualquier cambio en la arquitectura, se actualizará en el de la instalación.
- Se agruparán todas las instalaciones en un fichero único para detectar interferencias entre ellas, ya sea con el software de modelado o un software específico.

5.3. Modelado de la arquitectura del edificio

Lo primero que se debe configurar en un proyecto mediante REVIT son las unidades de proyecto, la ubicación del establecimiento y la información de proyecto.

En la ficha “*Gestionar>Configuración>Unidades de proyecto*” y se escogerán las que más le convengan al proyectista.

Unidades	Formato
Longitud	1234.57 [m]
Área	1234.57 m ²
Volumen	1234.57 m ³
Ángulo	12.35°
Pendiente	12.35°
Divisa	1234.57
Densidad de masa	1234.57 kg/m ³

Figura 7 - Ficha: *Unidades de proyecto*. Fuente: *Propia*

A continuación, en la ficha “*Gestionar>Ubicación de proyecto>Ubicación*” se determinará la ubicación del establecimiento ya que se puede simular el trayecto del Sol y observar las sombras que aparecen en la ubicación.

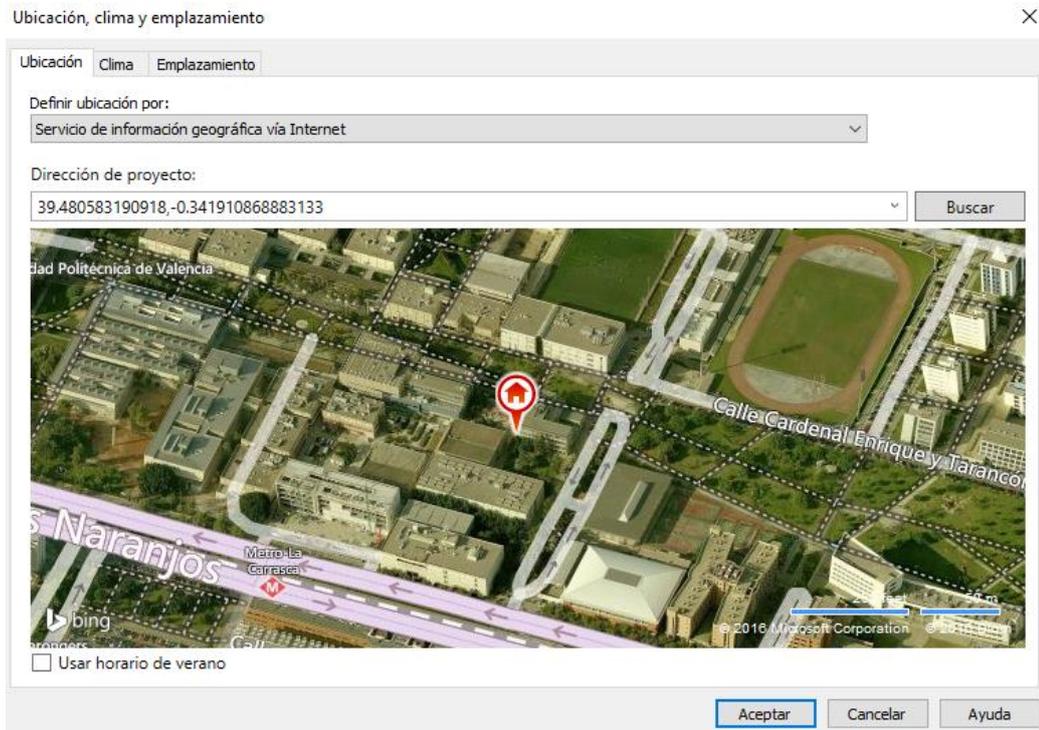


Figura 8 - Ficha: Ubicación. Fuente: Propia

En la ficha “Gestionar>Configuración>Información de proyecto” y se indicarán los datos del proyectista y del promotor.

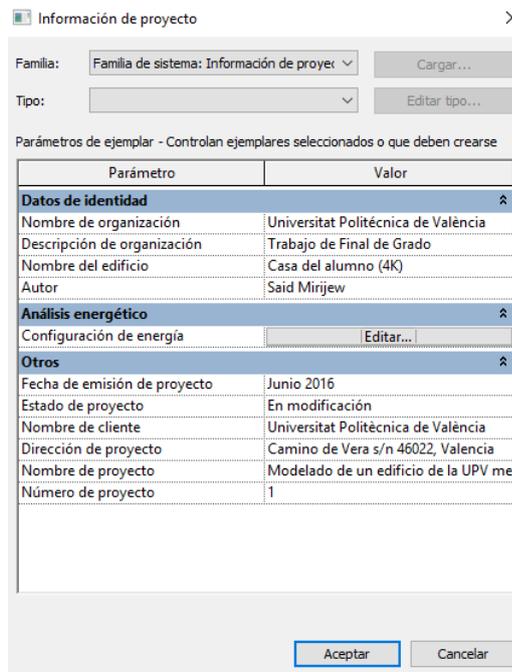


Figura 9 - Ficha: Información de proyecto. Fuente: propia

Dentro de la ficha “Arquitectura>Referencia>Nivel” se crearán las diferentes alturas de referencia de la edificación, siendo la cota 0, la parte superior del suelo de la planta baja, tal y como se indica en el proyecto original.

Si están correctamente organizados, la edición de las alturas será sencilla incluso en una fase avanzada de la definición.



Figura 10 - Ejemplo de niveles. Fuente: propia

Se vincularán los planos de planta proporcionados por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València.

Para ello, se seleccionará la ficha “Insertar>Vincular>Vincular CAD” y a continuación se seleccionarán aspectos como: si se desea ver la importación en todas las vistas o sólo en una, las unidades de importación, la posición de importación o el nivel de vinculación.

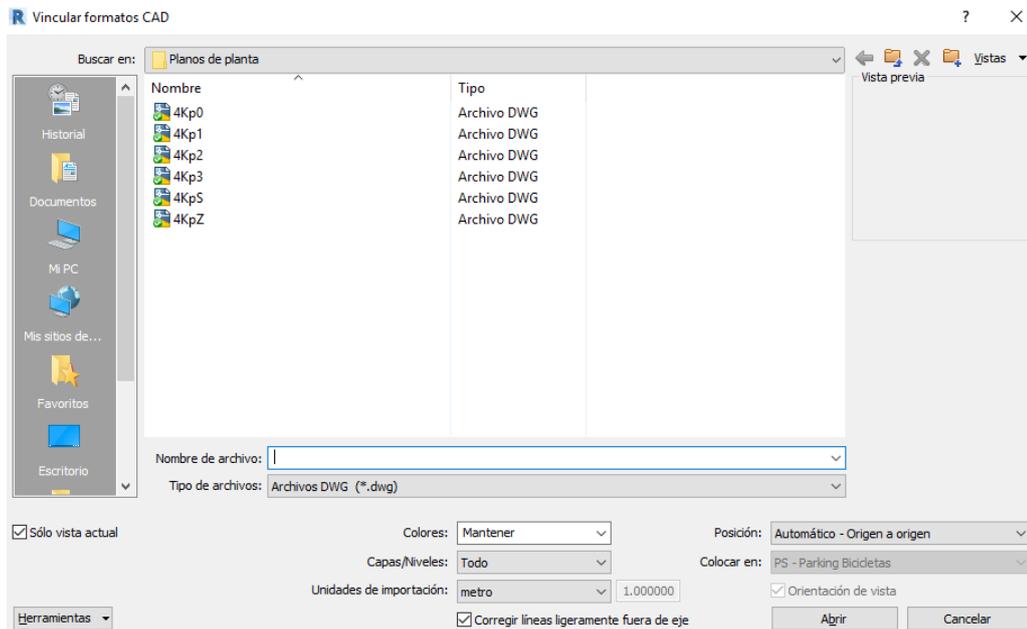


Figura 11 - Vinculación de CAD. Fuente: Propia

Dentro del “Arquitectura>Referencia>Rejilla” se crearán una serie ejes verticales, horizontales o inclinados en planta, de manera que sirvan de referencia o apoyo para la modelación de elementos.

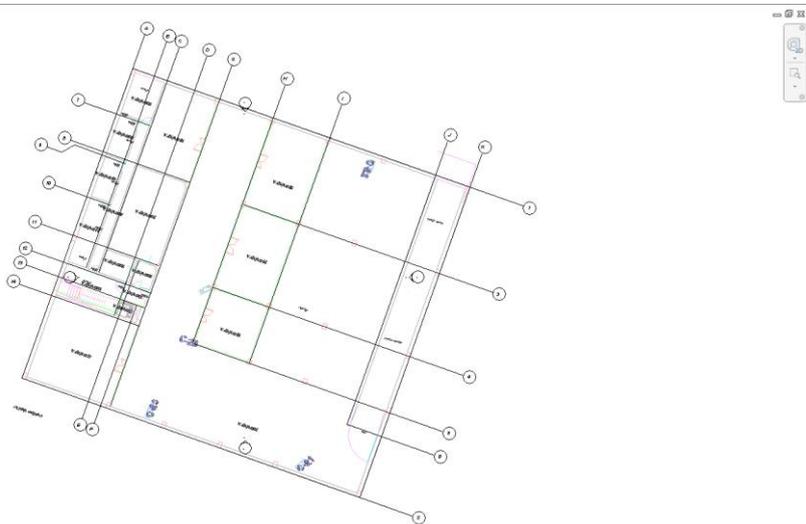


Figura 12 - Rejillas. Fuente: propia

Desde la ficha “Masa y emplazamiento>Modelar emplazamiento>Superficie topográfica” se determinará la topografía del terreno

a una cota de -0.08 m de la referencia, debido a que así se ha indicado en el proyecto original.

Como la topografía es uniforme, el establecimiento tendrá en todos sus puntos la topografía a esa cota.

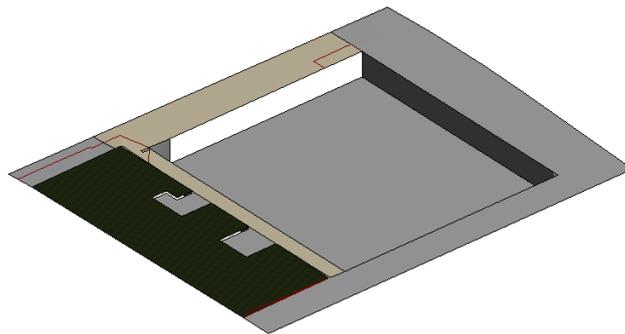


Figura 13 - Superficie topográfica. Fuente: propia

Se creará una plataforma de construcción para que el establecimiento no esté hundido en el terreno y esté apoyado sobre un elemento de construcción. Desde la ficha “Masa y emplazamiento>Modelar emplazamiento>Plataforma de construcción” se podrá crear dicho elemento.

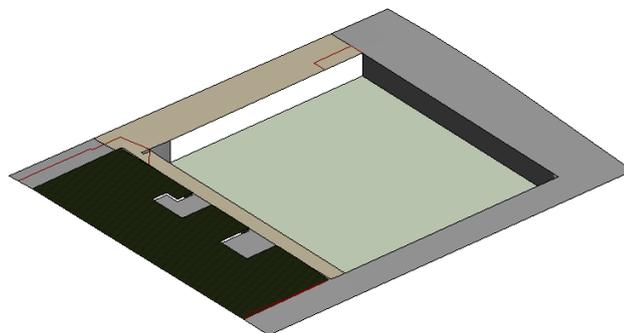


Figura 14 - Plataforma de construcción. Fuente: Propia

Para la creación de los pilares, se seleccionará la ficha “*Arquitectura>Construir>Pilar*”. En la ventana de propiedades de tipo, se determinará el nivel desde el que empieza cada pilar (nivel base) y el nivel en el que acaba cada uno (nivel superior).

En caso de no disponer de un pilar con las dimensiones deseadas, se seleccionará el elemento y en la ventana “*Propiedades*”, se seleccionará “*Editar tipo*” para acceder a sus propiedades vitales.

Se seleccionará “*duplicar*” para no sobrescribir datos existentes y se guardará el elemento con un nombre nuevo, de manera que si se le cambiase un parámetro como el material del pilar se cambiará únicamente en un elemento determinado.

Para el caso de los suelos y los forjados, se seleccionará la ficha “*Arquitectura>Construir>Suelo*” y se procederá de la misma manera que con los pilares.

Para el caso de los muros, se seleccionará la ficha “*Arquitectura>Construir>Muro>Muro arquitectónico*” y se procederá de la misma manera que con los pilares y los suelos.

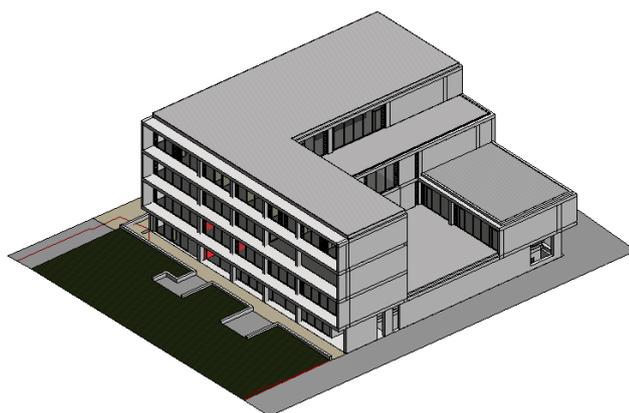


Figura 15 - Vista 3D con muros, forjados y suelos. Fuente: Propia

En aquellas zonas donde existen escaleras o en el emplazamiento del ascensor, se crearán agujeros mediante la ficha “*Crear>Hueco>Agujero*”

De este modo, se realizará un agujero pasante que cubra desde un nivel base hasta un nivel superior, niveles entre los cuales se podrán emplazar los elementos antes mencionados.

En caso de tener que realizar el agujero en un muro, se seleccionará la ficha “*Arquitectura>Hueco>Agujero en muro*”

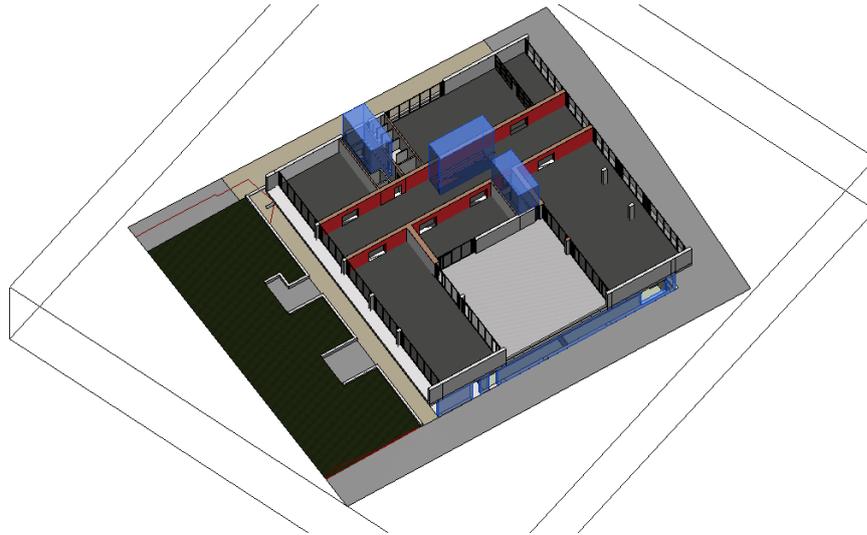


Figura 16 - Vista 3D con agujeros. Fuente: propia

Para el caso del techo, se seleccionará la ficha “*Arquitectura>Construir>Techo*” y se procederá de la misma manera que con los pilares, suelos y muros. Para los techos prefabricados metálicos, se insertará en el proyecto una familia descargada de internet desde la ficha “*Insertar>Cargar desde biblioteca>Cargar familia*”

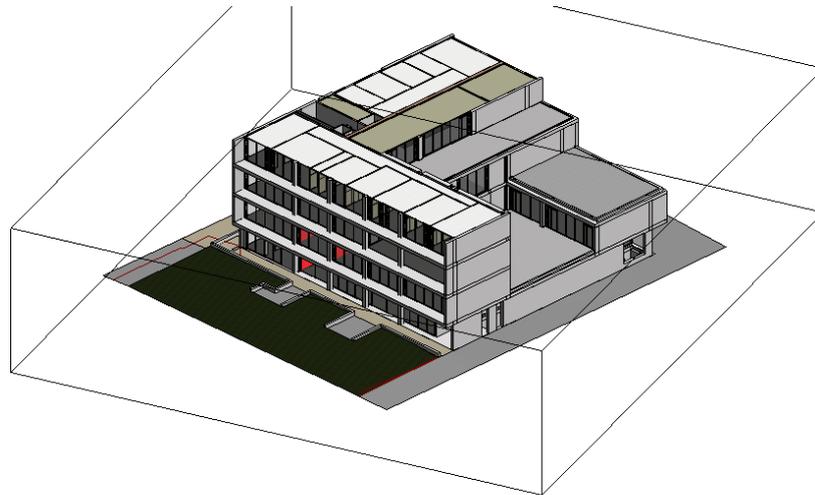


Figura 17 - Vista 3D con falsos techos. Fuente: Propia

Las modelización de rampas se realiza dentro de la ficha “Arquitectura>Construir>Rampas”

Se seleccionará el nivel base, el nivel superior y dentro de “*Editar tipo*” se podrá modificar el porcentaje de inclinación del elemento.

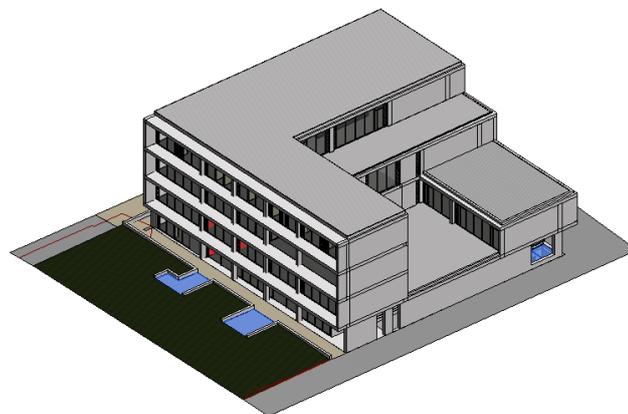


Figura 18 - Vista 3D con rampas. Fuente: propia

Para la realización de Escaleras, se seleccionará la ficha “Arquitectura>Circulación>Escalera>Escalera por componente” para realizar un modelado avanzado de las escaleras.

Se seleccionará el nivel base, el nivel superior y dentro de “*Editar tipo*” se podrá modificar el número de huellas y contrahuellas, así como sus longitudes, las zancas y las barandillas, que se crearán más adelante con la opción específica para ello.

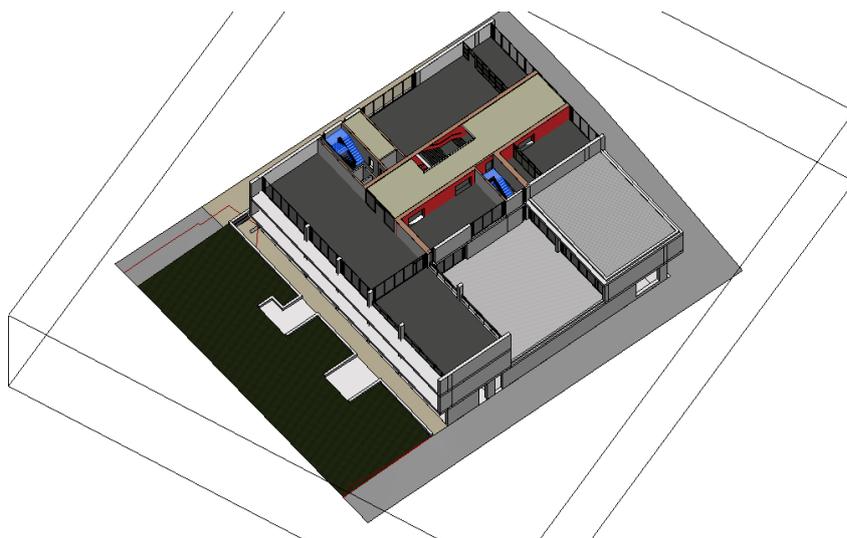


Figura 19 - Vista 3D con escaleras. Fuente: Propia

En el “*plano 5: 3D + Sección Escaleras Interior del apartado 9: Planos*” de este trabajo fin de grado, se puede observar una sección de una zona con escaleras.

Para aquellos muros que son cristaleras, se crearán muros cortina desde la ficha “*Arquitectura>Construir>Muro>Muro arquitectónico*” y se seleccionará el “*Muro cortina*” en el desplegable de los muros existentes.

En la ficha “*Arquitectura>Construir>Rejilla de muro cortina*” existen unas líneas guía para la posterior colocación de montantes en los muros cortina.

Para finalizar con los muros cortina, se seleccionará la pestaña “*Arquitectura>Construir>Montante*” y se crearán sobre las rejillas de muro cortina los elementos que actuarán como marco de ventanas.

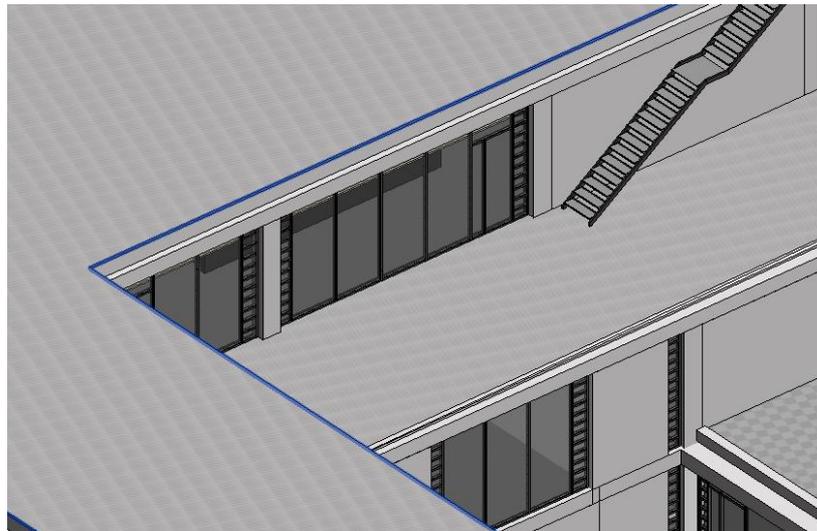


Figura 20 - Vista 3D con muros cortina completos. Fuente: propia

Para simular las verjas de las jaulas del sótano o las barandillas de las terrazas o escaleras del interior del establecimiento, se ha seleccionado la ficha “Arquitectura>Circulación>Barandilla>Boceto de camino” de manera que se ha realizado un modelado más avanzado a través de la variación de sus propiedades.

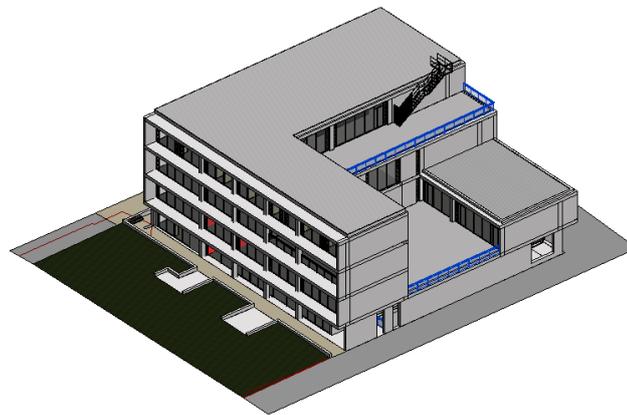


Figura 21 - Vista 3D con barandillas. Fuente: Propia

En el “plano 5: 3D + Sección Escaleras Interior del apartado 9: Planos” de este trabajo fin de grado, se puede observar una sección de una zona con barandillas.

Para añadir elementos externos a la arquitectura como cortinas enrollables, mesas, sillas, árboles, sanitarios u otros equipos específicos, se ha guardado familias de diferentes páginas web como “*BIMobject*” y se han incorporado al proyecto mediante “*Insertar>Cargar desde biblioteca>Cargar familia*”.

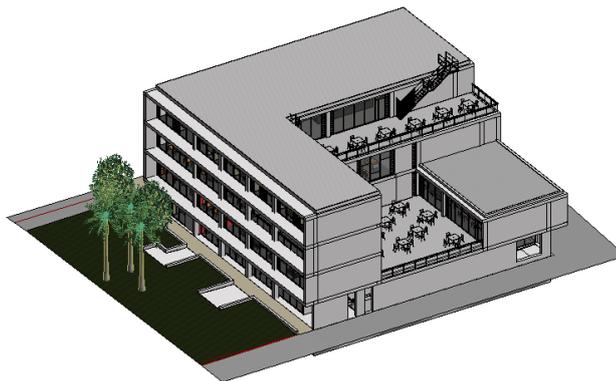


Figura 22 - Vista 3D con familias. Fuente: propia

Se modificarán todos los elementos del establecimiento conforme a las indicaciones del proyecto original, de manera que se ajuste lo máximo posible a la realidad.

Para ello, se accederá a la modificación de sus propiedades desde el menú “*Editar tipo*” que aparece en la pestaña “*Propiedades*” al seleccionar el elemento.

Con cambiar un elemento, todos los elementos que tengan el mismo nombre, cambiarán automáticamente sus propiedades.

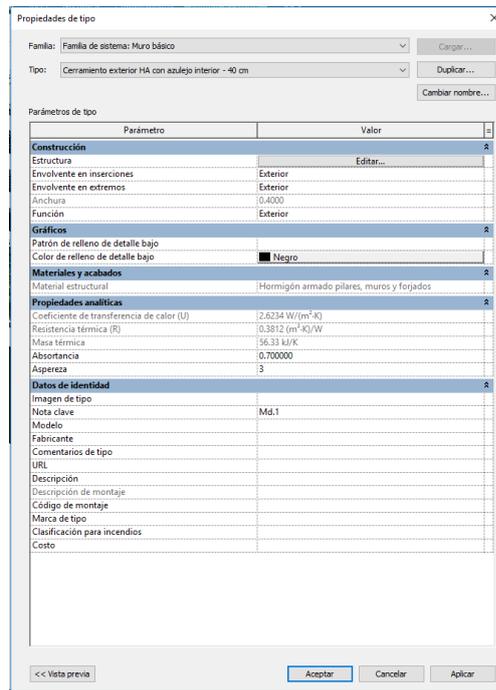


Figura 23 - Menú "Editar Tipo". Fuente: Propia

5.4. Problemas comunes en el modelado de la arquitectura.

Unos problemas muy comunes que pueden surgir durante el modelado de la arquitectura del edificio son los siguientes:

- Contorno de suelos y techos abierto. Existen ocasiones, en las que por despiste o por la ayuda dinámica del software, el diseñador no cierra una superficie de suelo o techo.
En ese caso, REVIT mostrará con una línea naranja la línea que no está cerrada para que el modelador la cierre manualmente.
- Elementos invisibles. Hay casos en los que se ocultan algunos elementos en una vista y luego no es posible mostrarlos fácilmente. Para solucionar el problema, se hará click en el icono con forma de bombilla de la barra de opciones llamado "Mostrar elementos ocultos". Aparecerán en rojo los elementos invisibles en esa vista, se seleccionará el que se desee mostrar, se hará click derecho en él y se elegirá "Mostrar elemento".

- Escaleras. Al crear escaleras mediante esta herramienta, puede aparecer un fallo que indica que no es posible realizar el número de contrahuellas/huellas deseado. Ese aviso aparece cuando se modela por contorno y contrahuellas y REVIT tiene que añadir o quitar contrahuellas.

En ese caso, se determinará la escalera por tramo, de manera que indicando el nivel base, el superior y otros parámetros como la anchura de escalera, profundidad de huella y contrahuella, REVIT calculará automáticamente la escalera con las dimensiones deseadas.

- Pendiente de barandillas en escaleras. En la mayoría de los casos, como las barandillas están colocadas por anfitrión, no continúan la pendiente de la escalera.

En ese caso, se debe acceder a las propiedades de la barandilla, quitar la opción por anfitrión, indicar que está inclinada y el nivel de inclinación.

- Barandillas multiplanta. Cuando una escalera se ha realizado como una única, habrá un punto en el que en planta se solapan las barandillas.

Para evitar esos solapes, bastará con hacer en cada piso una barandilla independiente a la del piso anterior.

- Elementos repetidos en dos plantas. Si una planta o elemento se tiene que repetir a otra altura, en lugar de modelarlo dos veces, bastará con copiar todos los elementos requeridos y seleccionar la opción *“Pegar alineado con los niveles seleccionados”*

- Orden en tablas de planificación. Al realizar una tabla de planificación, se suelen colocar elementos de manera desordenada.

Para poder ordenar de la manera deseada las filas de la tabla, lo más sencillo es exportarla a Excel y editarla desde ahí debido a que Excel permitirá muchas más opciones de edición que REVIT.

- Interferencias de objetos. Si se realiza la delineación en planta pueden surgir pequeñas interferencias que REVIT no detecta. Es muy común trabajar con la vista 3D del establecimiento al lado de la planta a modo de guía, de modo que se podrá visualizar cualquier detalle fácilmente. Otra opción es el del uso de la herramienta “Consultar avisos” de la ficha “Gestionar>Consultar” y al seleccionar el elemento que tiene una interferencia, REVIT lo marcará en el 3D. Dónde realmente es útil esta herramienta es en el modelado de las instalaciones.

5.5. Modelado de la instalación de fontanería y saneamiento del edificio

A continuación, se detallará el proceso para realizar el modelado de la instalación de fontanería y saneamiento.

Se abrirá un archivo nuevo y se cargará una plantilla de fontanería, de manera que las familias que se importen, aparecerán con parámetros característicos de la instalación.

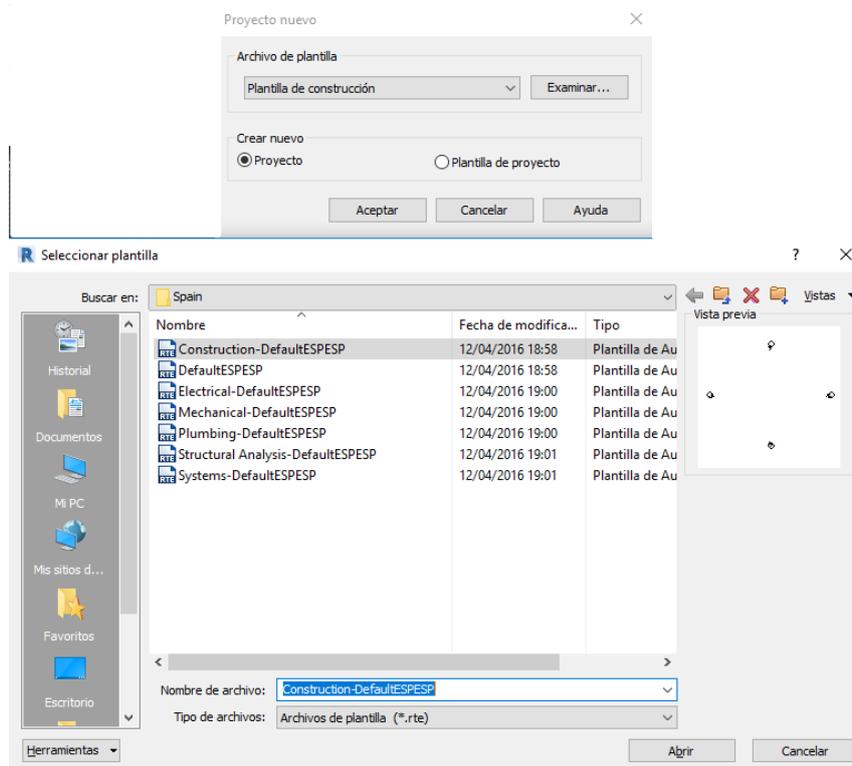


Figura 24 - Selección de plantilla. Fuente: propia

Se ajustarán las unidades y los parámetros del proyecto de fontanería y saneamiento de manera que sean los mismos que el fichero de arquitectura que se va a vincular posteriormente.

Se vinculará el fichero de la arquitectura creado en el “*apartado 5.3: Modelado de la arquitectura de edificio*” de este trabajo fin de grado siguiendo las indicaciones de la ficha “*Insertar>Vincular>Vincular Revit*” de manera que se tendrá una representación no modificable de la construcción arquitectónica y sólo se podrán modificar los elementos que se introduzcan en la plantilla de fontanería creada.

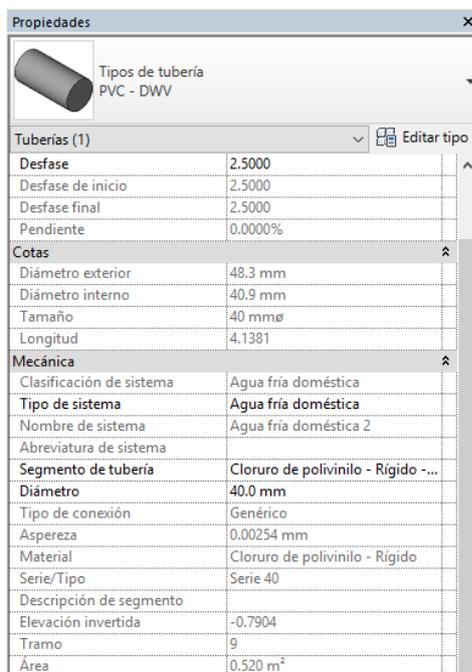
A continuación, se modificarán las características mecánicas del proyecto desde la ficha “*Gestionar>Configuración>Configuración MEP>Configuración mecánica*”. Se podrán modificar los tamaños de las tuberías que se van a emplear en la instalación, así como crearse nuevos tamaños y nuevos materiales de tuberías, modificar las pendientes máximas y los ángulos de elementos de unión de tuberías, viscosidad de fluidos e incluso definir métodos de cálculo.

La red de fontanería y saneamiento se realizará a modo estimativo para conocer el trazado de las tuberías puesto que el cálculo no es objeto de este proyecto.

En este caso, se insertará el trazado de las tuberías manualmente siguiendo el trazado de los planos remitidos por el Servicio de Infraestructuras de la UPV, puesto que había diversas zonas en las que era necesario destapar el falso techo y no ha sido posible localizar las tuberías.

Se han ubicado las tuberías desde diferentes vistas (plantas, alzados y 3D) para posibilitar la combinación de todos los puntos, mientras que se van comprobando las uniones realizadas.

Tras emplazar los elementos de fontanería y saneamiento como son lavabos, urinarios, WC, arquetas de saneamiento y tapones de registro entre otros, se procederá a la interconexión de las tuberías con los elementos anteriores. Dentro de la ficha “*Instalaciones>Fontanería y tuberías>Tubería*” se encuentra la tubería que se empleará.



Tipos de tubería	
PVC - DWV	
Tuberías (1) Editar tipo	
Desfase	2.5000
Desfase de inicio	2.5000
Desfase final	2.5000
Pendiente	0.0000%
Cotas	
Diámetro exterior	48.3 mm
Diámetro interno	40.9 mm
Tamaño	40 mmø
Longitud	4.1381
Mecánica	
Clasificación de sistema	Agua fría doméstica
Tipo de sistema	Agua fría doméstica
Nombre de sistema	Agua fría doméstica 2
Abreviatura de sistema	
Segmento de tubería	Cloruro de polivinilo - Rígido -...
Diámetro	40.0 mm
Tipo de conexión	Genérico
Aspereza	0.00254 mm
Material	Cloruro de polivinilo - Rígido
Serie/Tipo	Serie 40
Descripción de segmento	
Elevación invertida	-0.7904
Tramo	9
Área	0.520 m ²

Figura 25 - Tuberías tipo. Fuente: propia

Se seleccionará la casilla “*Editar tipo*”, y se entrará a “*Preferencias de enrutamiento dentro del apartado segmentos y uniones*”. Se cargarán las familias de uniones que REVIT deseada y se sustituirán por las existentes.

Además, se escogerán los tamaños mínimos y máximos de tuberías y de uniones.

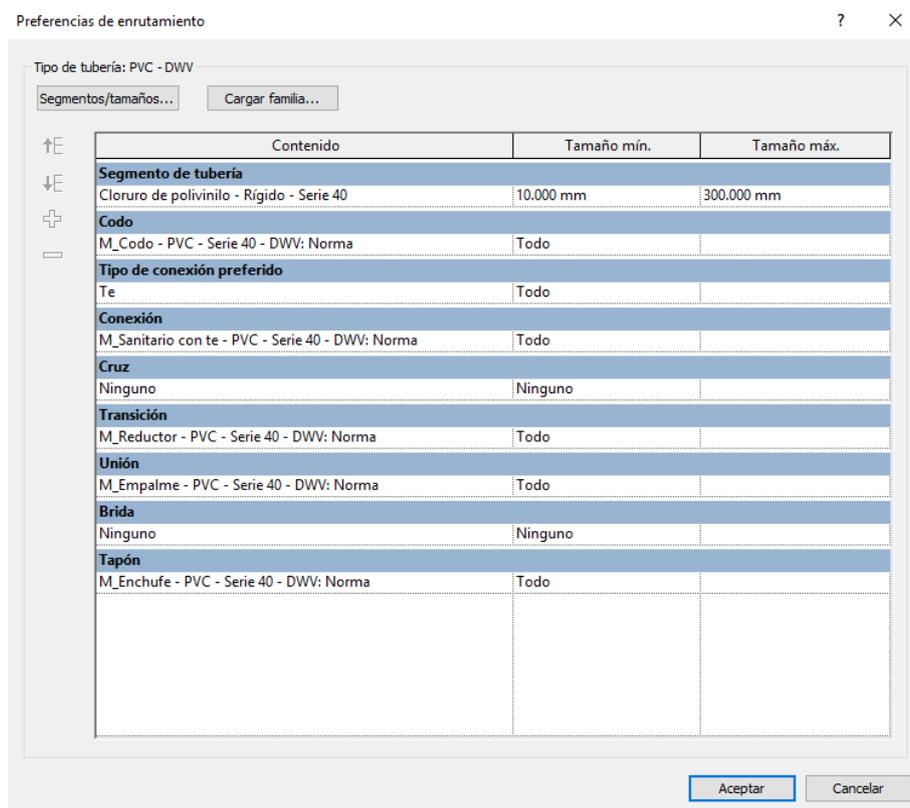


Figura 26 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia

Tras terminar con los requisitos previos para el modelado de la instalación de fontanería y saneamiento, se procederá a modelar el trazado de las tuberías, que se puede realizar de dos maneras diferentes:

- Modelado automático de tuberías. Al seleccionar un aparato sanitario, aparecerá la pestaña “*Conectar a*” en la ficha “*Modificar|Aparatos sanitarios>Diseño*”. En este caso, REVIT elegirá un punto de conexión cercano.
- Modelado manual de tuberías. Se realizarán las tuberías en las diferentes vistas y en cualquier giro o cambio de sección, el

accesorio se creará automáticamente, hasta llegar al conector del sanitario.

Si una vez creada la tubería o el elemento de unión, estos se seleccionan, aparecerá la pestaña “*Sistemas de tuberías*”, que contendrá la ficha “*Herramientas del sistema*” en la que se podrán modificar factores como el diámetro, la altura de montaje (desfase) y se podrá el tipo de instalación a la que pertenecerá la selección. La instalación de saneamiento, pertenecerá al grupo “*Sanitarios 2*”.



Figura 27 - *Sistemas de tuberías*. Fuente: propia

El modelado de la instalación de agua fría y caliente sanitaria se realizará de la misma manera que la del saneamiento. Únicamente habrá que cambiar su clasificación de sistema de tuberías de “*Sanitarios*” a “*Agua fría doméstica/Agua caliente doméstica*”.

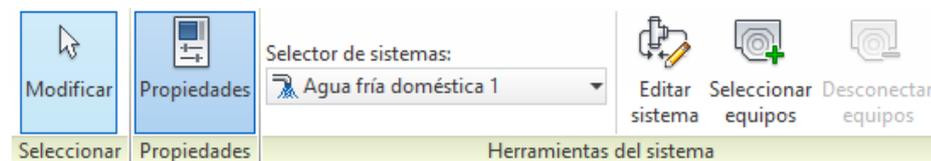


Figura 28 - *Modificación de sistemas de tuberías*. Fuente: propia

En la pestaña “*Vista>Ventanas>Interfaz de usuario>Navegador de sistemas*” existe una tabla en la que se indican los elementos de fontanería y saneamiento, cómo están unidos entre ellos y cuales están sin asignar, de manera que, si existiese algún elemento sin asignar, se podría localizar fácilmente y asignarlo rápidamente.

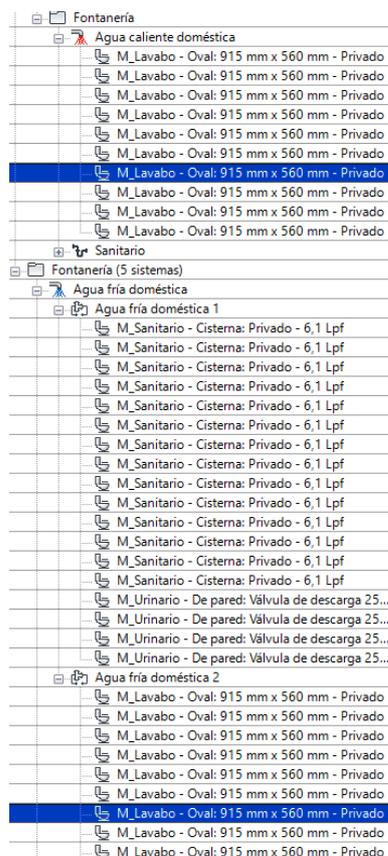


Figura 29 - Navegador de sistemas. Instalación de fontanería y saneamiento. Fuente: propia

En el “*apartado 9: Planos*” de este trabajo fin de grado, se mostrarán los planos de la instalación de fontanería y saneamiento de todas las plantas del edificio.

5.6. Problemas comunes en el modelado de la fontanería y saneamiento.

Unos problemas que pueden surgir son los siguientes durante el modelado son los siguientes:

- Abrir archivos en plantillas arquitectónicas. No se podrán modificar las propiedades específicas de elementos porque en la plantilla arquitectónica se añaden como si fuesen mobiliario. En este caso, el usuario empleará una plantilla de fontanería o cambiará la disciplina de la plantilla arquitectónica a “*Coordinación*” y en subdisciplina seleccionará “*Fontanería*”.

- Conexión automática a puntos no deseados. Cuando se emplea la función “*Conectar a*”, hay casos en los que el software realiza una conexión al primer tramo de tubería que está abierto, aunque la tubería y el sanitario estén en plantas diferentes.
Para solucionar este problema se recomienda unir manualmente la tubería con el sanitario, comprobando en las diferentes vistas que la unión se realiza como el proyectista desea.
- Ángulos no permitidos. Si se intenta realizar la conexión de tuberías con unos ángulos que los accesorios no permiten, REVIT mostrará un error indicando que no es posible realizarlo.
En este caso, habrá que buscar otro punto de conexión cercano al seleccionado modificando el tramo deseado.
- Longitudes de tubería y tamaño de accesorios. En determinadas ocasiones en los que la tubería está muy cerca de los aparatos sanitarios, no se permite el enlazado por disponer muchos elementos en poco espacio.
Este inconveniente se solucionará aumentando la distancia entre las tuberías y los sanitarios, de manera que se vean claramente los accesorios a la instalación.
- Imposibilidad de conexión. En las ocasiones en las que no se puede conectar en planta, debido a la pendiente o porque no es capaz de generar automáticamente un punto de conexión, resultará muy útil acudir a las diferentes vistas de proyecto para poder realizar la conexión.
- Elementos no visibles. Existen ocasiones, que, al trabajar con una plantilla, no se muestran en pantallas elementos de otras plantillas. En caso de que esto ocurra, se presionará dos veces seguidas la tecla “V” del teclado y aparecerá el menú de “*Modificaciones y visibilidad/gráficos para plano*”. Aquí se comprobará si la familia está activada y en caso de no estarlo, se activará y se salvarán los cambios.

- Interferencias de objetos. Si se realiza la delineación en planta pueden surgir pequeñas interferencias que REVIT no detecta. Es muy común trabajar con la vista 3D del establecimiento al lado de la planta a modo de guía, de modo que se podrá visualizar cualquier detalle fácilmente. Otra opción es el del uso de la herramienta “Consultar avisos” de la ficha “Gestionar>Consultar” y al seleccionar el elemento que tiene una interferencia, REVIT lo marcará en el 3D mediante un triángulo de aviso.

5.7. Modelado de la instalación de baja tensión del edificio

A continuación, se detallará el proceso para realizar el modelado de la instalación de baja tensión. Se modelará la instalación de potencia y la de iluminación en un mismo archivo REVIT.

Se abrirá un archivo nuevo y se cargará una plantilla de baja tensión, de manera que las familias que se importen, aparecerán con parámetros característicos de la instalación.

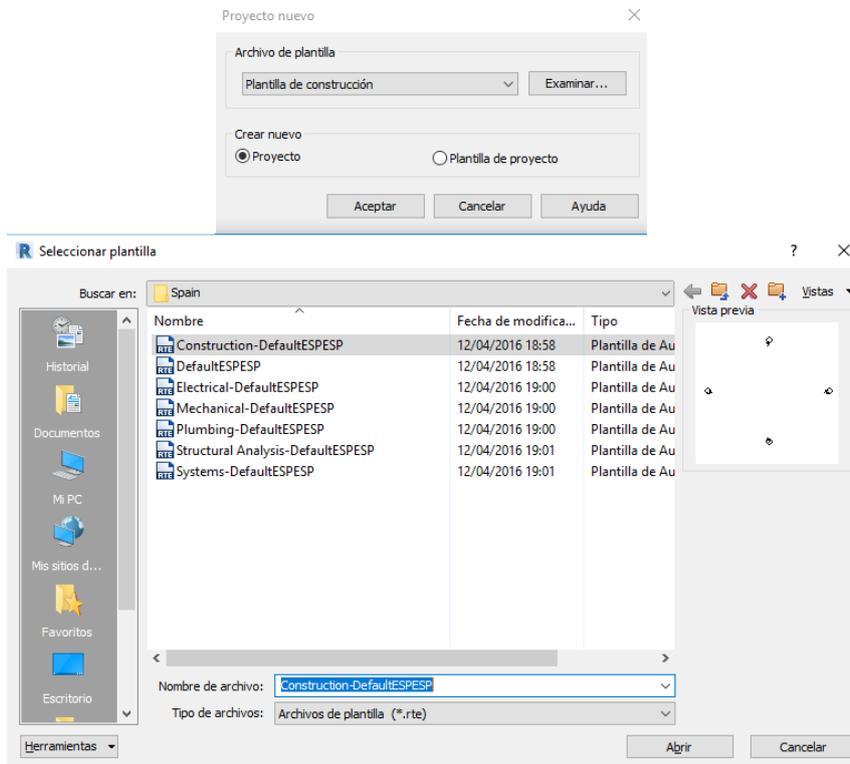


Figura 30 - Selección de una plantilla. Fuente: propia

Se ajustarán las unidades y los parámetros del proyecto de baja tensión de manera que sean los mismos que el fichero de arquitectura que se va a vincular posteriormente.

Se vinculará el fichero de la arquitectura creado en el “*apartado 5.3: Modelado de la arquitectura de edificio*” de este trabajo fin de grado siguiendo las indicaciones de la ficha “*Insertar>Vincular>Vincular Revit*” de manera que se tendrá una representación no modificable de la construcción arquitectónica y sólo se podrán modificar los elementos que se introduzcan en la plantilla de fontanería creada.

A continuación, se modificarán las características eléctricas del proyecto desde la ficha “*Gestionar>Configuración>Configuración MEP>Configuración eléctrica*”. Se podrán modificar los tipos de cables que se emplearán, las tensiones del sistema, las dimensiones de las canalizaciones, ángulos de unión y se podrán realizar cálculos, aunque están adaptados a la normativa americana y no al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se cargarán las familias de luminarias, mecanismos y cuadros eléctricos y se ubicarán en los planos de techo y planta, dependiendo de cuál sea la localización de los elementos.

Una vez colocados, se asignarán elementos a los diferentes cuadros eléctricos y para ello, se elegirán un grupo de elementos y se seleccionará dentro del apartado “*Modificar|Luminarias>Crear sistemas*” la opción “*Potencia*”



Figura 31 - Creación de sistemas. Fuente: propia

De esta manera, todos los elementos que se agrupan en “*Potencia*”, irán al mismo circuito del cuadro que se seleccione en la opción “*Panel*” del menú “*Herramientas del sistema*”.

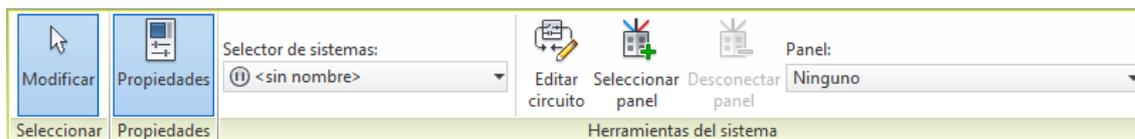


Figura 32 - Selección de cuadros eléctricos. Fuente: propia

Una vez seleccionado el panel, REVIT asignará automáticamente un número de circuito en el “*Selector de sistemas*” que se observa en la figura anterior.

Si en lugar de “*Crear un sistema de potencia*”, se crea un “*Sistema de interruptores*”, se estará definiendo el encendido de las luminarias.

REVIT diseñará automáticamente un trazado de líneas. No será posible modificar ese trazado ya que el programa elige las rutas óptimas. Por ese motivo, además de por adaptarse a la normativa americana, el cálculo de baja tensión no puede ser considerado fiable por el momento.

Para crear el sistema de canalización se realizará desde la pestaña “*Instalaciones>Electricidad*” y se seleccionará si se desea colocar tubo o bandeja y posteriormente dimensiones y altura respecto del suelo.

En la pestaña “*Vista>Ventanas>Interfaz de usuario>Navegador de sistemas*” existe una tabla en la que se indica la jerarquía de cuadros eléctricos y qué elementos contiene cada cuadro, además de mostrar los elementos sin asignar.

Además, se podrán añadir parámetros al “*Navegador de sistemas*” como la potencia de los elementos que contiene el cuadro (en VA, puesto que REVIT lo calcula así) o la longitud de las uniones realizadas por el propio software.

CGBT	72443 VA	
1	12948 VA	29.16
Tablero eléctrico: CE.1.3.1	12828 VA	
2	14014 VA	25.24
Tablero eléctrico: CE.1.2.1	13894 VA	
1	50 VA	80.02
2	260 VA	17.27
3	676 VA	57.57
4	312 VA	35.14
5	120 VA	1.93
6	6852 VA	8.33
7	5744 VA	16.18
8	0 VA	1.31
3	22300 VA	20.72
Tablero eléctrico: CE.1.1.1	22180 VA	
1	468 VA	58.86
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
Trilux Inperla: 2x26W	52 VA	
2	988 VA	81.29
3	1000 VA	51.22
4	70 VA	142.75
5	260 VA	20.96
6	120 VA	2.10
7	12156 VA	7.22
8	6662 VA	14.81
9	36 VA	8.18
10	540 VA	36.47
4	17719 VA	17.02
Tablero eléctrico: CE.2.0.2	17599 VA	
5	50 VA	91.90
6	3012 VA	3.04
7	1800 VA	118.50
8	1080 VA	21.54

Figura 33 - Navegador de sistemas. Sistema eléctrico. Fuente: propia

En el “*apartado 9: Planos*” de este trabajo fin de grado, se mostrarán los planos de la instalación de baja tensión de todas las plantas del edificio.

5.8. Problemas comunes en el modelado de la instalación de baja tensión.

Los problemas más comunes en cuanto a diseño de la instalación de baja tensión son los siguientes:

- Abrir archivos en plantillas arquitectónicas. No se podrán modificar las propiedades específicas de elementos porque en la plantilla arquitectónica se añaden como si fuesen mobiliario.
En este caso, el usuario empleará una plantilla de electricidad o cambiará la disciplina de la plantilla arquitectónica a “*Coordinación*” y en subdisciplina seleccionará “*Electricidad*”.
- Cálculos eléctricos. Es el mayor problema del software, ya que está preparado para realizar los cálculos con la normativa estadounidense, por lo que habrá que esperar unos años a que se adapte a la española.
Hasta que se adapte el software, la parte referente a electricidad servirá a modo de comprobación de la localización en la que se encuentran los mecanismos, cuadros, luminarias y elementos como bandejas y tubos. También se permitirá conocer la tensión de la red, los encendidos de las luminarias o los tipos de cable empleados en la instalación entre otros.
- Trazado del cableado. Cuando se desea cablear unas luminarias, tomas de corriente o cualquier equipo eléctrico en general, REVIT decide automáticamente por donde transcurre el cableado, no permitiéndole al usuario la elección del trazado.
En este caso, el usuario deberá modelar las bandejas o tubos para simular que los conductores pasan por su interior.
- Descarga de familias. Las familias descargadas, deben tener la misma tensión que tendrá el resto de la instalación, ya que si esto no ocurre, REVIT no permitirá la interconexión entre elementos.
Tras la descarga de familias, deberá comprobarse la tensión de funcionamiento y si no, modificar la familia.
- Pérdida de anfitrión. Cualquier elemento que se coloque en la instalación de baja tensión deberá tener asignado un anfitrión. En caso de no estar asignado, si se desplazase un cerramiento, el elemento no se desplazará con él y perdería la referencia.

- Planos de techo. Cuando se coloca un elemento que debe ir empotrado o adosado a un techo, es recomendable trabajar en los planos de techo, debido a que la asignación de la altura a la que se encontrará el elemento es automática.
- Elementos no visibles. Existen ocasiones, que, al trabajar con una plantilla, no se muestran en pantallas elementos de otras plantillas. En caso de que esto ocurra, se presionará dos veces seguidas la tecla “V” del teclado y aparecerá el menú de *“Modificaciones y visibilidad/gráficos para plano”*. Aquí se comprobará si la familia está activada y en caso de no estarlo, se activará y se salvarán los cambios.
- Interferencias de objetos. Si se realiza la delineación en planta pueden surgir pequeñas interferencias que REVIT no detecta. Es muy común trabajar con la vista 3D del establecimiento al lado de la planta a modo de guía, de modo que se podrá visualizar cualquier detalle fácilmente. Otra opción es el del uso de la herramienta *“Consultar avisos”* de la ficha *“Gestionar>Consultar”* y al seleccionar el elemento que tiene una interferencia, REVIT lo marcará en el 3D mediante un triángulo de aviso.

5.9. Modelado de la instalación de climatización y ventilación

A continuación, se detallará el proceso para realizar el modelado de la instalación de fontanería y saneamiento.

Se abrirá un archivo nuevo y se cargará una plantilla mecánica, de manera que las familias que se importen, aparecerán con los parámetros característicos de la instalación.

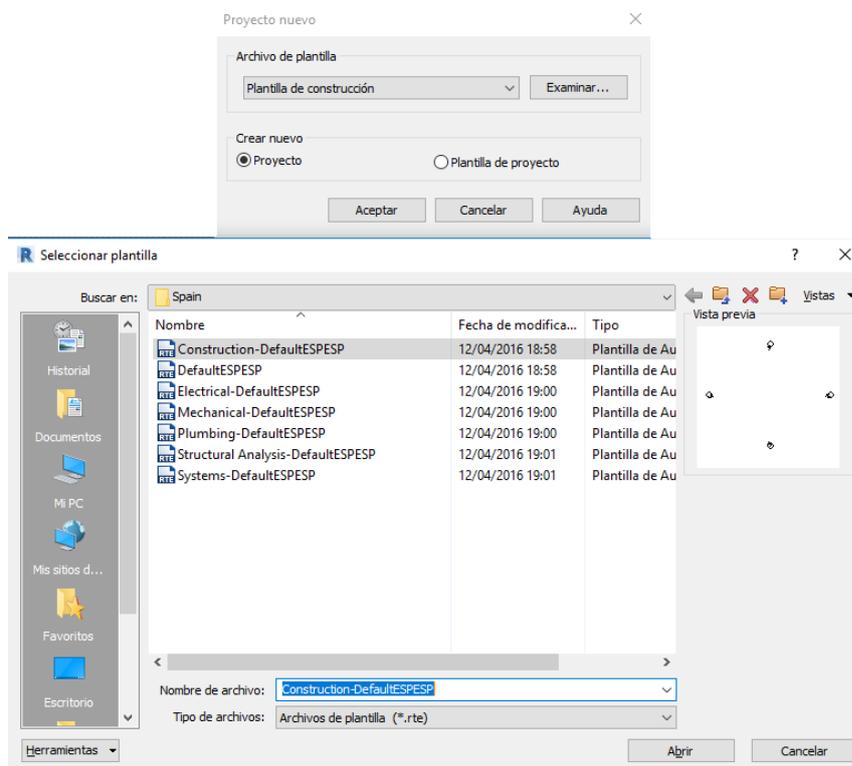


Figura 34 - Selección de plantilla. Fuente: propia

Se ajustarán las unidades y los parámetros del proyecto de climatización de manera que sean los mismos que el fichero de arquitectura que se va a vincular posteriormente.

Se vinculará el fichero de la arquitectura creado en el “*apartado 5.3: Modelado de la arquitectura de edificio*” de este trabajo fin de grado siguiendo las indicaciones de la ficha “*Insertar>Vincular>Vincular Revit*” de manera que se tendrá una representación no modificable de la construcción arquitectónica y sólo se podrán modificar los elementos que se introduzcan en la plantilla de fontanería creada.

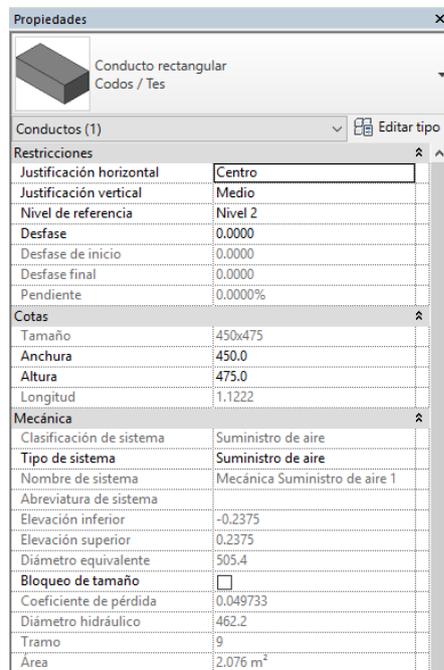
A continuación, se modificarán las características mecánicas del proyecto desde la ficha “*Gestionar>Configuración>Configuración MEP>Configuración mecánica*”. Se podrán modificar los tamaños de los conductos que se van a emplear en la instalación, así como crearse nuevos tamaños y nuevos materiales de conductos e incluso definir métodos de cálculo.

La red de climatización y ventilación se realizará a modo estimativo para conocer el trazado de los conductos, ya que el cálculo no es objeto de este proyecto.

En este caso, se realizará el trazado de los conductos manualmente siguiendo el trazado de los planos remitidos por el Servicio de Infraestructuras de la UPV, puesto que había diversas zonas en las que era necesario destapar el falso techo y ha sido posible localizar los conductos.

Se ha recurrido a la ubicación de conductos desde diferentes vistas (plantas, alzados y 3D) para posibilitar la combinación de todos los puntos, mientras que se van comprobando las uniones realizadas.

Tras emplazar los elementos de climatización y ventilación como son enfriadoras, difusores, rejillas y extractores de humos, entre otros, se procederá a la interconexión de los conductos con los elementos anteriores. Dentro de la ficha “*Instalaciones>Climatización>Conducto*” se encuentra el conducto que se empleará.



Propiedades	
Conducto rectangular	
Codos / Tes	
Conductos (1) Editar tipo	
Restricciones	
Justificación horizontal	Centro
Justificación vertical	Medio
Nivel de referencia	Nivel 2
Desfase	0.0000
Desfase de inicio	0.0000
Desfase final	0.0000
Pendiente	0.0000%
Cotas	
Tamaño	450x475
Anchura	450.0
Altura	475.0
Longitud	1.1222
Mecánica	
Clasificación de sistema	Suministro de aire
Tipo de sistema	Suministro de aire
Nombre de sistema	Mecánica Suministro de aire 1
Abreviatura de sistema	
Elevación inferior	-0.2375
Elevación superior	0.2375
Diámetro equivalente	505.4
Bloqueo de tamaño	<input type="checkbox"/>
Coefficiente de pérdida	0.049733
Diámetro hidráulico	462.2
Tramo	9
Área	2.076 m ²

Figura 35 - Conductos tipo. Fuente: propia

Se seleccionará la casilla “*Editar tipo*”, y se entrará a “*Preferencias de enrutamiento dentro del apartado segmentos y uniones*”. Se cargarán las familias de uniones que REVIT deseada y se sustituirán por las existentes.

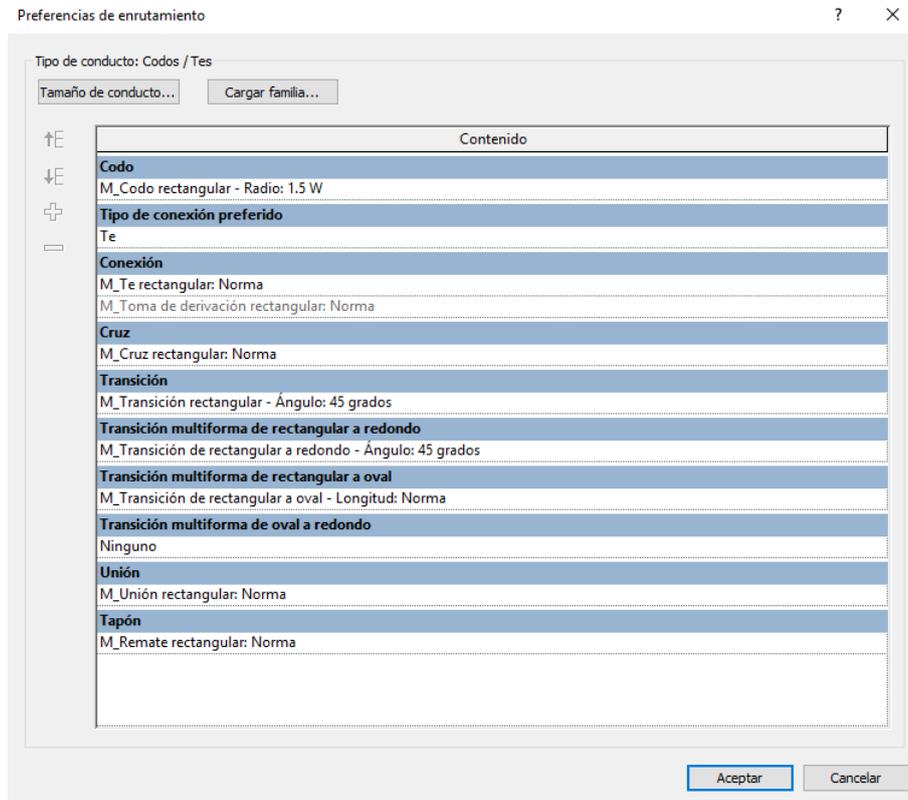


Figura 36 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia

Tras terminar con los requisitos previos para el modelado de la instalación de ventilación y climatización, se procederá a modelar el trazado de los conductos, que se puede realizar de dos maneras diferentes:

- Modelado automático de conductos. Al seleccionar un difusor, por ejemplo, aparecerá la pestaña “*Conectar a*” en la ficha “*Modificar|Terminales de aire>Diseño*”.

En este caso, REVIT elegirá un punto de conexión cercano.

- Modelado manual de conductos. Se realizarán los conductos en las diferentes vistas y en cualquier giro o cambio de sección, el accesorio se creará automáticamente, hasta llegar al conector del sanitario.

Si una vez creada la tubería o el elemento de unión, estos se seleccionan, aparecerá la pestaña “Sistemas de conductos”, que contendrá la ficha “Herramientas del sistema” en la que se podrán modificar factores como las dimensiones del conducto, la altura de montaje (desfase) y se podrá el tipo de instalación a la que pertenecerá la selección. La instalación de climatización, pertenecerá al grupo “Mecánica: Suministro de aire 1”.

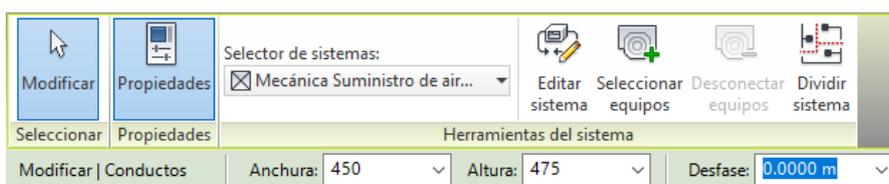


Figura 37 - Sistemas de conductos. Fuente: propia

En la pestaña “Vista>Ventanas>Interfaz de usuario>Navegador de sistemas” existe una tabla en la que se indican los elementos de climatización y ventilación, cómo están unidos entre ellos y cuales están desparejados, de manera que, si existiese algún elemento sin asignar, se podría localizar fácilmente y asignarlo rápidamente.

Sistemas	Tamaño
Suministro de aire	
Mecánica Suministr...	
Fan_Coil_Unit-D...	200 x 200
M_Difusor de s...	100 x 100
M_Difusor de s...	100 x 100
Mecánica Suministr...	
Fan_Coil_Unit-D...	200 x 200
M_Difusor de s...	100 x 100
M_Difusor de s...	100 x 100
Mecánica Suministr...	
Fan_Coil_Unit-D...	200 x 200
M_Difusor de s...	150 x 150
M_Difusor de s...	150 x 150
Mecánica Suministr...	
Fan_Coil_Unit-D...	200 x 200
M_Difusor de s...	150 x 150
M_Difusor de s...	150 x 150
Mecánica Suministr...	
Fan_Coil_Unit-D...	200 x 200
M_Difusor de s...	150 x 150
M_Difusor de s...	150 x 150
Mecánica Suministr...	

Figura 38 - Navegador de sistemas. Instalación de climatización y ventilación. Fuente: propia

En el “apartado 9: Planos” de este trabajo fin de grado, se mostrarán los planos de la instalación de climatización y ventilación de todas las plantas del edificio.

5.10. Problemas comunes en el modelado de la instalación de climatización y ventilación.

Unos problemas que pueden surgir son los siguientes durante el modelado son los siguientes:

- Abrir archivos en plantillas arquitectónicas. No se podrán modificar las propiedades específicas de elementos porque en la plantilla arquitectónica se añaden como si fuesen mobiliario.
En este caso, el usuario empleará una plantilla mecánica o cambiará la disciplina de la plantilla arquitectónica a “*Coordinación*” y en subdisciplina seleccionará “*Climatización*”.
- Conexión automática a puntos no deseados. Cuando se emplea la función “Conectar a”, hay casos en los que el software realiza una conexión al primer tramo de conducto que está abierto, aunque el conducto y el equipo mecánico estén en plantas diferentes.
Para solucionar este problema se recomienda unir manualmente el conducto con el equipo mecánico, comprobando en las diferentes vistas que la unión se realiza como el proyectista desea.
- Ángulos no permitidos. Si se intenta realizar la conexión de conductos con unos ángulos que los accesorios no permiten, REVIT mostrará un error indicando que no es posible realizarlo.
En este caso, habrá que buscar otro punto de conexión cercano al seleccionado.
- Longitudes de conductos y tamaño de accesorios. En determinadas ocasiones en los que los conductos están muy cerca de equipos mecánicos, no se permite el enlazado por disponer muchos elementos en poco espacio.
Este inconveniente se solucionará aumentando la distancia entre los conductos y los equipos, de manera que se vean claramente los accesorios a la instalación.

- Imposibilidad de conexión. En las ocasiones en las que no se puede conectar en planta, debido a la pendiente o porque no es capaz de generar automáticamente un punto de conexión, resultará muy útil acudir a las diferentes vistas de proyecto para poder realizar la conexión.
- Elementos no visibles. Existen ocasiones, que, al trabajar con una plantilla, no se muestran en pantallas elementos de otras plantillas. En caso de que esto ocurra, se presionará dos veces seguidas la tecla “V” del teclado y aparecerá el menú de *“Modificaciones y visibilidad/gráficos para plano”*. Aquí se comprobará si la familia está activada y en caso de no estarlo, se activará y se salvarán los cambios.
- Interferencias de objetos. Si se realiza la delineación en planta pueden surgir pequeñas interferencias que REVIT no detecta. Es muy común trabajar con la vista 3D del establecimiento al lado de la planta a modo de guía, de modo que se podrá visualizar cualquier detalle fácilmente. Otra opción es el del uso de la herramienta *“Consultar avisos”* de la ficha *“Gestionar>Consultar”* y al seleccionar el elemento que tiene una interferencia, REVIT lo marcará en el 3D.

5.11. Modelado de la instalación de protección contra incendios

A continuación, se detallará el proceso para realizar el modelado de la instalación de protección contra incendios.

Se abrirá un archivo nuevo y se cargará una plantilla de fontanería, de manera que las familias que se importen, aparecerán con parámetros característicos de la instalación.

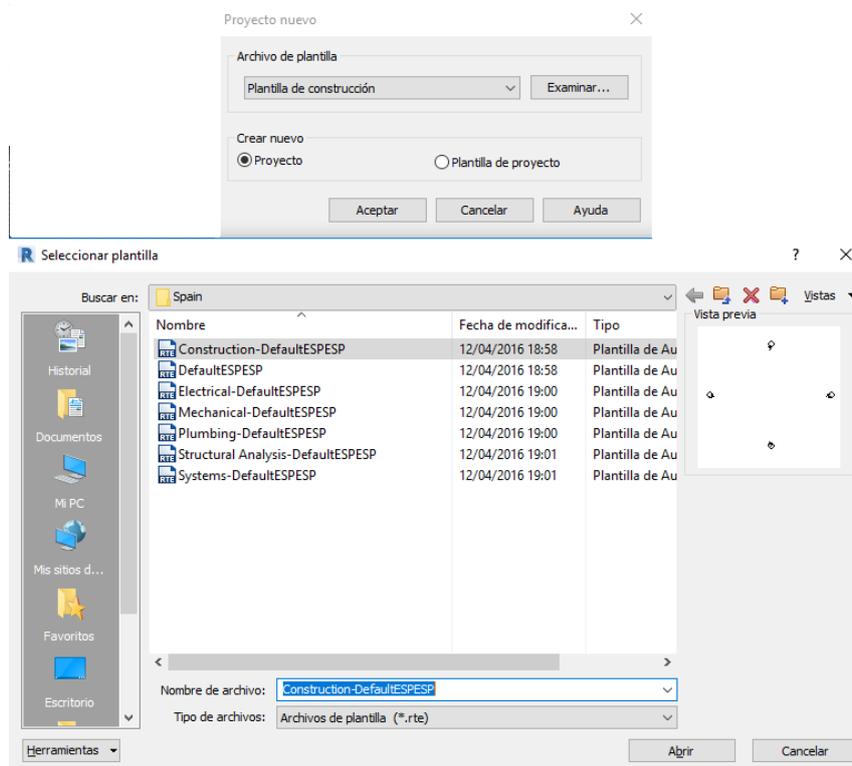


Figura 39 - Selección de plantilla. Fuente: propia

Se ajustarán las unidades y los parámetros del proyecto de protección contra incendios de manera que sean los mismos que el fichero de arquitectura que se va a vincular posteriormente.

Se vinculará el fichero de la arquitectura creado en el “*apartado 5.3: Modelado de la arquitectura de edificio*” de este trabajo fin de grado siguiendo las indicaciones de la ficha “*Insertar>Vincular>Vincular Revit*” de manera que se tendrá una representación no modificable de la construcción arquitectónica y sólo se podrán modificar los elementos que se introduzcan en la plantilla de fontanería creada.

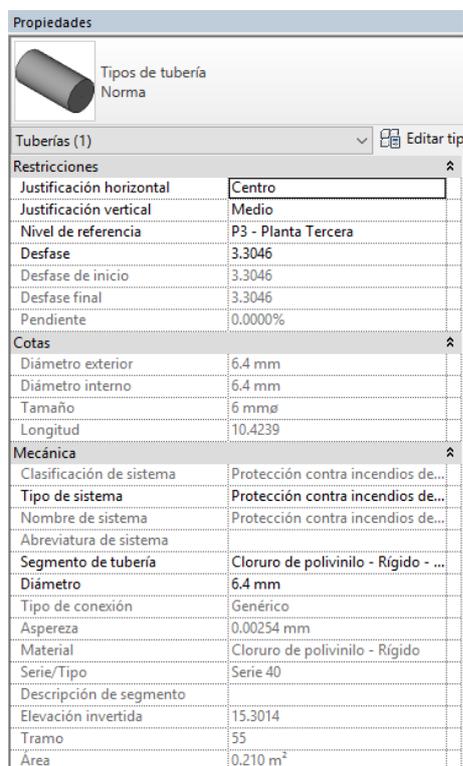
A continuación, se modificarán las características mecánicas del proyecto desde la ficha “*Gestionar>Configuración>Configuración MEP>Configuración mecánica*”. Se podrán modificar los tamaños de las tuberías que se van a emplear en la instalación, así como crearse nuevos tamaños y nuevos materiales de tuberías y modificar las pendientes máximas entre varias posibilidades.

La red de agua de protección contra incendios se realizará a modo estimativo para conocer el trazado de las tuberías puesto que el cálculo no es objeto de este proyecto.

En este caso, se insertará el trazado de las tuberías manualmente siguiendo el trazado de los planos remitidos por el Servicio de Infraestructuras de la UPV, puesto que había diversas zonas en las que era necesario destapar el falso techo y no ha sido posible localizar las tuberías.

Se ha recurrido ubicación de tuberías desde diferentes vistas (plantas, alzados y 3D) para posibilitar la combinación de todos los puntos, mientras que se van comprobando las uniones realizadas.

Se modificarán las propiedades de las tuberías que se van a emplear en la instalación. Dentro de la ficha “*Instalaciones>Fontanería y tuberías>Tubería*” se encuentra la tubería que se empleará.



Propiedades	
Tipos de tubería Norma	
Tuberías (1) Editar tip	
Restricciones	
Justificación horizontal	Centro
Justificación vertical	Medio
Nivel de referencia	P3 - Planta Tercera
Desfase	3.3046
Desfase de inicio	3.3046
Desfase final	3.3046
Pendiente	0.0000%
Cotas	
Diámetro exterior	6,4 mm
Diámetro interno	6,4 mm
Tamaño	6 mmø
Longitud	10.4239
Mecánica	
Clasificación de sistema	Protección contra incendios de...
Tipo de sistema	Protección contra incendios de...
Nombre de sistema	Protección contra incendios de...
Abreviatura de sistema	
Segmento de tubería	Cloruro de polivinilo - Rígido - ...
Diámetro	6,4 mm
Tipo de conexión	Genérico
Aspereza	0.00254 mm
Material	Cloruro de polivinilo - Rígido
Serie/Tipo	Serie 40
Descripción de segmento	
Elevación invertida	15.3014
Tramo	55
Área	0.210 m ²

Figura 40 - Tuberías tipo. Fuente: propia

Se seleccionará la casilla “*Editar tipo*”, y se entrará a “*Preferencias de enrutamiento dentro del apartado segmentos y uniones*”. Se cargarán las familias de uniones que REVIT deseada y se sustituirán por las existentes.

Además, se escogerán los tamaños mínimos y máximos de tuberías y de uniones.

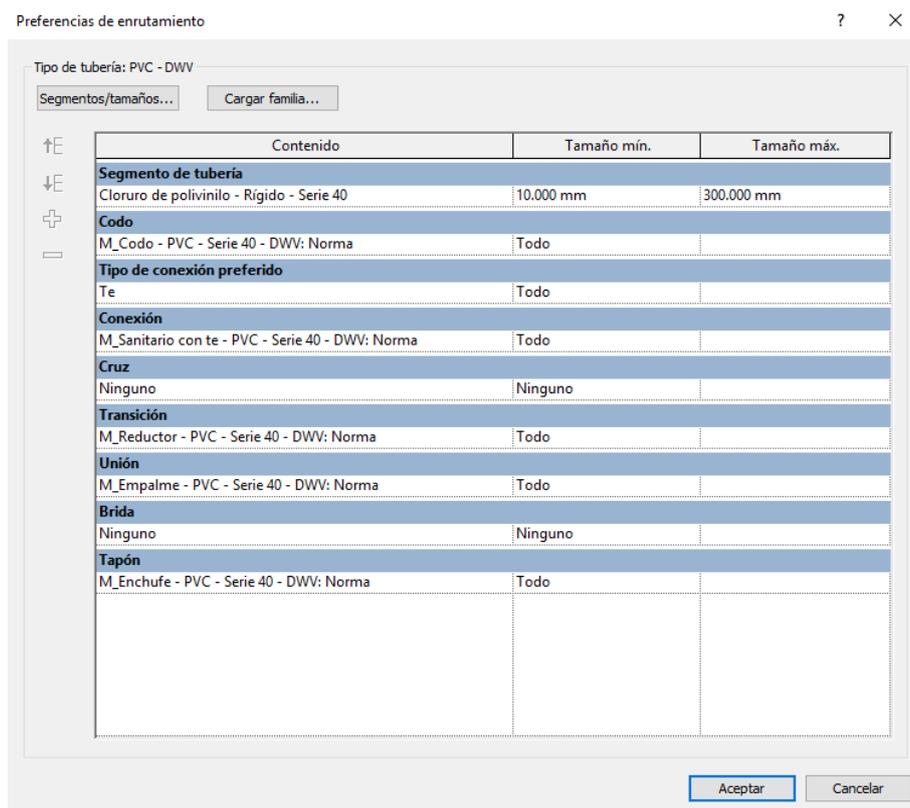


Figura 41 - Preferencias de enrutamiento. Fuente: propia

Tras terminar con los requisitos previos para el modelado de la instalación de protección contra incendios, se procederá a modelar el trazado de las tuberías de forma manual, es decir, realizando el trazado de tuberías en las diferentes vistas y en cualquier giro o cambio de sección, el accesorio se creará automáticamente.

Si una vez creada la tubería o el elemento de unión, estos se seleccionan, aparecerá la pestaña “*Sistemas de tuberías*”, que contendrá la ficha “*Herramientas del sistema*” en la que se podrán modificar factores como el diámetro, la altura de montaje (desfase) y se podrá el tipo de instalación a la que

pertenece a la selección. La instalación de protección contra incendios, pertenece al grupo “*Protección contra incendios del tipo 1*”.

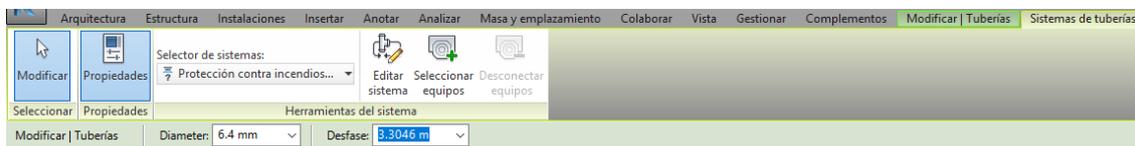


Figura 42 - Sistemas de tuberías. Fuente: propia

En la pestaña “*Vista>Ventanas>Interfaz de usuario>Navegador de sistemas*” existe una tabla en la que se indica la red de tuberías de la instalación de protección contra incendios, de manera que quedará listada y agrupada para futuras decisiones.

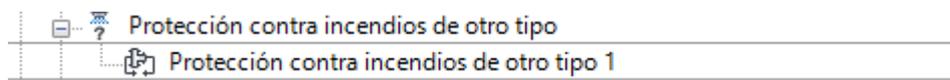


Figura 43 - Navegador de sistemas. Instalación de protección contra incendios. Fuente: propia

Posteriormente, se añadirán elementos de protección activa como BIES, extintores de diversos tipos, luminarias de emergencia, sirenas, detectores térmicos y ópticos para completar la instalación.

En el “*apartado 9: Planos*” de este trabajo fin de grado, se mostrarán los planos de la instalación de protección contra incendios de todas las plantas del edificio.

5.12. Problemas comunes en el modelado de la instalación de protección contra incendios

Unos problemas que pueden surgir son los siguientes durante el modelado son los siguientes:

- Solamente se podrán añadir en una instalación de fontanería y saneamiento la red de rociadores y cualquier sistema de tuberías. En caso de querer añadir elementos como extintores, pulsadores, sirenas entre otros, y que conserven sus características habrá que

cambiar la disciplina del proyecto a “Coordinación” y se permitirán abrir elementos arquitectónicos como si fuesen parte del proyecto. Conexión automática a puntos no deseados.

- Cuando se emplea la función “*Conectar a*”, hay casos en los que el software realiza una conexión al primer tramo de tubería que está abierto, aunque la tubería y el sanitario estén en plantas diferentes. Para solucionar este problema se recomienda unir manualmente la tubería con el sanitario, comprobando en las diferentes vistas que la unión se realiza como el proyectista desea.

- Ángulos no permitidos. Si se intenta realizar la conexión de tuberías con unos ángulos que los accesorios no permiten, REVIT mostrará un error indicando que no es posible realizarlo.

En este caso, habrá que buscar otro punto de conexión cercano al seleccionado.

- Longitudes de tubería y tamaño de accesorios. En determinadas ocasiones en los que la tubería está muy cerca de los aparatos sanitarios, no se permite el enlazado por disponer muchos elementos en poco espacio.

Este inconveniente se solucionará aumentando la distancia entre las tuberías y los sanitarios, de manera que se vean claramente los accesorios a la instalación.

- Imposibilidad de conexión. En las ocasiones en las que no se puede conectar en planta, debido a la pendiente o porque no es capaz de generar automáticamente un punto de conexión, resultará muy útil acudir a las diferentes vistas de proyecto para poder realizar la conexión.

- Elementos no visibles. Existen ocasiones, que, al trabajar con una plantilla, no se muestran en pantallas elementos de otras plantillas. En caso de que esto ocurra, se presionará dos veces seguidas la tecla “V” del teclado y aparecerá el menú de “*Modificaciones y visibilidad/gráficos para plano*”. Aquí se comprobará si la familia

está activada y en caso de no estarlo, se activará y se salvarán los cambios.

- Interferencias de objetos. Si se realiza la delineación en planta pueden surgir pequeñas interferencias que REVIT no detecta.

Es muy común trabajar con la vista 3D del establecimiento al lado de la planta a modo de guía, de modo que se podrá visualizar cualquier detalle fácilmente.

Otra opción es el del uso de la herramienta “Consultar avisos” de la ficha “Gestionar>Consultar” y al seleccionar el elemento que tiene una interferencia, REVIT lo marcará en el 3D mediante un triángulo de aviso.

5.13. Tablas de planificación.

Una tabla de planificación es un extracto de la base de datos que se genera dentro del software y de la que se puede extraer cualquier tipo de información del proyecto.

En este caso, se planteará un recuento de las estancias de toda la Casa del Alumno.

Para poder realizar dicho recuento y conocer sus características: nombre, superficie y la planta en la que se encuentra, dentro del plano de planta se selecciona la ficha “Arquitectura>Habitación y área>Habitación” para delimitar las habitaciones del edificio.

En caso de no poder delimitar una habitación por no cerrar un muro, se seleccionará la ficha “Arquitectura>Habitación y área>Separador de habitación” y se cerrarán los lados que hayan quedado abiertos.

De esta manera, se podrá delimitar espacios como terrazas.

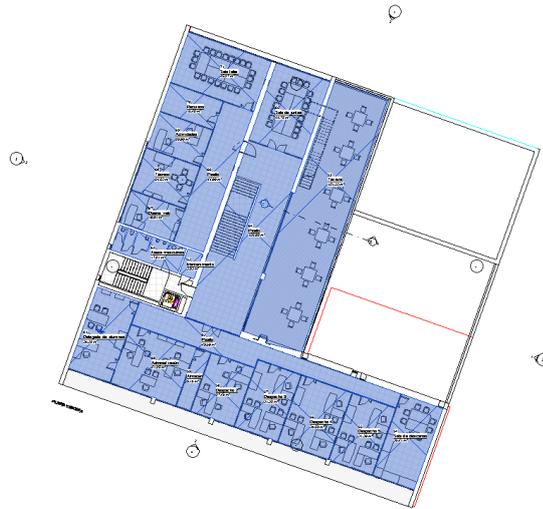


Figura 44 - Plano de planta con habitaciones. Fuente: Propia

Tras delimitar las estancias, será muy útil realizar tablas de planificación desde la ficha “*Vista>Crear>Tablas de planificación>Tablas de planificación y cantidades*” de manera que todas las estancias aparezcan listadas. Estas tablas es posible exportarlas a Excel para manipularlas.

Para poder manipularlas, en Excel, dentro de la pestaña “*Datos>Obtener datos externos>Desde texto*”, se indicará que se tienen encabezados y el tipo de separación por tabulación.

En el “*apartado 8.1: Anexos. Tabla de planificación de habitaciones*” de este trabajo fin de grado se muestra la tabla de planificación de las habitaciones del establecimiento.

En el “*apartado 8.2: Anexos. Tabla de planificación de BIES y extintores*” de este trabajo fin de grado se muestra la tabla de planificación de BIES y extintores así como sus características.

5.14. Realización de planos.

Los planos se pueden crear de dos maneras diferentes:

- En base a familias de cajetines descargados de internet.
- En base a cajetines realizados con AutoCAD.

En este caso se creará una familia de cajetín para cada tamaño (A0, A1, A2, A3, A4 u otros tamaños alargados)

En el primer caso, bastará con seleccionar la ficha “*Vista>Composición de plano>Planos*”, *cargar* la familia descargada de internet y rellenar mediante textos el cajetín.

En el segundo caso, habrá que crear una nueva familia en base a un “*Bloque de título*”. Este bloque de título es básicamente un rectángulo con una serie de propiedades que será capaz de albergar un cajetín insertado de AutoCAD.

Se creará cada formato a partir de un bloque de título predeterminado.

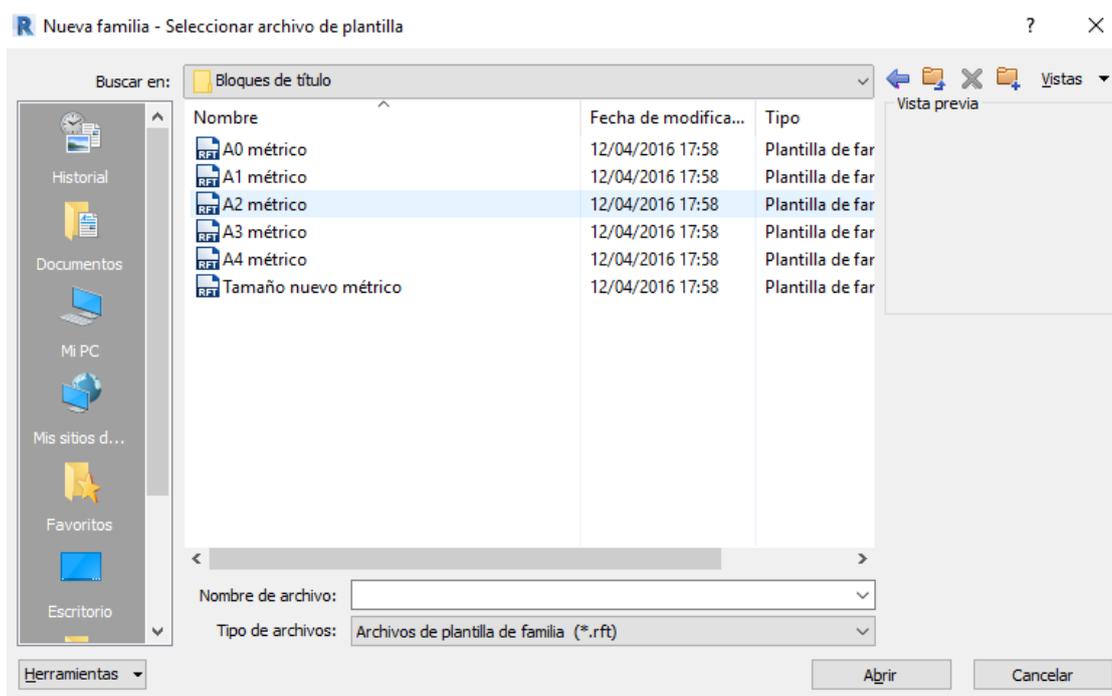


Figura 45 - Archivos de plantilla para planos. Fuente: Propia

Una vez guardada la familia, se seleccionará la ficha “*Vista>Composición de plano>Planos*” y se seleccionará la familia de cajetín creada.

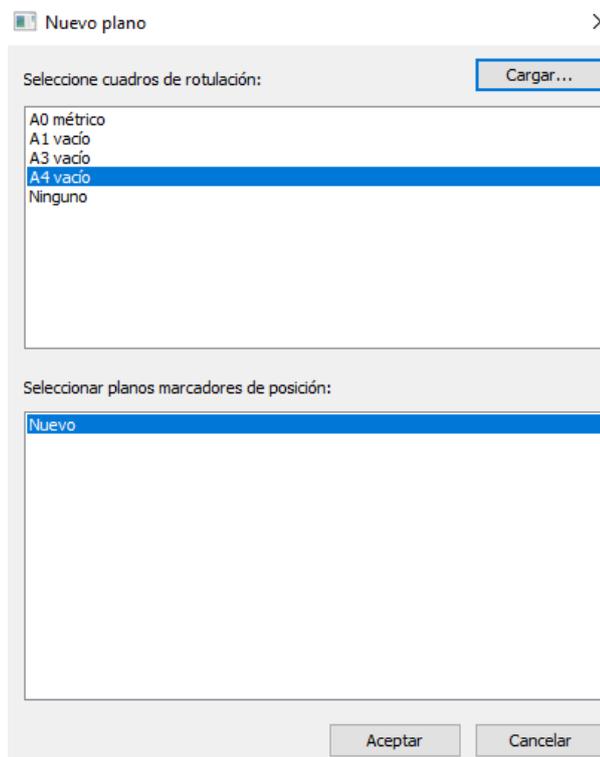


Figura 46 - Creación de planos. Fuente: Propia

Para introducir las vistas deseadas dentro del cajetín creado, se abrirá el plano en pantalla y bastará con arrastrar la vista deseada (planta, alzado, sección, 3D) desde el “*Navegador de proyectos*” al plano en pantalla. La vista arrastrada, aparecerá automáticamente en el plano con el escalado, el estilo visual y elementos visibles/ocultos que aparecen en la vista de la que se ha arrastrado el plano.

En el “*apartado 9: Planos*” de este trabajo fin de grado se mostrarán los planos tanto de la parte arquitectónica como de la parte de instalaciones realizadas con REVIT.

5.15. Recorridos

Una de las principales ventajas de disponer de un modelo en 3D de un edificio o instalación, es que se puede recorrer tanto por dentro como por fuera mediante una herramienta del software.

En este caso, se empleará la herramienta del menú “*Vista>Vista 3D>Recorrido*”.

Situando el punto de inicio en un punto del plano de planta, se realizarán “*clics en el plano*” de manera que simularán los pasos de una persona. Cada paso representará un fotograma y la unión de todos los fotogramas representará un vídeo.

Una vez realizado el recorrido, se podrá aumentar el número de fotogramas, de manera que el software intercalará fotogramas intermedios a los creados por el usuario, modificando la duración del video.

Además, se podrá modificar la altura del observador que recorre el edificio y se podrá generar el vídeo del recorrido en diferentes formatos y con diferentes calidades.

En el interior del CD-ROM en el que se entrega este trabajo fin de grado, se incluye un vídeo del recorrido por la primera planta de la Casa del Alumno (edificio 4K)

5.16. Jerarquía de objetos en REVIT

Todos los objetos que se cargan en REVIT siguen una jerarquía común:

- **Categorías:** clasificación más elemental.
De la categoría dependerá el comportamiento de la familia y la interacción con otros elementos de otras categorías. Una categoría de REVIT son los “Puertas”.
- **Familias:** son las diferentes modalidades para una misma categoría. Una familia es “Puerta de una hoja interior”
- **Tipos:** son familias a las que se les han variado algún parámetro. Un tipo es la “0,8x2,05 m” y otro tipo es “0,82x2 m”.
- **Ejemplar:** es cada elemento que se coloca en el dibujo.
Este se diferencia de los de su mismo tipo por su ubicación en el plano.

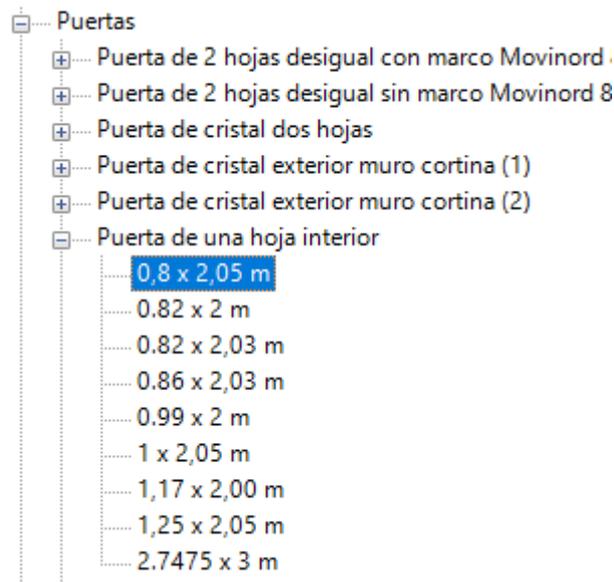


Figura 47 - Jerarquía de objetos en REVIT. Fuente: propia

Tras indicar la jerarquía de los objetos, hay que destacar que el escalón más importante es el de las familias, porque son los elementos en los que muchas empresas se centran y a partir de los modelos creados por dichas empresas, el usuario final puede modificar sus propiedades de tipo.

Una familia se puede descargar de internet (teniendo en cuenta si es arquitectónica o MEP) o se puede crear mediante el editor de familias.

Este último proceso es un tanto costoso si se desea obtener un resultado preciso, ya que requiere la creación de parámetros y la correcta asignación de ellos al objeto creado.

5.17. Creación de una familia parametrizable mediante REVIT

En este apartado, se procederá a crear una mesa totalmente parametrizable a modo de ejemplo de creación de familias.

Primeramente, se abrirá un nuevo archivo de REVIT y se creará una nueva familia. En este caso, la situación dependerá de si el anfitrión de la familia será el techo, el suelo o la pared. En este caso, al ser una mesa, el anfitrión será el suelo.

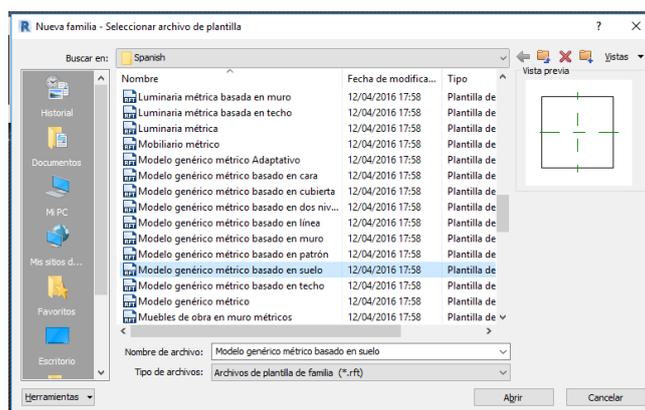


Figura 48 - Archivo de plantilla para crear familias. Fuente: Propia

Una vez se abra la plantilla, se procederá a crear un plano de trabajo en planta desde el menú “*Arquitectura>Planos>Plano de trabajo*”, que serán una serie de líneas discontinuas que marcarán las dimensiones de la mesa a crear.

Además, los lados de la mesa se acotarán de manera que esas cotas sean parametrizables. Para acotar, desde el menú “*Anotar>Acotar>Acotar*”. Se hará que entre dos líneas interiores se cumpla una equidistancia tras acotar la distancia más lejana.

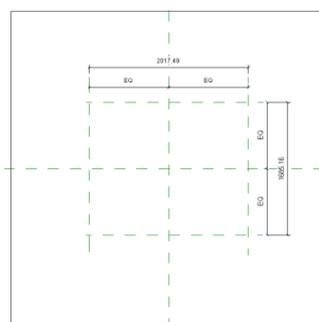


Figura 49 - Planos de trabajo acotados. Fuente: Propia

Se seleccionará una cota y desde el menú “*Propiedades>Tipos de familia*” se le asignará un parámetro como es el ancho y seleccionando otra cota, se le asignará el largo de la mesa, de manera que cada vez que se introduzca la mesa en un proyecto, dichos parámetros podrán variarse.

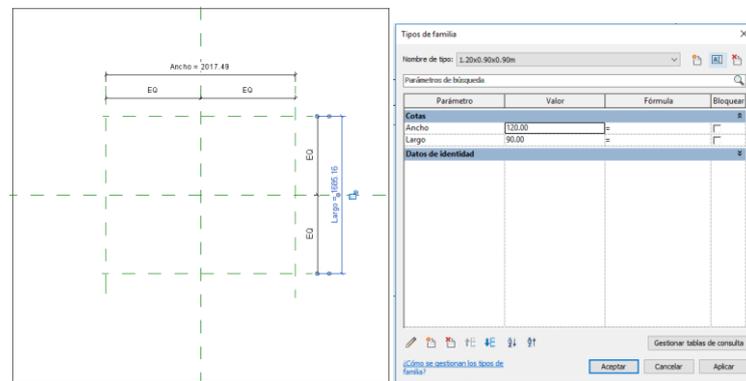


Figura 50 - Mesa en planta y parámetros. Fuente: Propia

En una vista de alzado, se seleccionará de nuevo la herramienta “*Planos de trabajo*” del menú Arquitectura y se modelará el alto de la mesa, además de parametrizarlo con el parámetro alto.

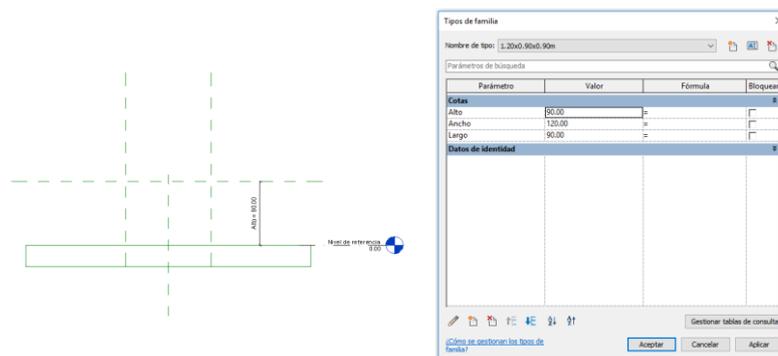


Figura 51 - Mesa en alzado y parámetros. Fuente: Propia

A continuación, se extruirá la mesa, de manera que se le dé un grosor a la misma mediante la herramienta Extrusión *del menú “Crear>Formas”* y en el plano de alzado se elevará a una determinada cota.

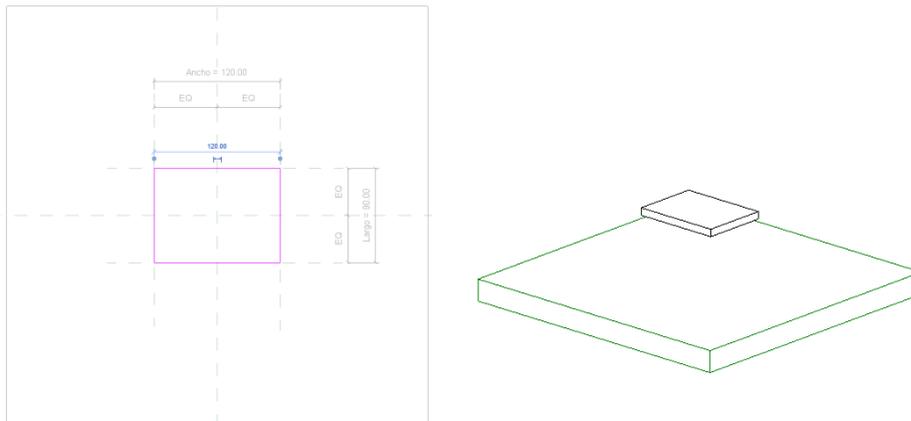


Figura 52 - Extrusión de tablero de la mesa y 3D. Fuente: Propia

Se procederá a modelar las patas de la mesa y a parametrizarlas, de manera que todas estén a la misma distancia de los bordes de la mesa y tengan las mismas dimensiones.

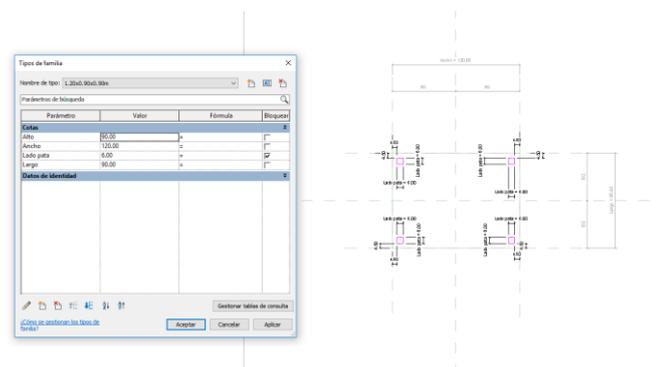


Figura 53 - Parametrización de las patas de la mesa. Fuente: Propia

Una vez creadas las patas, se procederá a llevarlas a la altura del plano de trabajo “alto”.

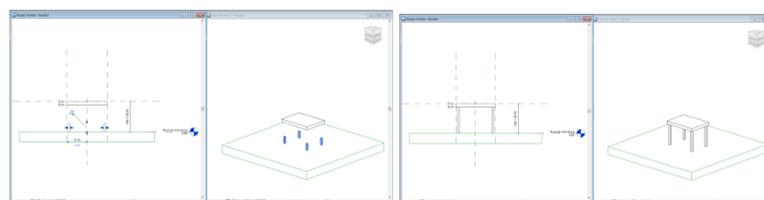


Figura 54 - Patas de la mesa sin y con extrusión. Fuente propia

Para finalizar la familia de mesa creada, se procederá a añadir parámetros como “Grosor mesa”. Habrá parámetros que se pueden obtener por medio de la suma y la diferencia de otros parámetros como son “Altura patas” y “P. inf. mesa”

También se podrá parametrizar los materiales de los componentes de la mesa.

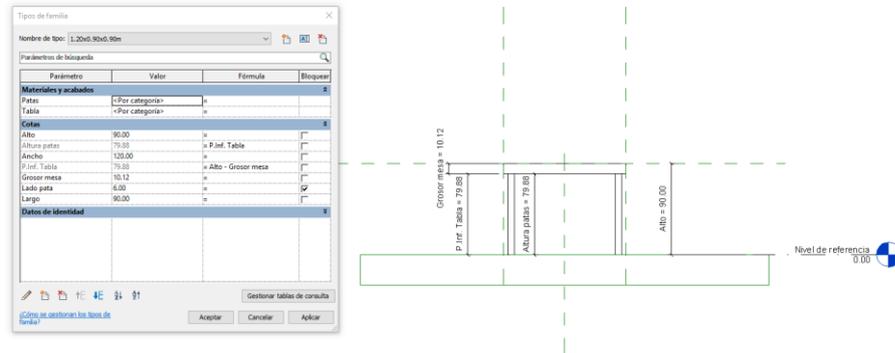


Figura 55 - Parametrización final de la familia. Fuente: Propia

Finalmente, se guardará la nueva familia y se insertará al trabajo final de grado.

6. El BIM y la dirección y gestión de Proyectos

La metodología BIM gira entorno a una única base de datos de un modelo en constante actualización, por lo que se evita la pérdida de información que ocurre ocasionalmente en el sistema tradicional de ingeniería.

La introducción de la metodología BIM en la dirección y gestión de proyectos implica un aumento de la eficacia del trabajo debido a la ubicación de la información y de las comunicaciones con los diferentes intervinientes de un proyecto.

Además, la información se retroalimenta constantemente en todas las fases de proyecto, llegando a contener todos los datos “as built” del edificio.

Es importante que toda la información no se quede dentro del software BIM, sino que se pueda integrar a todas las herramientas que forman parte del proyecto como la programación de proyectos o el control de costes.

Para facilitar el proceso BIM, existen una serie de guías llamadas “*BIM protocols*” que hacen de hoja de ruta para que las organizaciones puedan implementar la metodología en un proyecto (establecer objetivos, fases, responsabilidades) y para sentar las bases de un proyecto, así como estandarizar los proyectos de varias organizaciones en un modelo único.

6.1. Agentes BIM.

En un proyecto BIM, existirán los siguientes agentes:

- BIM Manager: persona responsable de implantar la metodología en un proyecto, así como del cumplimiento de estándares, del cumplimiento del plan de ejecución y la coordinación entre los diferentes intervinientes.
- Coordinador BIM: persona que colaborará con el BIM Manager en proyectos muy grandes, siendo su principal función el correcto flujo de información entre los diferentes intervinientes.

- Modeladores: personas encargadas de generar el modelo BIM. Pueden existir diferentes modeladores para cada actuación (obra, instalaciones, etc.)

El equipo de proyecto se verá beneficiado por el trabajo colaborativo multidisciplinar y por la mejor gestión de la información.

Otros intervinientes en los proyectos BIM:

- Cliente: este método le supone una gran ventaja, ya que podrá beneficiarse de una mejora en las comunicaciones por tener toda la documentación actualizada durante todo el proceso y realizar un mejor seguimiento del proyecto.
- Contratistas: podrán provocar menos errores en sus mediciones por cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones y realizar las mediciones automáticamente en base a un modelo.
- Proveedores: podrán disponer de sus equipos en BIM de manera que podrán aconsejar en base a una instalación realizada.

6.2. Fases BIM.

La gestión de proyectos mediante esta metodología se puede realizar gracias a las diferentes fases existentes.

A continuación, se explicará en que consiste cada una de las fases BIM:

- Fase 3D: generación un modelo asociado a una base de datos centralizada con toda la información de proyecto. Este modelado se basa en la parametrización de objetos y en él se pueden corregir las diferentes incongruencias que aparezcan en el proyecto.
- Fase 4D: integración de la variable temporal en el proceso BIM, de manera que gracias a las relaciones paramétricas realizadas en el 3D, se puede simular de forma animada la construcción del proyecto. En esta fase se ajustarán los tiempos para una mejor planificación de proyecto.

- Fase 5D: gestión de los costes del proyecto en el proceso BIM, de manera que se crea un presupuesto a partir de la base de datos del proyecto, por lo que cualquier cambio en el modelo 3D, se verá automáticamente actualizado.
- Fase 6D: estimación de la situación medioambiental del proyecto para hacer el edificio más eficiente ambientalmente. Con esta dimensión, se permite analizar el consumo de energía de edificios y tomar decisiones para mejorar la eficiencia energética.
- Fase 7D: herramienta creada en base a la actualización continua durante el ciclo de vida del proyecto que le es muy útil al propietario para realizar el mantenimiento de la instalación, gestión de activos, seguridad, control de stocks, reformas, etc.



Figura 56 - Fases BIM Fuente: Bimpanzee

Con el paso del tiempo, seguirán desarrollándose las dimensiones actuales y es muy probable que se acaben creando nuevas dimensiones que optimicen los modelos BIM. Cabe destacar que no es necesario que en un proyecto figuren todas las dimensiones BIM.

En este trabajo final de grado, se ha realizado el modelado en 3D de la arquitectura del edificio y sus instalaciones y además se ha realizado una pequeña implantación de las fases 4D y 5D.

6.3. LOD: Level of Development.

Es común asociar las siglas LOD al nivel de detalle (level of detail) en un proyecto. En ese caso, se está cometiendo el mismo error que al asociar el BIM a un software.

El LOD se debe asociar al nivel de desarrollo (level of development).

El nivel de desarrollo define el grado con el que la geometría de un objeto incluye la información del mismo y el grado con el que la información incluida en el elemento pueda ser empleada por los distintos intervinientes en un proyecto.

Los niveles de LOD más habituales son: 100, 200, 300, 400 y 500 como se muestra en la siguiente figura, aunque también existen niveles intermedios adaptados por diferentes intervinientes por no existir una clasificación exacta.

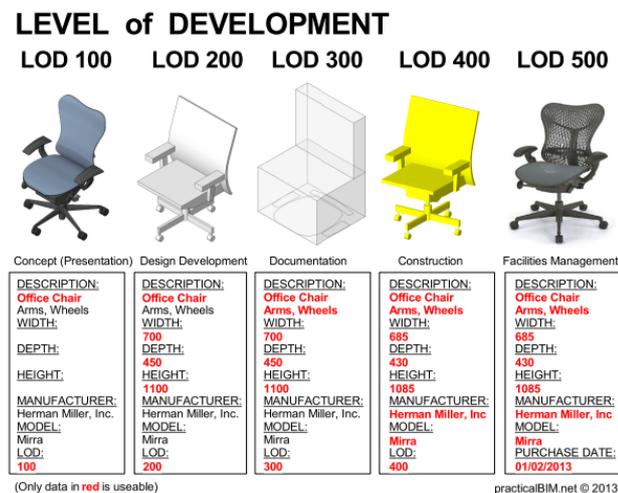


Figura 57 - Level of development. Fuente: PracticalBIM

Como se puede observar en la figura anterior, la silla con LOD 100 parte con poco detalle gráfico y poca información asociada, mientras que la silla con LOD 500, es más completa tanto en su aspecto gráfico como de información.

En España, cada vez se está implantando más la siguiente tabla de equivalencias

LOD 100	Proyecto conceptual
---------	---------------------

LOD 200	Proyecto básico
LOD 300	Proyecto de ejecución
LOD 400	As built
LOD 500	Libro de edificio

- LOD 100 como proyecto conceptual.
Este nivel de desarrollo, serviría para evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto, marcando las bases para el desarrollo del resto de documentos.
- LOD 200 como proyecto básico.
La información que incluye el elemento dentro del modelo será suficiente para la solicitud de licencias, indicando parámetros de forma aproximada.
- LOD 300 como proyecto de ejecución.
La información es precisa excepto por la identificación de equipos con marcas, ya que en la fase de obra se podrán montar equipos equivalentes.
- LOD 400 como documentación as-built.
La información es más precisa, ya que, se indican marcas de equipos instalados y parámetros que en la fase de ejecución podían variarse.
- LOD 500 como libro de edificio.
Además de incluirse los datos anteriores, en este nivel, se incluirán instrucciones de uso de elementos, de mantenimiento y garantías.

Por tanto, antes de comenzar un proyecto BIM, una de las decisiones más importantes que hay que tomar, es el nivel de desarrollo que cada interviniente del proyecto deberá aplicar.

6.4. Formato unificado IFC

Con la aparición de cada vez más software BIM específico, los proveedores han creado y desarrollado sus propios formatos nativos, lo cual hace que surja un problema de compatibilidad entre diferentes software BIM

En la ingeniería y la construcción es vital que todos los intervinientes (promotor, proyectista y contratista) tengan acceso a toda la información referente a un proyecto. Para evitar cualquier pérdida de información y la total compatibilidad de intercambio de archivos se ideó el formato IFC.

El formato universal de intercambio de información en el BIM es el IFC (*Industry Foundation Classes*), es dirigido por “*Building Smart International*” y está definido en la norma ISO 16739:2013.

El modelo IFC contiene la geometría del edificio y su base de datos debido a que se ha realizado un proceso de transformación del formato nativo del software específico a IFC.

Todo software BIM soporta el formato IFC, de manera que se puede leer y escribir información, además de continuar intercambiándola con otros programas.

Un inconveniente que surge en la exportación de información a IFC es que la transformación no tiene el mismo nivel de desarrollo que el modelo nativo ya que siempre se pierde información debido a que la compatibilidad entre diferentes software no es total, ya que cada software dispone de sus limitaciones y no permite leer toda la información que se ha generado en otro software.

Actualmente, está en uso el formato IFC4 que según indica “*Building Smart International*”, mejora el flujo de trabajo entre el 4D y el 5D, mejora la legibilidad y acceso a documentación respecto de versiones anteriores, corrigiendo problemas técnicos de la versión IFC3x2.

Como se trata de una innovación constante, ya se está planteando el IFC5 y sus posibles mejoras respecto a la versión anterior.

Existen tres formatos IFC según la clasificación ofrecida por “*Building Smart*”

- .ifc: es el formato de intercambio de archivos por defecto.
- .ifcXML: emplea la estructura de un formato XML y el archivo es entre un 300-400% más pesado que un archivo .ifc.
- IfcZIP: se trata de un archivo .ifc que se ha comprimido.
Si se comprime un archivo .ifc se reduce el peso del mismo entre un 60-80% y si se comprime un archivo .ifcXML se reduce el peso del mismo entre un 90-95%.



Figura 58 – Formatos IFC. Fuente: BuildingSmart.

Los aspectos que más diferencian un formato nativo (.rvt en REVIT) del IFC son los siguientes.

- La administración pública en España licitará los proyectos en formato IFC para evitar tener que instalar diferentes software BIM
- Los archivos IFC pesan un 20% menos que los RVT, cosa que adelantará la velocidad de gestión y tratamiento de datos.
- Existen visualizadores gratuitos de IFC mientras que para archivos RVT se tiene que emplear Autodesk A360.
- Las bases de datos en el futuro tendrán formato IFC y no RVT.
- Con el IFC se puede intercambiar información con cualquier interviniente mientras que con RVT no es posible por ser un software con licencia de pago.
- Los datos IFC son vitalicios, mientras que en el caso de que no se desarrolle el software que tiene el formato RVT, éste desaparecería.

Trabajar en IFC supone una mejora de tiempos debido a que cualquier interviniente podría manejar el modelo sin transformaciones de formato y su consecuente pérdida de información del mismo.

6.5.4D: Programación de proyectos

En este apartado se realizará una vinculación del modelo arquitectónico de REVIT con el software Navisworks de Autodesk, que permitirá realizar una animación de la fase de construcción del edificio en base a un diagrama de Gantt.

Posteriormente, se exportará el diagrama de Gantt a Microsoft Project para trabajar con él.

Cabe destacar que, actualmente, REVIT no permite el paso directo a Microsoft Project, por lo que Autodesk creó un programa específico para recurrir a la fase de 4D en el BIM.

En primer lugar, se cargará el modelo arquitectónico de REVIT seleccionando "*Inicio>Proyecto>Añadir*" y se escogerá el archivo con extensión .rvt.

Para este caso, únicamente se emplearán 4 partes del software:

- El gráfico 3D que se muestra en el centro de la pantalla.
- El árbol de descomposición en el que se muestran todos los elementos del modelo REVIT y se pueden seleccionar.
- La pestaña de conjuntos, donde se pueden agrupar elementos del árbol de descomposición.
- El Timeliner, donde se observará un diagrama de Gantt y se podrá hacer una animación en base a ese diagrama de Gantt.

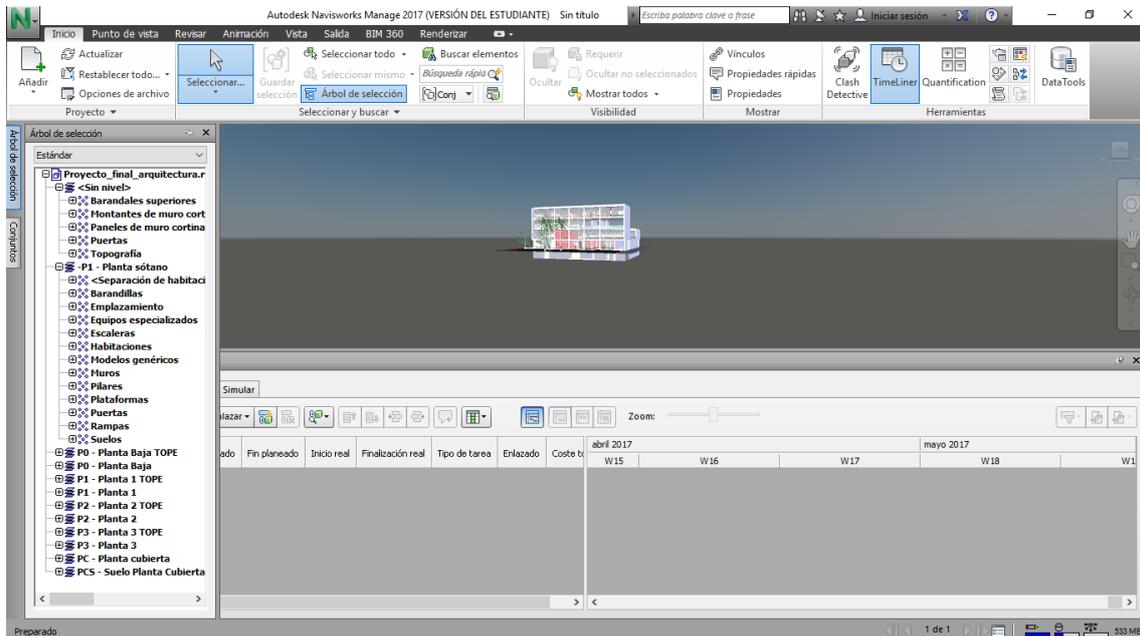


Figura 59 - Interfaz de Navisworks. Fuente: propia

Al seleccionar varios elementos en el árbol de selección, en el gráfico 3D se mostrarán de color azul.

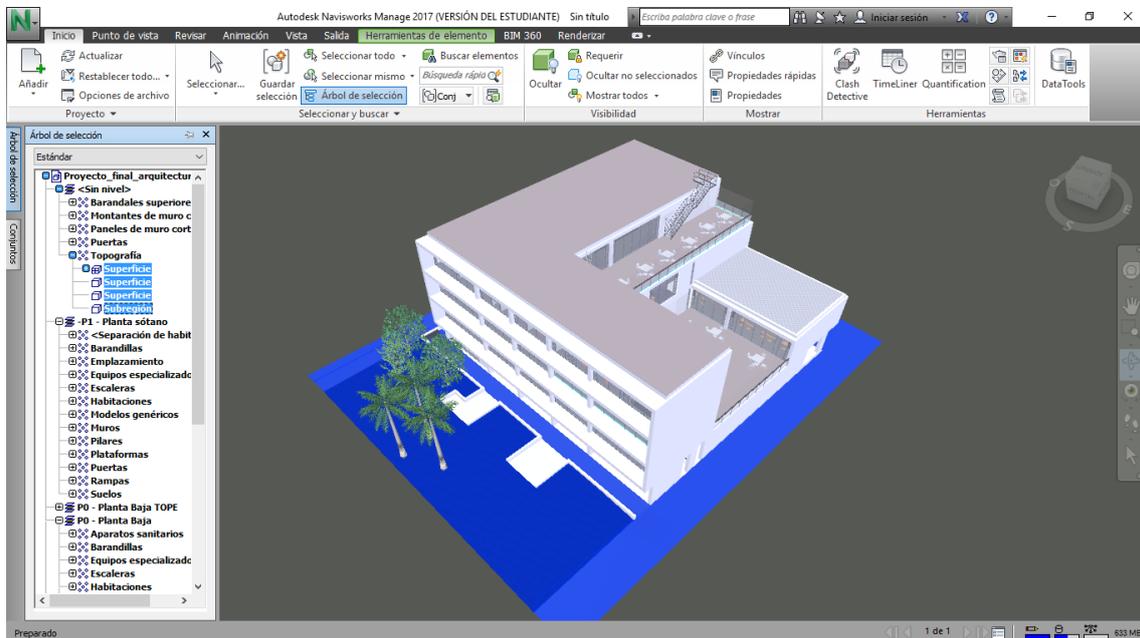


Figura 60 - Selección de elementos en el árbol de selección y muestra en el modelo. Fuente: propia

Se seleccionará una carpeta de las ya creadas en la pestaña conjuntos y se hará clic en “Guardar selección” para añadirlos dentro de la carpeta deseada.

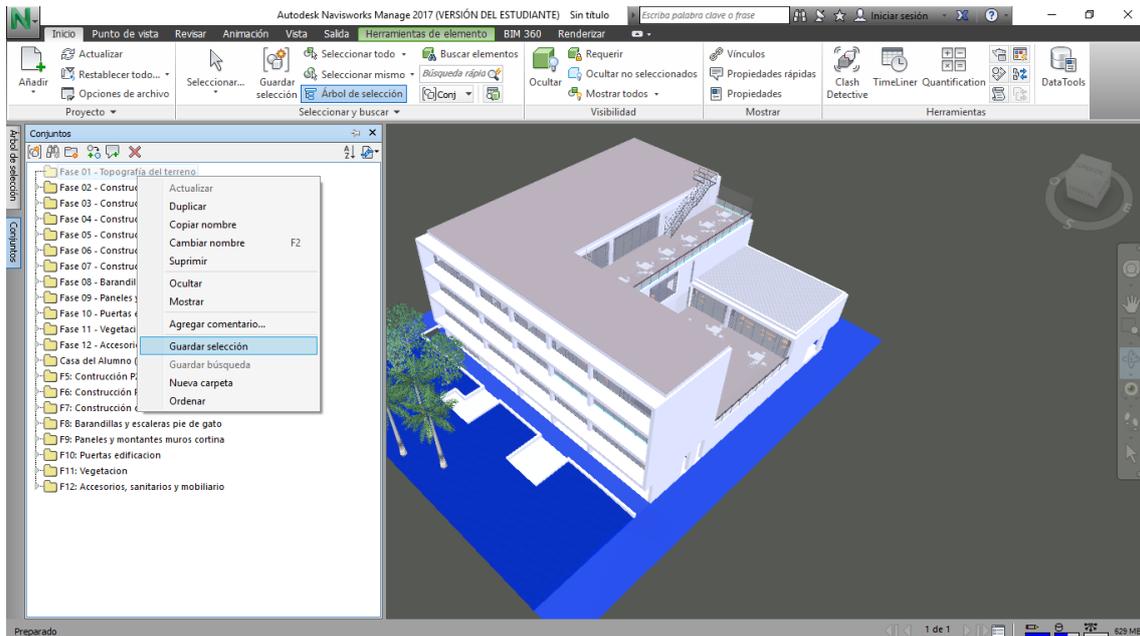


Figura 61 - Relación entre las pestañas "árbol de selección" y "conjuntos". Fuente: propia

Posteriormente, se le asignará un nombre a dicha selección. En este caso: "1. Topografía y superficies"

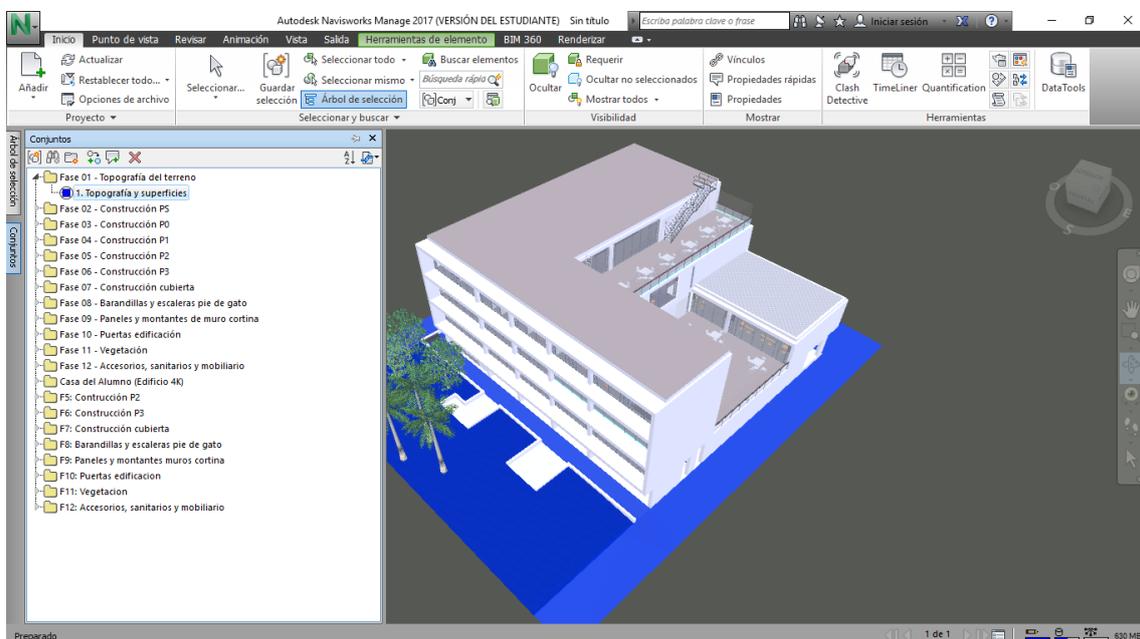


Figura 62 - Nombrado de selección en la pestaña "Conjuntos". Fuente: propia

Tras entrar al menú "Inicio>Herramientas>Timeliner" aparecerá una ventana que se dividirá en dos partes de la misma manera que Microsoft Project.

Media ventana dispondrá de un diagrama de Gantt de tareas y la otra media ventana dispondrá de líneas temporales. Se creará una nueva tarea.

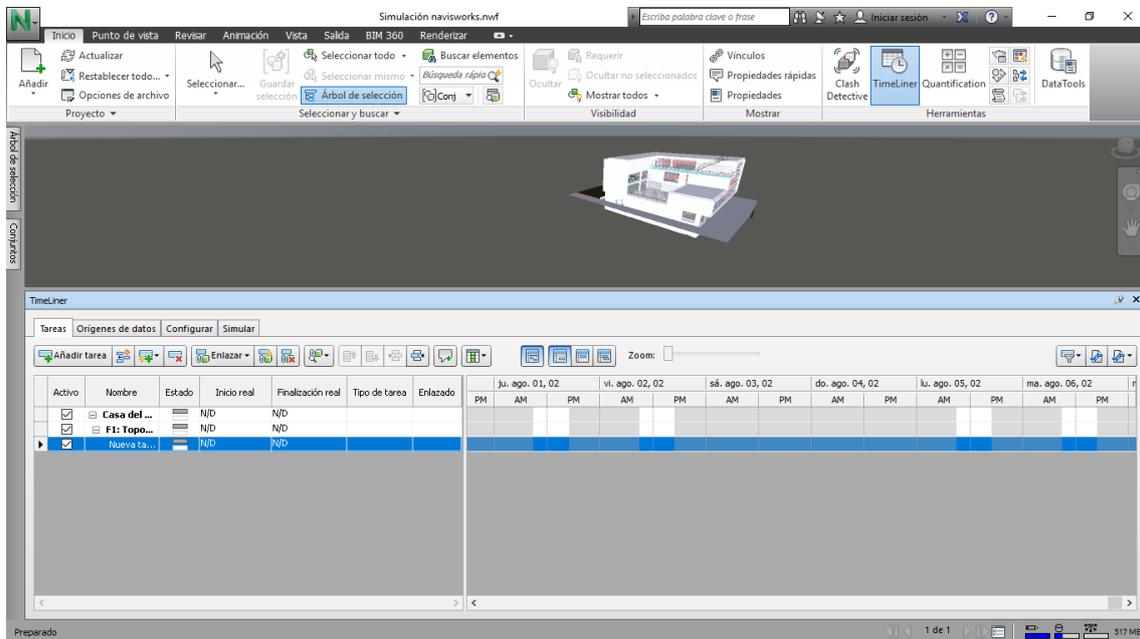


Figura 63 - Timeliner en Navisworks. Fuente: propia

Tras crear las tareas y subtareas necesarias, se seleccionará la fase “Construcción” en la columna “Tipo de tarea” de la tabla del Timeliner, para que a la hora de realizar la animación se observe como se construye el edificio.

También se enlazarán los conjuntos a las diferentes tareas del proyecto.

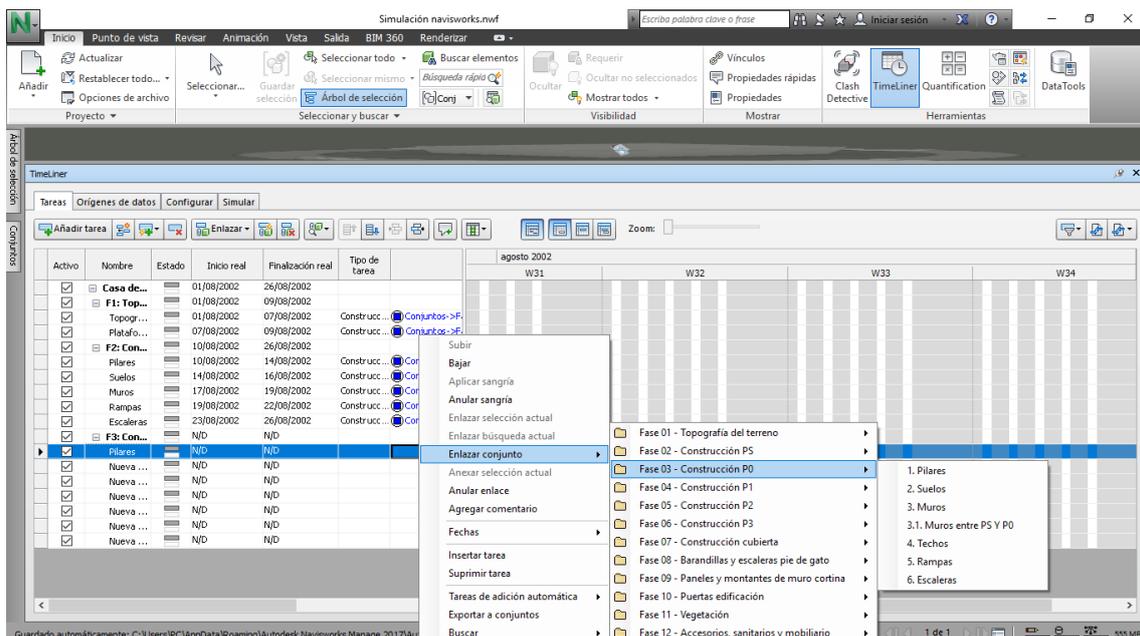


Figura 64 - Enlazado de "Conjuntos" a tareas del Timeliner. Fuente: propia

De manera que el enlazado se mostrará como la siguiente figura.

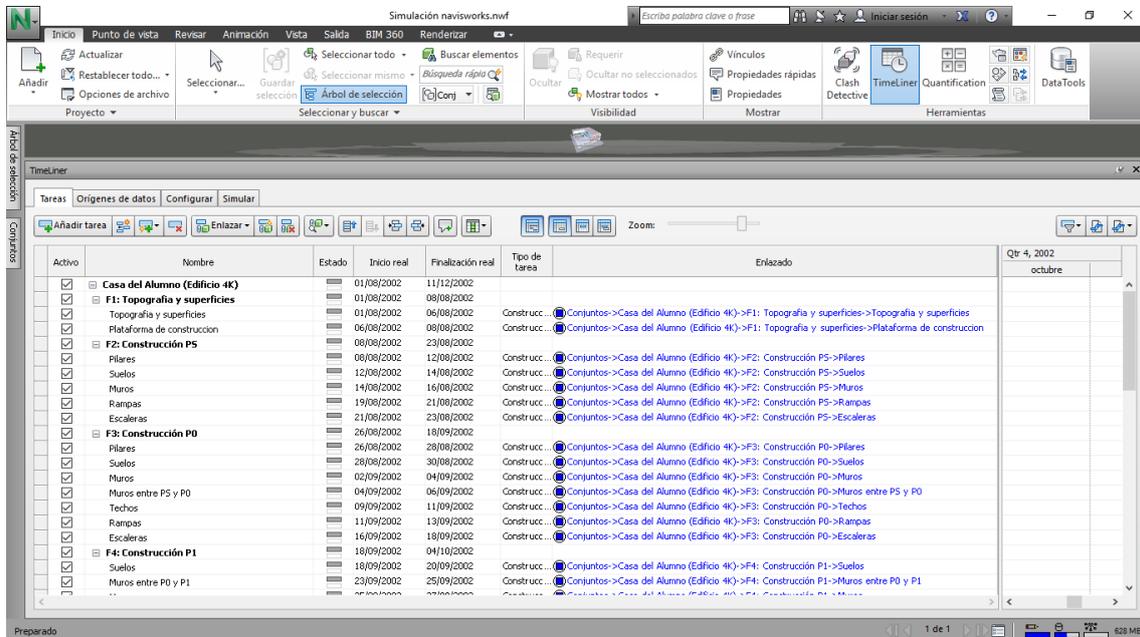


Figura 65 - Ejemplo de enlazado de "Conjuntos" a tareas del Timeliner. Fuente: propia

El software Navisworks, permitirá realizar animaciones en formato video para anexarlo a cualquier proyecto. En el CD-ROM anexo a este trabajo fin de grado, se adjuntará la animación de la construcción del edificio.

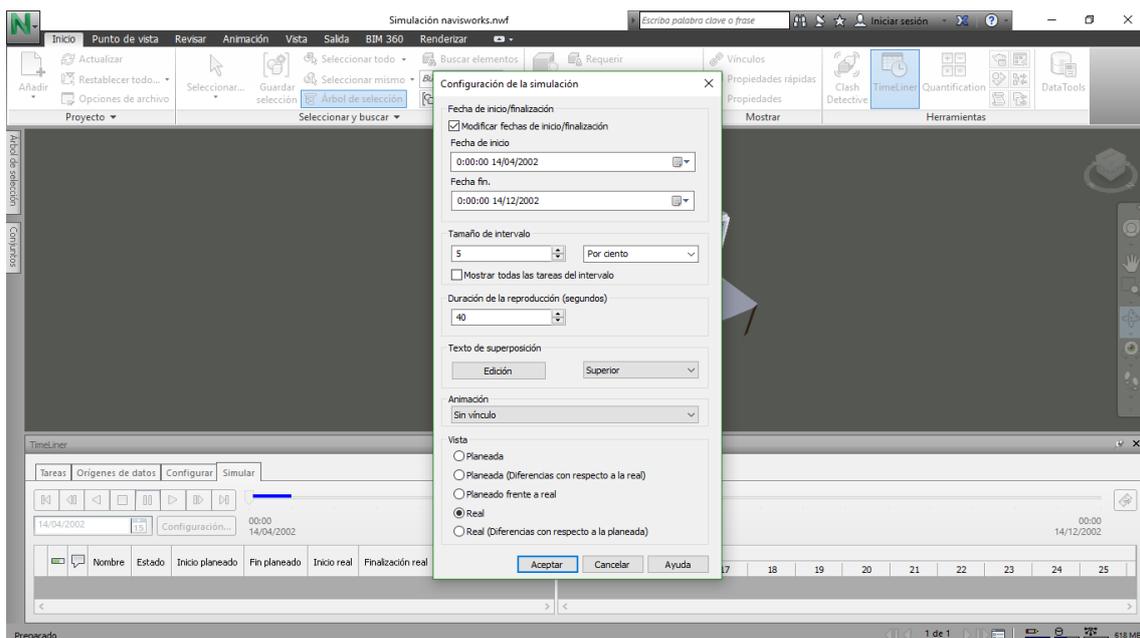


Figura 66 - Creación de animación. Fuente: propia

Tras realizar la programación del proyecto en Navisworks, se exportará a Microsoft Project para poder realizar modificaciones en un formato estándar mediante la pestaña “Exportar XML de MS Project” del Timeliner.

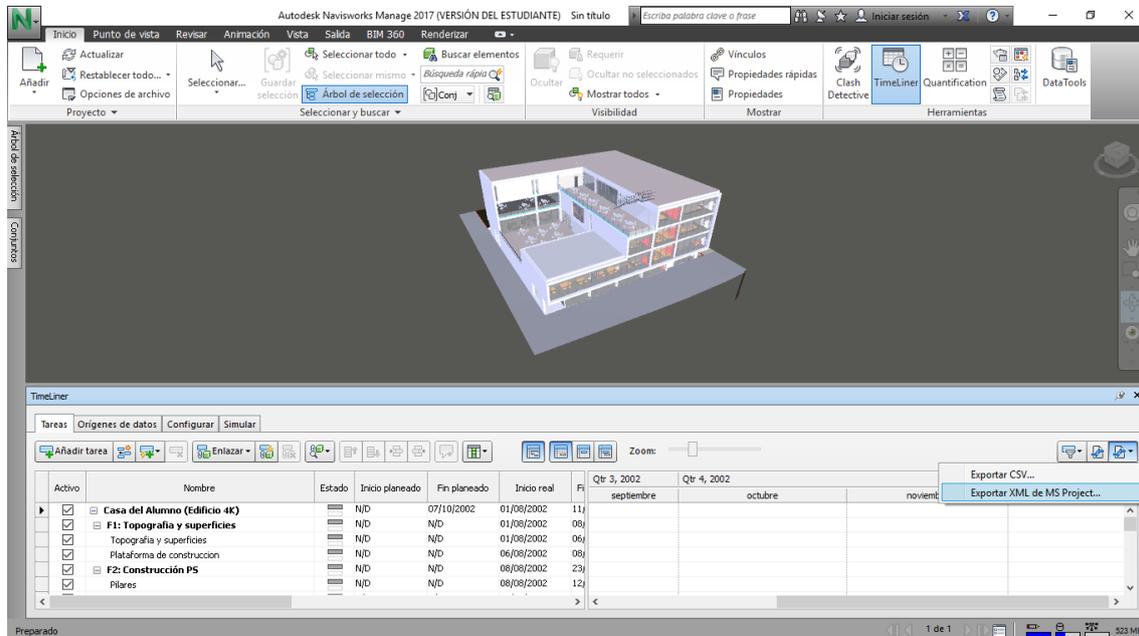


Figura 67 - Exportación de Timeline a Microsoft Project. Fuente: propia

Se abrirá en Microsoft Project la exportación y se observará el mismo diagrama de Gantt que en Navisworks, además de la misma línea del tiempo.

En el “apartado 8.4: Programación de proyectos realizado con Navisworks y MS Project” se adjuntará el diagrama de Gantt obtenido por Microsoft Project tras la vinculación de los diferentes software.

6.6.5D: Estimación de costes

Este apartado analizará la vinculación de REVIT con el más software avanzado en el ámbito de la realización de presupuestos: Arquímedes promovido por “Cype Ingenieros”.

En este trabajo fin de grado se empleará el plug-in de Arquímedes. Este complemento transfiere el modelo de REVIT a un presupuesto de Arquímedes nuevo o existente.

El flujo de trabajo que se ha seguido en este trabajo fin de grado para realizar un pequeño presupuesto de los aparatos sanitarios ha sido el siguiente.

Dentro de la pestaña “Complementos>Cype 2017>Cype” se seleccionará la pestaña “Generar fichero de extracción de mediciones”. De esta manera, se creará un archivo con extensión .mcsv que contendrá toda la información del modelo REVIT para comenzar a vincular con Arquímedes.

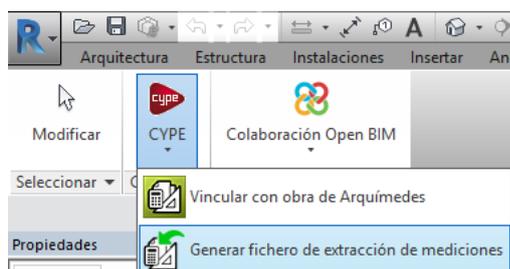


Figura 68- Generación de fichero de extracción de mediciones. Fuente: propia

A continuación, en el software “Arquímedes”, se seleccionará “Archivo>Conexión con Revit>Importar fichero de extracción de mediciones de Revit”. Tras seleccionar esa pestaña se escogerá el archivo .mcsv anterior y dará por comenzado el proceso de vinculación.

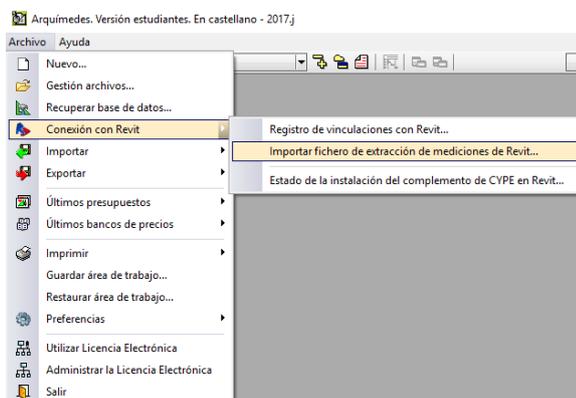


Figura 69 - Importación de fichero de extracción de REVIT. Fuente: propia

Se decidirá en base a qué se creará el presupuesto: si se desea abrir una obra abierta (que en el momento esté abierta con Arquímedes), una obra existente (que esté guardado el archivo, pero no abierto) o una obra nueva (que se creará en el momento). En este caso, se ha optado por una obra nueva, cuyo nombre será “Sanitarios_presupuesto”.

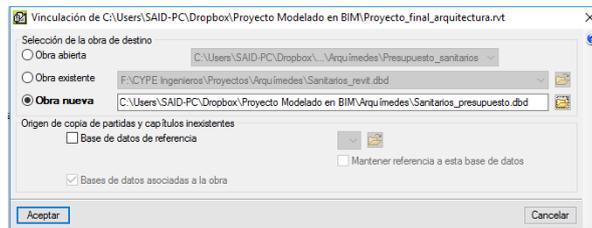


Figura 70 - Vinculación de REVIT a Arquímedes. Fuente: propia

Se escogerá el generador de precios de Cype como base de datos de precios para poder obtener un resultado muy próximo a la realidad y se desmarcará la casilla “generar un árbol de capítulos, subcapítulos y apartados”, de manera que se creará un presupuesto en blanco y usuario será el encargado de crear su propia plantilla.

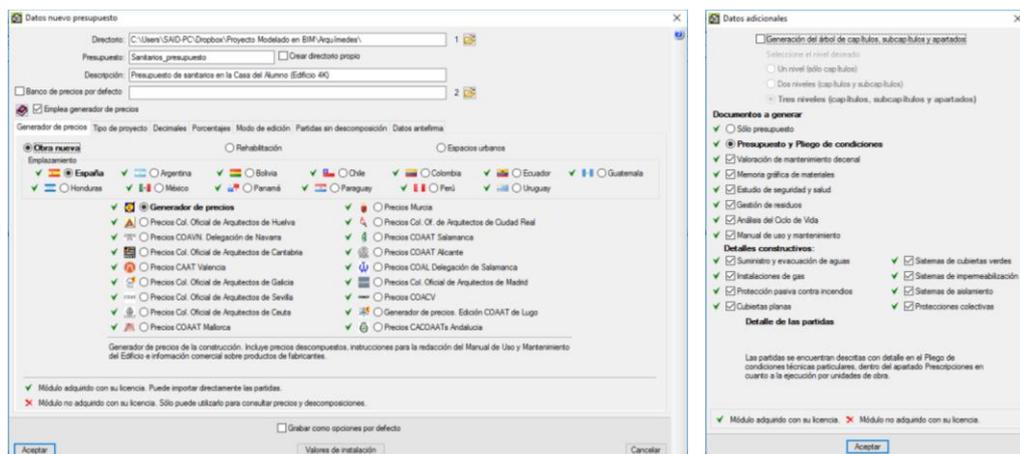


Figura 71 - Menús de vinculación.

Se crearán manualmente los capítulos y subcapítulos que conformarán el presupuesto y se seleccionarán las partidas mediante el “Generador de precios de Cype” que asignará sus precios automáticamente.

Código	Doc	Pli	SS	GR	Ud	Resumen	Cant	Coste	Importe
24	SANITARIOS					Presupuesto de sanitarios en la Casa del Alumno (Edificio 4K)	1,000		
						Aparatos Sanitarios	1,000		
						Lavabos	1,000		
						Lavabo de porcelana sanitaria, de empotrar en encimera, modelo Coral "ROCA", color Blanco, de 560x480 mm, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, c		418,79	
						Inodoros	1,000		
						Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 370x655x780 mm, con sistema de inodoro, de doble descarga, de 385x18		210,72	
						Urinaríos	1,000		
						Urinario de porcelana sanitaria, con alimentación superior vista, modelo Mural "ROCA", color Blanco, de 330x460x720 mm, equipado con grifo de paso angular para urinari		407,34	

Figura 72 - Árbol de descomposición de Arquímedes. Fuente: propia

Una vez creado el árbol de descomposición de Arquímedes, habrá que vincular esas partidas a los elementos del modelo REVIT. Para ello, se seleccionará el hipervínculo que lleva a REVIT y emergerá una ventana, donde a la izquierda aparecerá el árbol de descomposición creado anteriormente (*encabezado verde*) y a la derecha aparecerán las familias de los modelos de REVIT (*encabezado azul*).

En la ventana inferior, aparecerá una lista con los ejemplares que hay en el modelo 3D de la familia seleccionada y las características propias de esos elementos.

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Left Panel:** A tree view under 'Sanitarios_presupuesto' showing categories like 'S- Aparatos Sanitarios', 'SAL - Lavabos', 'SAI - Inodoros', and 'SAU - Urinarios'.
- Middle Panel:** A table with columns 'Código', 'Ud', 'Resumen', and 'Coste'. It lists items like 'Lavabo de porcelana sanitaria, de empotrar en encim...' with a cost of 418,79.
- Right Panel:** A list of 'Tipos de Aparatos sanitarios (3)' with columns for 'Nombre de fa...', 'Nombre de tipo', 'Marca de tipo', 'Nota clave', and 'Cype_CodMed'. It lists 'Inodoro con m...', 'Lavamanos so...', and 'Urinario'.
- Bottom Panel:** A table with columns 'Id', 'Id Host', 'Categoría', 'Nombre de familia', 'Nombre de tipo', 'Habitación', 'Marca', 'Fase de creación', and 'Nivel'. It contains 10 rows of data for various sanitary fixtures.

Figura 73 - Asignación de partidas y extracción de mediciones. Fuente: propia

Si se selecciona un elemento de la ventana de la izquierda y uno de la ventana de la derecha, se pueden vincular seleccionando en el icono de adición. A su vez, en la ventana inferior, el plug-in contará automáticamente el número de elementos repetidos para hacer sus cálculos automáticamente.

Cuando se haya realizado la vinculación, la ventana mostrará un diálogo sombreado en verde si ha sido correcta la vinculación, además de que se podrá ver en la columna “Cype_CodMod” a qué partida está asociado el archivo.

Cabe destacar, que un elemento del modelo REVIT, podrá estar vinculado a más de una partida.

Una vez esté asignado un elemento del modelo a una partida, esta tendrá un símbolo de exclamación en vez de uno de interrogación como icono, para un mejor reconocimiento de las asignaciones.

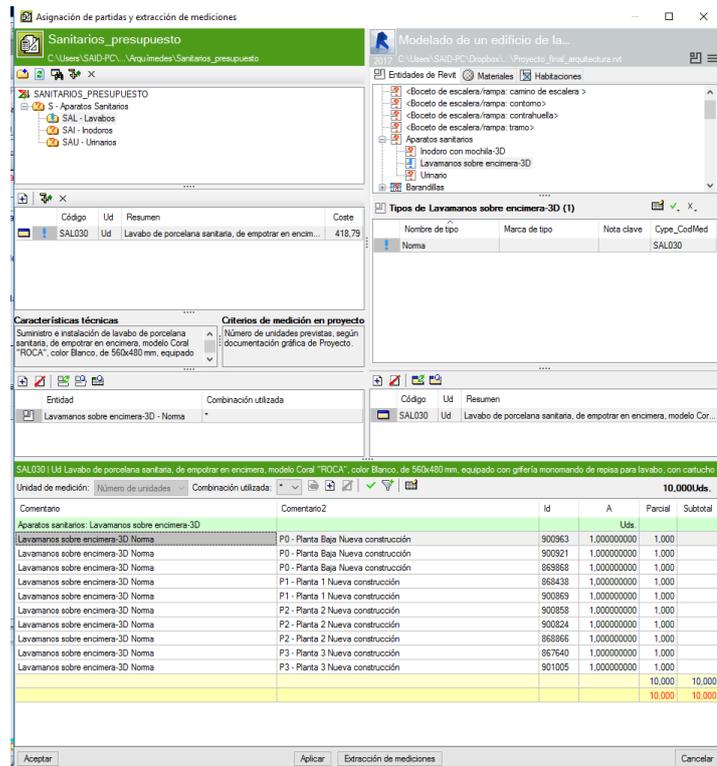


Figura 74 - Asignación partidas <-> elementos. Fuente: propia

Se vincularán todos los elementos del modelo y una vez realizado, se seleccionará “Extracción de mediciones” para que el plug-in calcule los precios automáticamente.

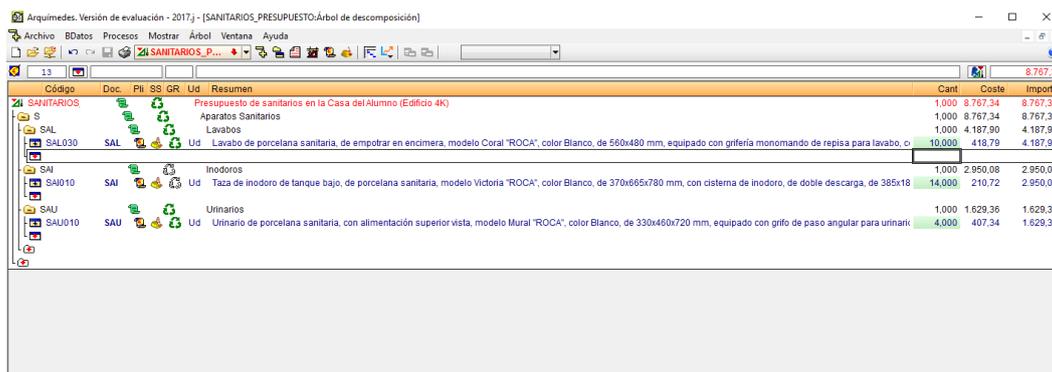


Figura 75 - Presupuesto creado mediante el plug-in de Arquimedes en REVIT. Fuente: propia

Una vez realizado el presupuesto se guardará y se exportará a Excel y a .bc3 para que otros gestores de presupuestos puedan leer los archivos con facilidad.

En el “*apartado 8.3: Presupuesto realizado con el plug-in de Arquímedes*” se adjuntará el presupuesto realizado con Arquímedes.

Uno de los aspectos más interesantes que ofrece el Arquímedes, es la selección de elementos dentro del plug-in para visualizar donde están ubicados en el modelo 3D.

En este caso, se seleccionarán los urinarios en el plug-in de Arquímedes haciendo clic derecho en uno de ellos o en todos.

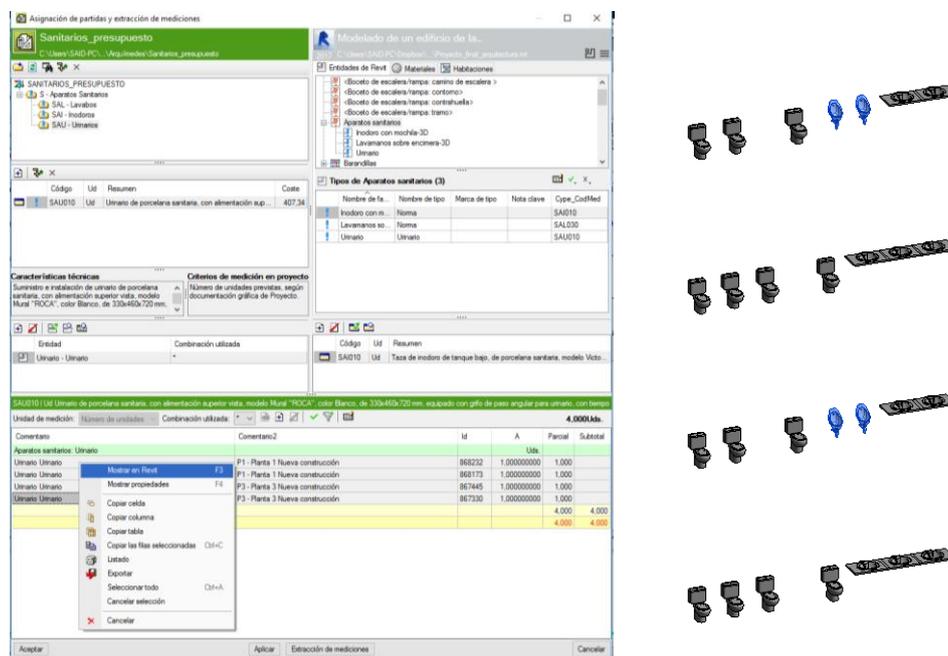


Figura 76 - Selección en Arquímedes y visualización de localización en REVIT. Fuente: Propia

Otra interesante función es la de añadir y eliminar elementos dentro del modelo REVIT. En este caso, se eliminarán dos lavabos: uno de la planta primera y otro de la planta tercera.



Figura 77 - Eliminación de lavabos en planta primera y tercera. Fuente: propia

Una vez eliminados del modelo, se seleccionará la pestaña “Vincular una obra de Arquímedes” del menú “Complementos>Cype 2017>Cype”

Se escogerá “Actualizar en Arquímedes los cambios realizados en REVIT” para que se automaticen las modificaciones realizadas en el proyecto.

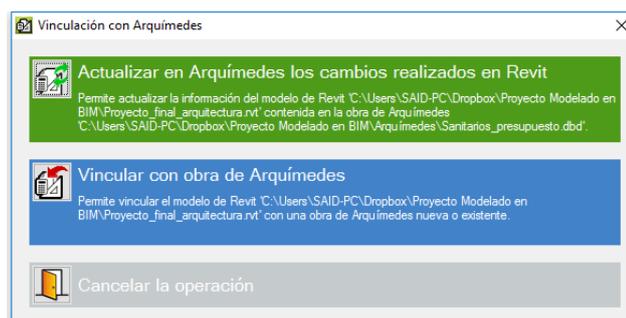


Figura 78 - Vinculación con Arquímedes. Fuente: propia

En la parte superior de la siguiente ventana aparecerá un símbolo en color rojo si ha habido algún cambio y un símbolo en color azul si no lo ha habido.

Además, se indicará si los ejemplares son nuevos con un signo “+” de color verde, si se han eliminado con una “x” roja o están igual que en la anterior exportación con un “=” azul.

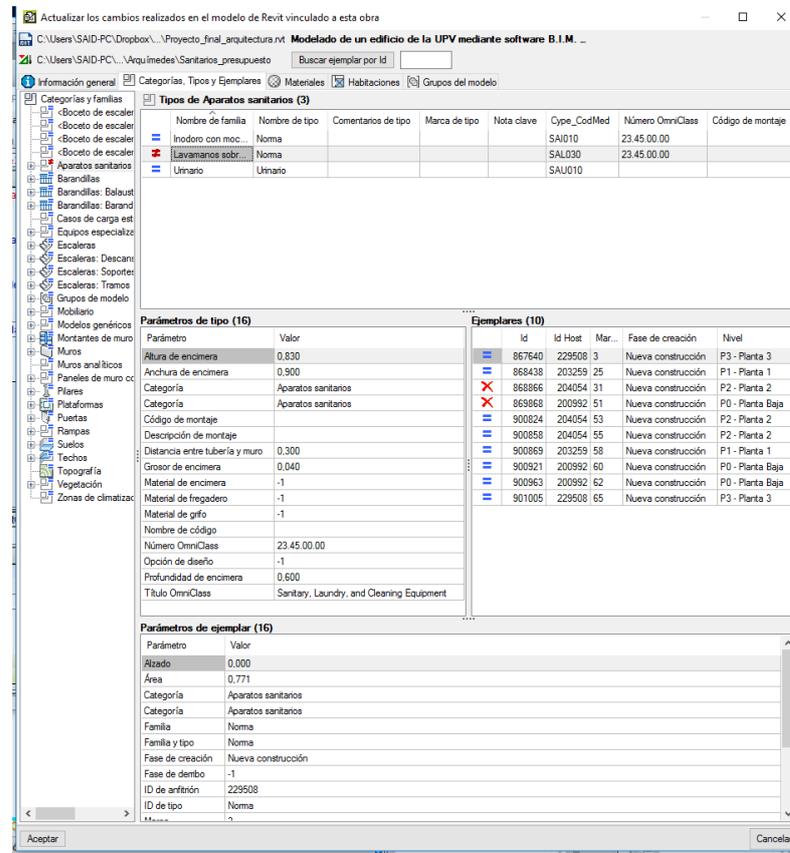


Figura 79 - Cambios en la medición. Fuente: propia

Se extraerá la medición y se observará como el número de lavabos es menor respecto a la anterior medición y el precio por consiguiente también.

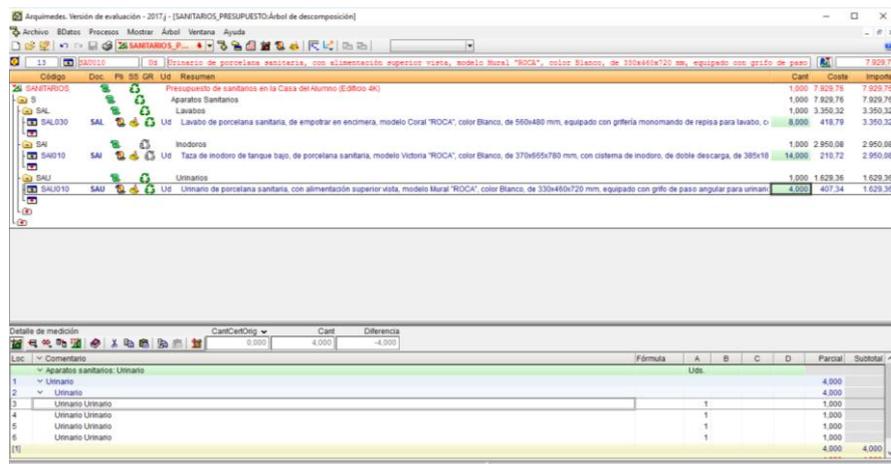


Figura 80 - Medición con menos lavabos. Fuente: propia

En el caso de tener que hacer la remodelación del edificio por fases y el cliente, demandar únicamente los aparatos sanitarios de la planta tercera, por ejemplo, se puede realizar un filtrado y obtener la medición deseada.

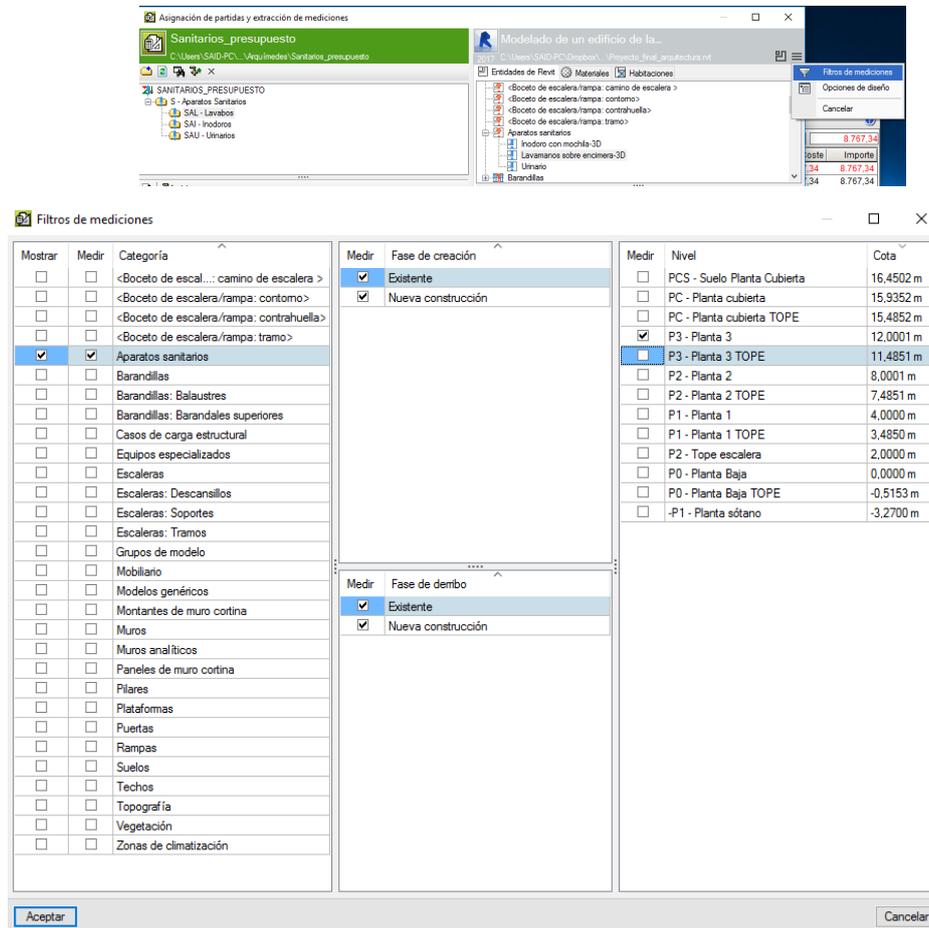


Figura 81 - Filtro planta tercera. Fuente: propia

De manera que solo se observará el número de elementos que el proyectista desee y de la planta que desee.

Tras aplicar el filtro, se observará que el número de elementos de la ventana inferior ha variado.

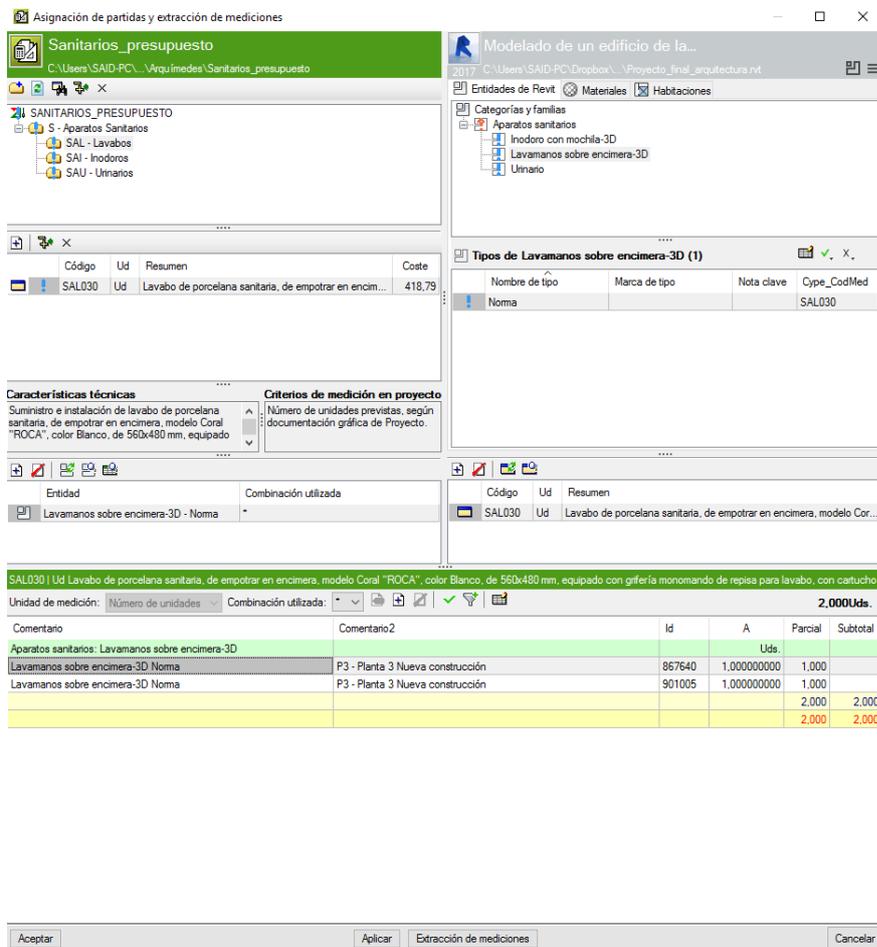


Figura 82- Variación del número de elementos. Fuente: propia

Se extraerá la medición y el plug-in mostrará el presupuesto de la tercera planta, que es lo que se filtró.

Código	Doc.	Pli	SS	GR	Ud	Resumen	Cant	Coste	Importa
Presupuesto de sanitarios en la Casa del Alumno (Edificio 4K)							1,000	2.284,42	2.284,42
Aparatos Sanitarios							1,000	2.284,42	2.284,42
Lavabos							1,000	837,58	837,58
SAL030	SAL				Ud	Lavabo de porcelana sanitaria, de empotrar en encimera, modelo Coral "ROCA", color Blanco, de 560x480 mm, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, con cartucho	2,000	418,79	837,58
Inodoros							1,000	632,16	632,16
SAI	SAI				Ud	Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 370x655x780 mm, con sistema de inodoro, de doble descarga, de 385x18	3,000	210,72	632,16
Urinarios							1,000	814,68	814,68
SAU010	SAU				Ud	Urinario de porcelana sanitaria, con alimentación superior vista, modelo Mural "ROCA", color Blanco, de 330x450x720 mm, equipado con grifo de paso angular para urinari	2,000	407,34	814,68

Figura 83 - Presupuesto tercera planta. Fuente: propia

6.7.5D: Ventajas del plug-in de estimación de costes.

El empleo de este plug-in presenta diferentes ventajas:



- Disminuir el consumo de recursos en el ordenador. Esto será posible porque se evita tener dos programas abiertos gracias al complemento de Arquímedes.
- Facilidad a la hora de realizar un presupuesto debido a una actualización casi automática de las partidas mientras se realizan modificaciones en REVIT.
- Detección automática de la unidad de medición al asignar una partida al elemento del modelo BIM.
- Detección de elementos en el modelo. Permite identificar la ubicación del ejemplar en el modelo REVIT si se selecciona en la partida del plug-in.
- Se permite asignar varias partidas a un elemento del modelo para obtener una medición. Por ejemplo: el tipo “Muro” puede tener partidas como “Ladrillo de LP” y “Capa de yeso enlucido”.
- Asignación automática de partidas. En el caso de asignar notas clave a elementos del modelo, una vez se realice el presupuesto, el plug-in detectará automáticamente a que partida pertenece.

7. Conclusiones

Al comenzar a buscar información acerca del BIM, surge la típica confusión de que el BIM es únicamente un modelado en 3D, pero cuando se comienza a indagar más sobre el concepto, el usuario se da cuenta de que hay mucho más trabajo e información detrás de ese visible modelado.

Encontrar información del BIM y guías de manejo de software en España no es muy difícil porque existen adaptaciones de otros países. Lo que sí es más complicado, es encontrar información acerca del modelado y cálculo de instalaciones debido a que cada país tiene sus normativas y en España no está muy desarrollado el cálculo de instalaciones con este programa.

Respecto al proceso realizado en este trabajo fin de grado, preparar el modelado del edificio no ha sido tan complicado como se esperaba en un principio, ya sea por el conocimiento de la interfaz del software (Autodesk tiene una interfaz bastante similar en todos sus programas) o por la amplia formación previa realizada. Aún con muchas horas de formación realizadas, en el software siempre surgen avisos o errores en los cuales se ha perdido tiempo para comprenderlos y solucionarlos.

La realización de las instalaciones ha sido bastante más compleja de realizar que la parte de arquitectura por existir una limitación de material de aprendizaje.

A nivel de gestión de proyectos, es una herramienta con gran futuro. Actualmente, se tiene que mejorar la interconexión con diferentes programas de estimación de costes y programación de proyectos, ya que hay pocos software compatibles con la interconexión.

En relación a la estimación de costes, se ha comenzado a extender el uso de un plug-in de Arquímedes que permite la realización de presupuestos con REVIT, pero, si el proyectista emplea otro software de realización de presupuestos, tiene que buscar otro plug-in que sirva como pasarela a ese software.

Algo similar ocurre con el seguimiento de proyectos, dónde para enlazar Microsoft Project con REVIT hay que hacerlo por medio de un programa puente como es Navisworks.

Como impresiones personales, el BIM es una metodología de presente y con mucho futuro ya que presenta múltiples ventajas para el que la emplee: genera un modelo de realidad virtual y una base de datos única sobre los que se puede interaccionar, así como detectar fácilmente las interferencias entre elementos del edificio. También permite una colaboración más ágil entre diferentes intervinientes y una optimización de la organización de la documentación del trabajo, abaratando los costes para la propiedad que desee que la ingeniería trabaje en BIM.

Respecto a REVIT, es un programa sencillo de manejar una vez se conoce toda la interfaz, que es muy similar a la de AutoCAD. Si se deja el ratón sobre una herramienta, aparecerá un vídeo de cómo funciona la herramienta, por tanto, el funcionamiento de esos comandos se aprende muy rápido. En caso de desear ahondar más en el programa, hay que dedicarle tiempo a la formación teórica y práctica.

Aunque se emplee REVIT, ArchiCAD u otro software, se está apostando cada vez más fuerte por el formato IFC, de manera que la compatibilidad sea cada vez más precisa y se pueda prescindir de formatos nativos y no estar atado a un software específico.

En cuanto a la formación, sería muy útil si además de los títulos propios que imparten diversas entidades, se diesen unas nociones básicas acerca del BIM a todos los estudiantes de grado, porque tarde o temprano es una metodología que acabará implementándose y cada vez se necesitará más personal especializado. La persona que aprenda acerca del BIM probablemente tenga más opciones de ser contratada en un futuro por ser una metodología que aún está por pulir en España.



Entre los mayores inconvenientes se encuentran el precio de la licencia del software y la elevada curva de aprendizaje sobre la metodología (incluyendo el empleo del software).

Actualmente, el BIM en España se está centrando en el modelado y no en las múltiples opciones que ofrece este método por no realizar la investigación necesaria en el país, pero se espera que en un futuro y con las directrices marcadas por el Ministerio de Fomento, se logre implantar este método a todos los proyectos posibles.

Además, para favorecer una rápida expansión de este método, los expertos en BIM indican que sería necesario que todos los países lo hagan obligatorio en determinados tipos de proyecto, para adaptarse más rápidamente al cambio.

8. Anexos

8.1. Tabla de planificación de habitaciones

En este apartado se mostrará la tabla de planificación de habitaciones realizada en el “*apartado 5.13: Tablas de planificación*” de este trabajo fin de grado.

Espacios de la Casa del Alumno			
Número	Nombre	Área (m ²)	Nivel
1	Sala ensayos	48,36	-P1 - Planta sótano
2	Lab. fotográfico	7,8	-P1 - Planta sótano
3	Almacén	13,93	-P1 - Planta sótano
4	Almacén	8,46	-P1 - Planta sótano
5	Almacén	8,46	-P1 - Planta sótano
6	Almacén	13,53	-P1 - Planta sótano
7	Pasillo almacenes	15,88	-P1 - Planta sótano
8	Escaleras sótano	18,62	-P1 - Planta sótano
9	Antesala	5,02	-P1 - Planta sótano
10	Antesala	4,15	-P1 - Planta sótano
11	Almacén	42,43	-P1 - Planta sótano
12	Jaula 1	77,65	-P1 - Planta sótano
13	Jaula 2	48,39	-P1 - Planta sótano
14	Jaula 3	53,97	-P1 - Planta sótano
15	Jaula 4	53,55	-P1 - Planta sótano
16	Jaula 5	35,54	-P1 - Planta sótano
17	Parking bicicletas	644,09	-P1 - Planta sótano
18	Zona de ocio y juegos	711,46	P0 - Planta Baja
19	Almacén	17,4	P0 - Planta Baja
20	Emprendedores	101,31	P0 - Planta Baja
21	Almacén	9,59	P0 - Planta Baja
22	Interior emprendedores	8,47	P0 - Planta Baja
23	Conserje	9,83	P0 - Planta Baja
24	Interior emprendedores	22,74	P0 - Planta Baja
25	Aseo femenino	16,99	P0 - Planta Baja
26	Mantenimiento	3,93	P0 - Planta Baja
27	Recibidor punto de atención	16,06	P0 - Planta Baja
28	Punto de atención	27,31	P0 - Planta Baja
29	Almacén	17,08	P0 - Planta Baja
30	Asesor jurídico	12,59	P0 - Planta Baja



31	Sala de informática I	134,6	P1 - Planta 1
32	Técnico	36,13	P1 - Planta 1
33	Pasillo	191,5	P1 - Planta 1
34	Sala de estudio en silencio	223,86	P1 - Planta 1
35	Sala de grados	63,02	P1 - Planta 1
36	Terraza	225,48	P1 - Planta 1
37	Sala social	177,05	P1 - Planta 1
38	Sala de asociaciones	73,02	P1 - Planta 1
39	Mantenimiento	3,93	P1 - Planta 1
40	Aseo masculino	16,99	P1 - Planta 1
42	Sala Ximo Mora	175,62	P2 - Planta 2
43	Terraza Sala Ximo Mora	126,49	P2 - Planta 2
44	Sala de grados	63,78	P2 - Planta 2
45	Almacén	12,1	P2 - Planta 2
46	Sala de reuniones	47,76	P2 - Planta 2
47	Pasillo	144,41	P2 - Planta 2
48	Mantenimiento	3,93	P2 - Planta 2
49	Aseo femenino	16,99	P2 - Planta 2
50	Sala de informática II	134,61	P2 - Planta 2
51	La Pecera	36,15	P2 - Planta 2
52	Mantenimiento	3,93	P3 - Planta 3
53	Terraza	151,33	P3 - Planta 3
54	Sala de descanso	36,41	P3 - Planta 3
55	Despacho 5	31,38	P3 - Planta 3
56	Despacho 4	36,59	P3 - Planta 3
57	Despacho 3	31,32	P3 - Planta 3
58	Despacho 2	27,46	P3 - Planta 3
59	Almacén	9,16	P3 - Planta 3
60	Administración	41,25	P3 - Planta 3
61	Delegado de alumnos	36,32	P3 - Planta 3
62	Pasillo	49,68	P3 - Planta 3
63	Aseos masculinos	16,99	P3 - Planta 3
64	Pasillo	102,85	P3 - Planta 3
65	Sala de juntas	44,75	P3 - Planta 3
66	Pasillo	44,88	P3 - Planta 3
67	Diseño web	18,91	P3 - Planta 3
68	Técnico	24,53	P3 - Planta 3
69	Actividades	20,8	P3 - Planta 3
70	Recursos	16,4	P3 - Planta 3
71	Sala taller	45,27	P3 - Planta 3

8.2. Tabla de planificación de BIES y extintores.

En este apartado se mostrará la tabla de planificación de BIES y extintores realizada en el “*apartado 5.11: Modelado de la instalación contra incendios*” de este trabajo fin de grado.

Equipos de PCI					
Piso	Carcasa	Interior de carcasa	kg extintor	Eficacia extintor	Recuento
-P1 - Planta Sótano					
-P1 - Planta Sótano	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Armario	Extintor Polvo CO2	5 kg	89B	1
-P1 - Planta Sótano	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Sin carcasa	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Sin carcasa	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Sin carcasa	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Sin carcasa	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
-P1 - Planta Sótano	Sin carcasa.	Extintor CO2	5 kg	89B	1
-P1 - Planta Sótano					13
P0 - Planta Baja					
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1

P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Armario	Extintor Polvo CO2	5 kg	89B	1
P0 - Planta Baja	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja	Sin carcasa	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P0 - Planta Baja					12
P1 - Planta Primera					
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P1 - Planta Primera					11
P2 - Planta Segunda					
P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1

P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P2 - Planta Segunda					8
P3 - Planta Tercera					
P3 - Planta Tercera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P3 - Planta Tercera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P3 - Planta Tercera	Armario	Extintor Polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P3 - Planta Tercera	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P3 - Planta Tercera	Caja empotrada	BIE, pulsador, sirena y ext. polvo ABC	6 kg	21A 113B C	1
P3 - Planta Tercera					5
Cantidad de elementos en todas las plantas					49

8.3. Presupuesto realizado con el plug-in de Arquímedes

En este apartado se mostrará un presupuesto de las unidades de obra de equipos de saneamiento (lavabos, WC y urinarios) tras los pasos realizados en el “*apartado 6.6. 5D: Estimación de costes*”

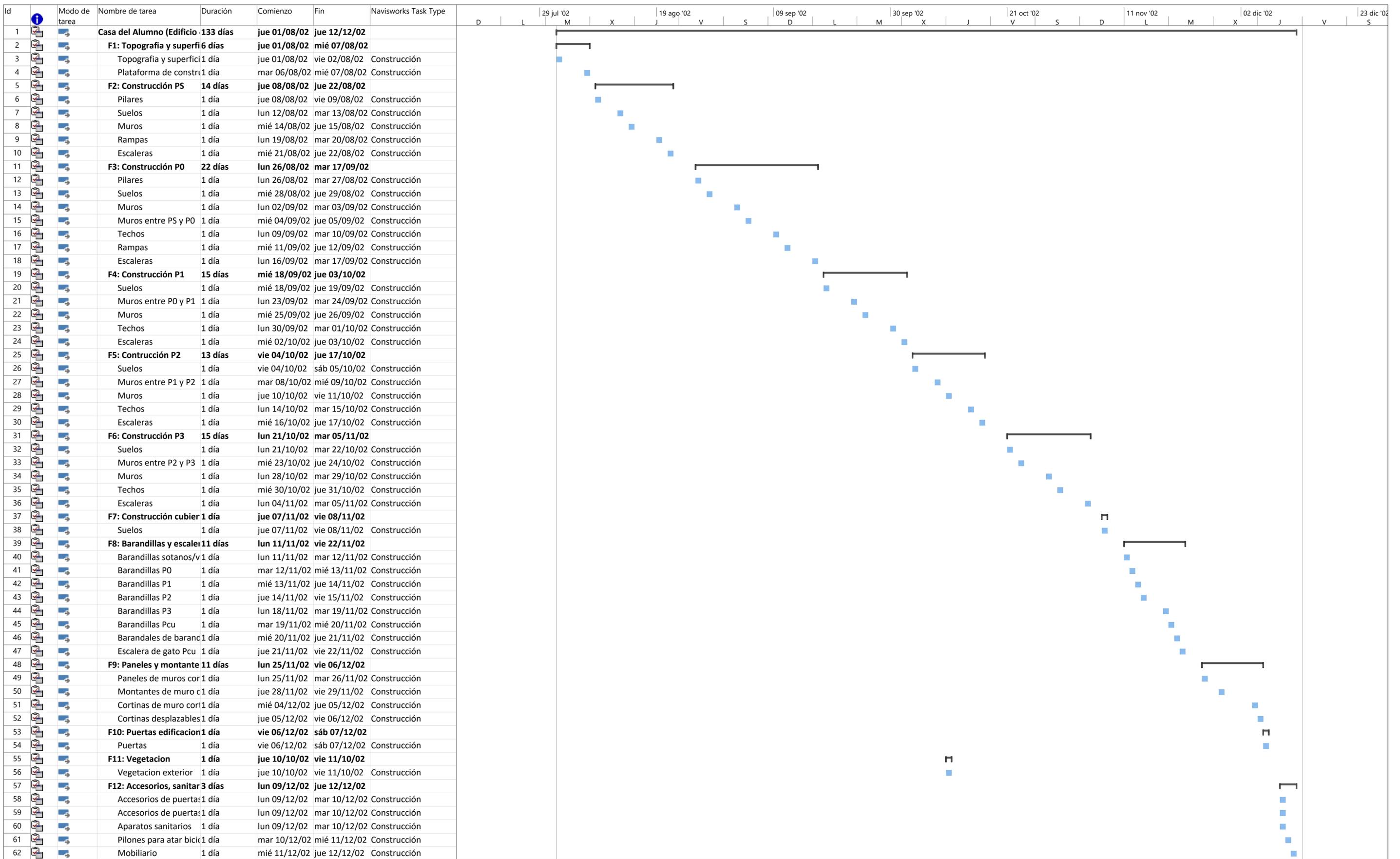
			Inodoro con mochila-3D Norma	1	1,000		
			Inodoro con mochila-3D Norma	1	1,000		
			Inodoro con mochila-3D Norma	1	1,000		
			Inodoro con mochila-3D Norma	1	1,000	14,000	
mt30svr019a	Material	Ud	Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 370x665x780 mm, con juego de fijación, según UNE-EN 997.			1,000	48,200
mt30svr021a	Material	Ud	Cisterna de inodoro, de doble descarga, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 385x180x430 mm, con juego de mecanismos de doble descarga de 3/6 litros, según UNE-EN 997.			1,000	82,400
mt30svr022e	Material	Ud	Asiento y tapa de inodoro, con bisagras acetálicas, modelo Victoria "ROCA" color Blanco.			1,000	29,700
mt30lla020	Material	Ud	Llave de regulación de 1/2", para inodoro, acabado cromado.			1,000	14,500
mt38tw010a	Material	Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.			1,000	2,850
mt30www010	Material	Ud	Material auxiliar para instalación de aparato sanitario.			1,000	1,050
mo008	Mano de obra	h	Oficial 1º fontanero.			1,227	17,820
%		%	Costes directos complementarios			2,000	200,570
			SAI010			14,000	210,72
			SAI				2.950,08
SAU	Capítulo		Urinarios				1.629,36
SAU010	Partida	Ud	Urinario de porcelana sanitaria, con alimentación superior vista, modelo Mural "ROCA", color Blanco, de 330x460x720 mm, equipado con grifo de paso angular para urinario, con tiempo de flujo ajustable, acabado cromo, modelo Instant.			4,000	407,34
			Aparatos sanitarios: Urinario	Uds.	Parcial	Subtotal	
			Urinario		0		
			Urinario		0		
			Urinario Urinario	1	1,000		
			Urinario Urinario	1	1,000		
			Urinario Urinario	1	1,000		
			Urinario Urinario	1	1,000	4,000	
mt30uar020a	Material	Ud	Urinario de porcelana sanitaria, con alimentación superior vista, modelo Mural "ROCA", color Blanco, de 330x460x720 mm, con manguito, tapón de limpieza y juego de fijación, según UNE 67001.			1,000	313,000
mt31gmo061a	Material	Ud	Grifo de paso angular para urinario, con tiempo de flujo ajustable, acabado cromo, modelo Instant "ROCA", con enlace cromado y conexiones de 1/2" de diámetro.			1,000	50,000
mt30www010	Material	Ud	Material auxiliar para instalación de aparato sanitario.			1,000	1,050
mo008	Mano de obra	h	Oficial 1º fontanero.			1,329	17,820
%		%	Costes directos complementarios			2,000	387,730
			SAU010			4,000	407,34
			SAU				1.629,36
			S				8.767,34
			SANITARIOS_PRESUPUESTO				8.767,34



8.4. Programación de proyectos con Navisworks y MS Project

En la siguiente página se mostrará el diagrama de Gantt generado con Microsoft Project según los pasos realizados en el “*apartado 6.5. 4D: Programación de proyectos*”

En el CD-ROM adjunto a este trabajo final de grado, se adjunta la simulación a partir del diagrama de Gantt creado.



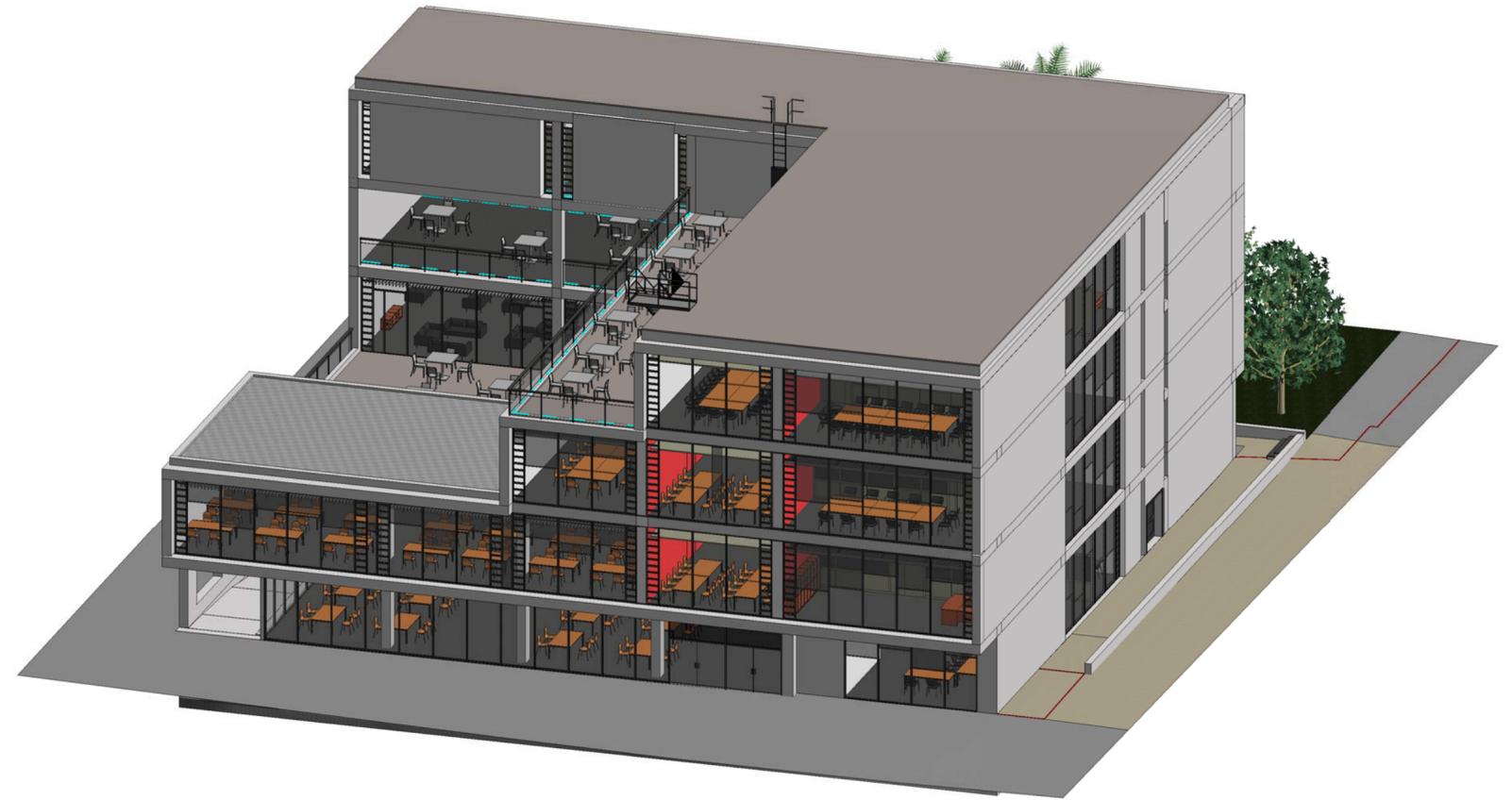
Proyecto: Timeline
Fecha: sáb 15/04/17

Tarea		Resumen		Hito inactivo		solo duración		solo el comienzo		Hito externo		Progreso manual	
División		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Informe de resumen manual		solo fin		Fecha límite			
Hito		Tarea inactiva		Tarea manual		Resumen manual		Tareas externas		Progreso			

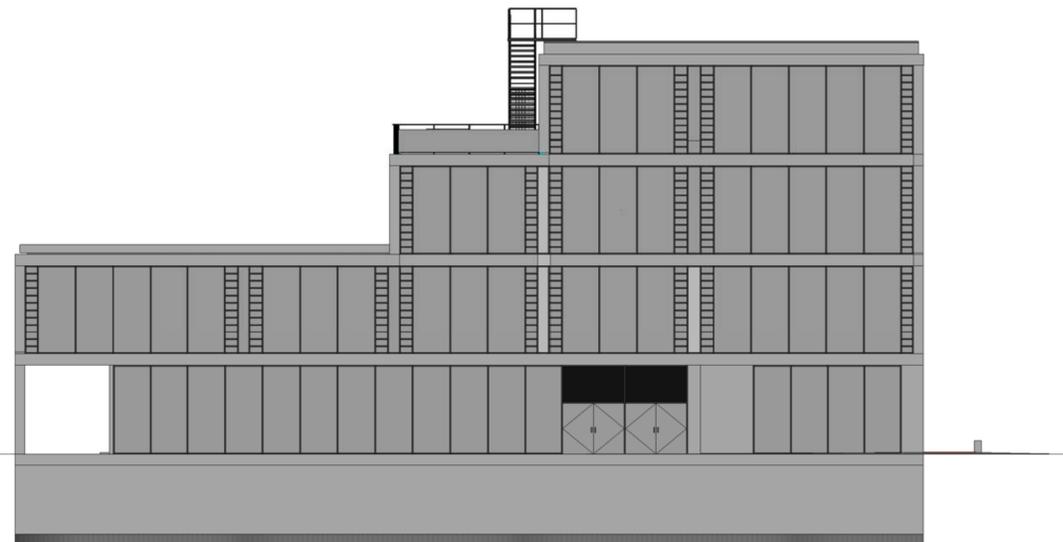
9. Planos

El listado de planos de este proyecto es el siguiente.

- 9.1. Alzado Norte + 3D Norte.
- 9.2. Alzado Este + 3D Este.
- 9.3. Alzado Sur + 3D Sur.
- 9.4. Alzado Oeste + 3D Oeste.
- 9.5. 3D + Sección Escaleras Interior.
- 9.6. Instalación de fontanería y saneamiento. Planta Sótano.
- 9.7. Instalación de fontanería y saneamiento. Planta Baja.
- 9.8. Instalación de fontanería y saneamiento. Planta Primera.
- 9.9. Instalación de fontanería y saneamiento. Planta Segunda.
- 9.10. Instalación de fontanería y saneamiento. Planta Tercera.
- 9.11. Instalación de baja tensión. Planta Sótano.
- 9.12. Instalación de baja tensión. Planta Baja.
- 9.13. Instalación de baja tensión. Planta Primera.
- 9.14. Instalación de baja tensión. Planta Segunda.
- 9.15. Instalación de baja tensión. Planta Tercera.
- 9.16. Instalación de climatización y ventilación. Planta Sótano.
- 9.17. Instalación de climatización y ventilación. Planta Baja.
- 9.18. Instalación de climatización y ventilación. Planta Primera.
- 9.19. Instalación de climatización y ventilación. Planta Segunda.
- 9.20. Instalación de climatización y ventilación. Planta Tercera.
- 9.21. Instalación de protección contra incendios. Planta Sótano.
- 9.22. Instalación de protección contra incendios. Planta Baja.
- 9.23. Instalación de protección contra incendios. Planta Primera.
- 9.24. Instalación de protección contra incendios. Planta Segunda.
- 9.25. Instalación de protección contra incendios. Planta Tercera.

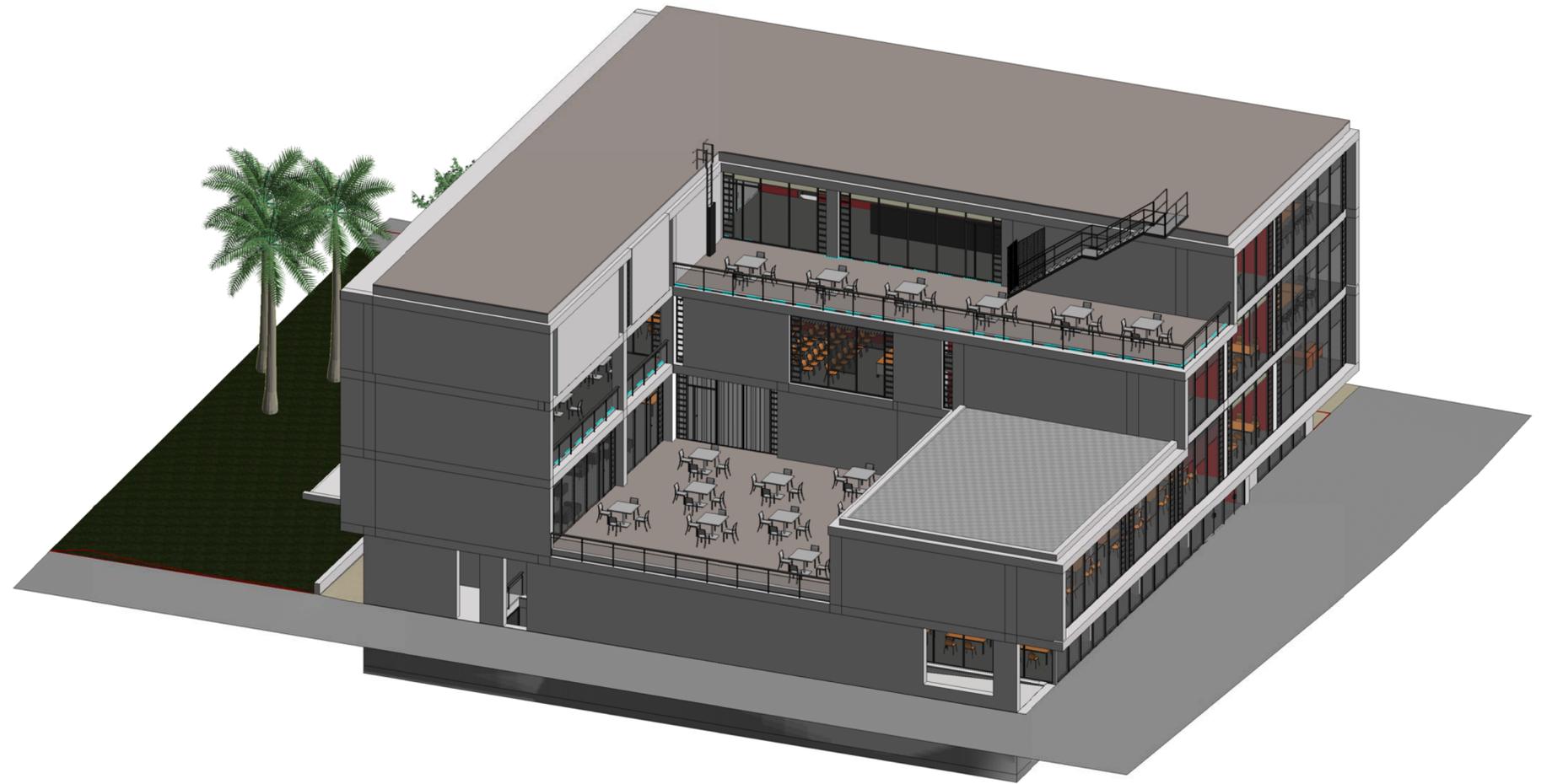


1 3D Norte
9.1

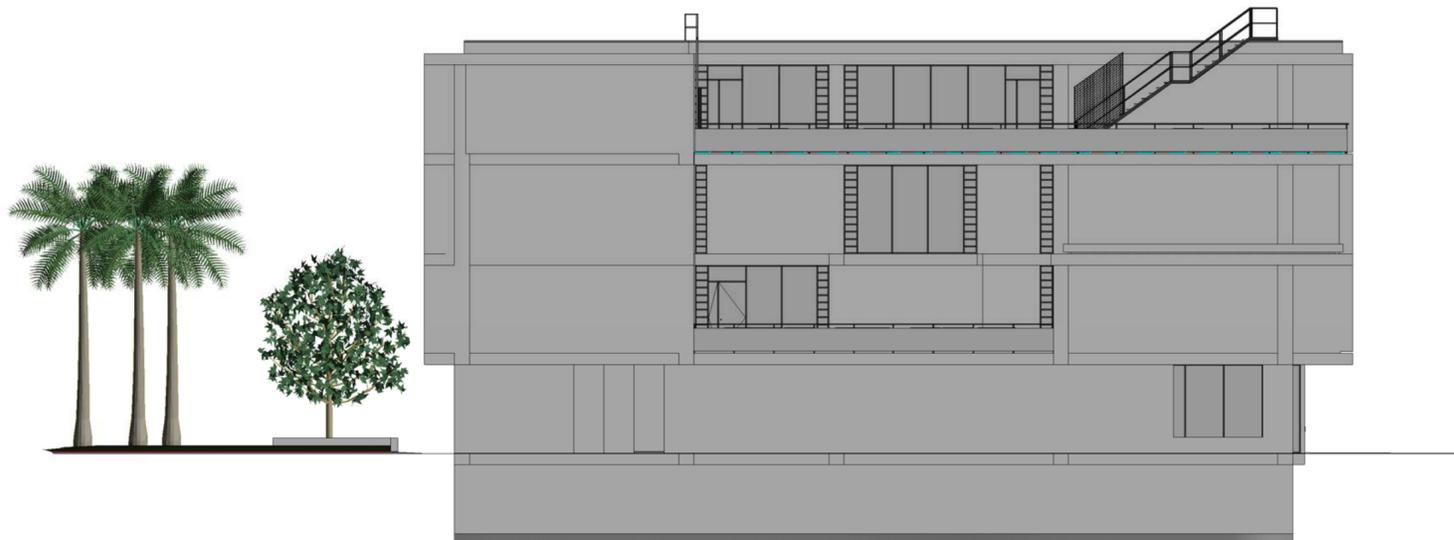


2 Alzado Norte
9.1 1 : 200

	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirijew		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small> 
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO		PLANO Nº	
1 : 200	Alzado Norte + 3D Norte		9.1	

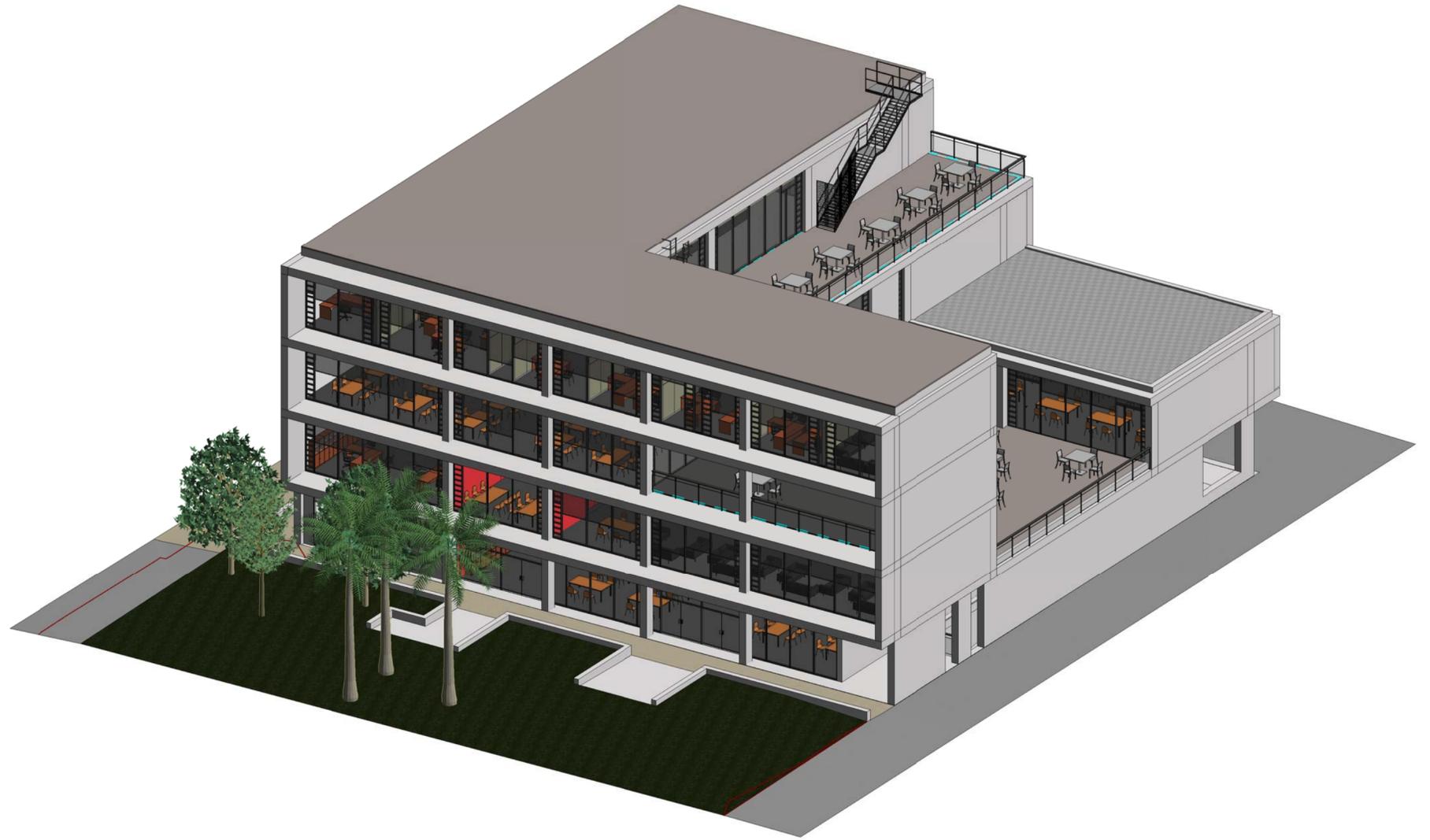


1 3D Este
9.2

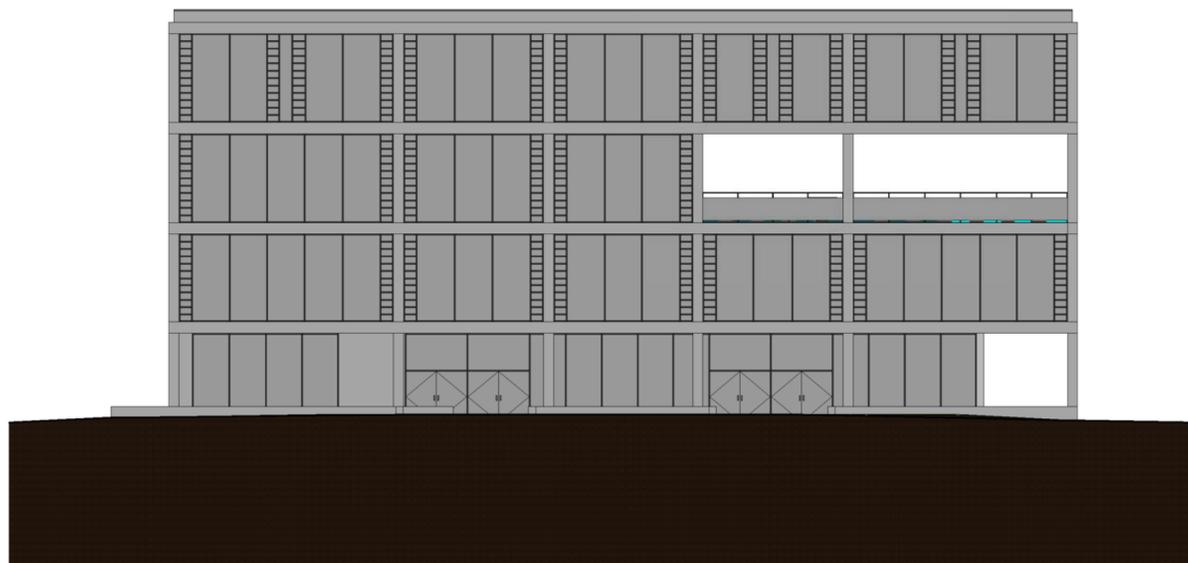


2 Alzado Este
9.2 1:200

	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirijew		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 200	Alzado Este + 3D Este			9.2



1 3D Sur
9.3

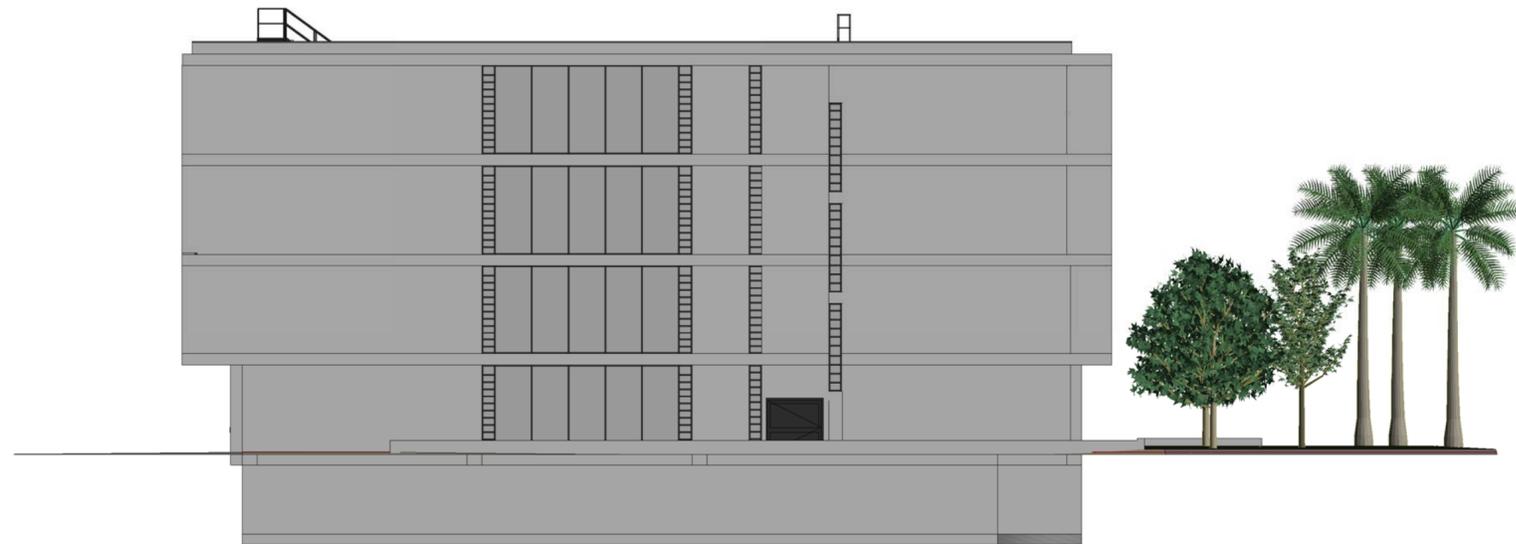


2 Alzado Sur
9.3 1 : 200

	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirijew		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 200	Alzado Sur + 3D Sur			9.3

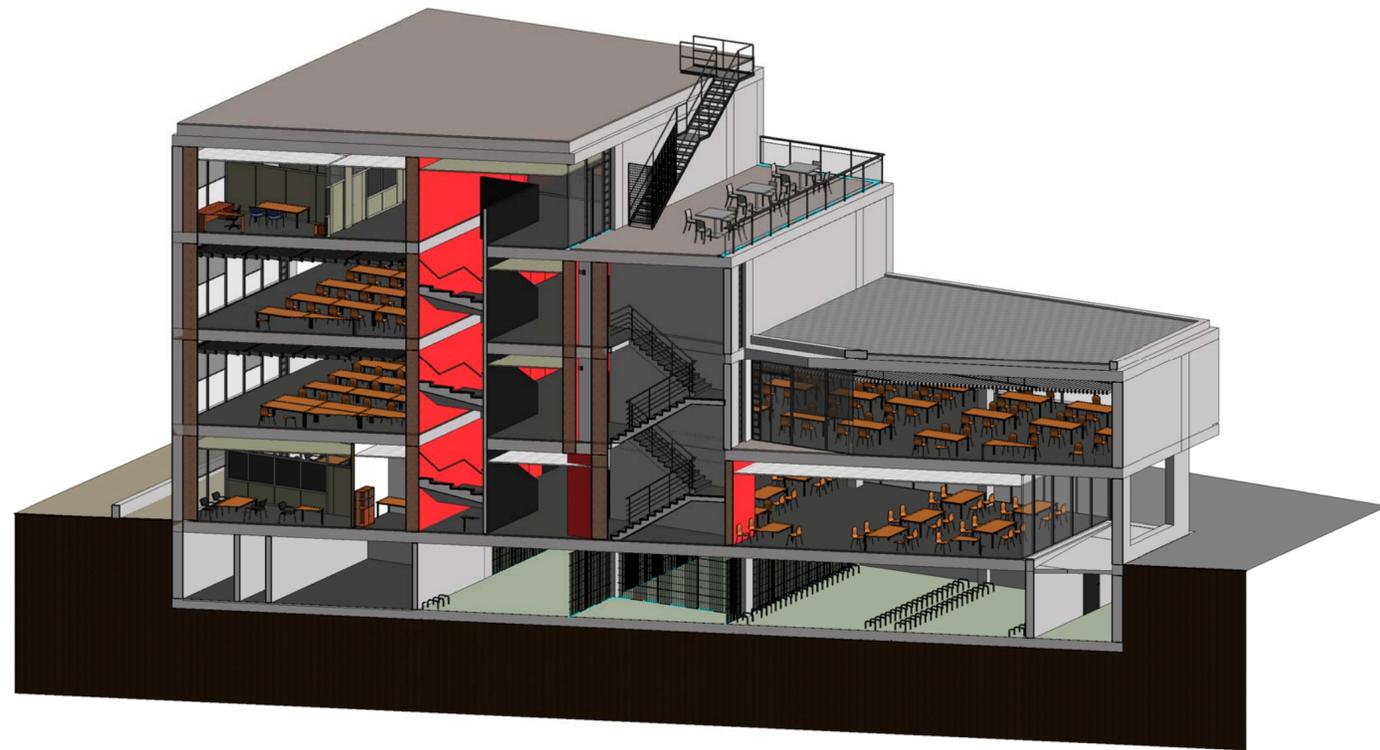


1 3D Oeste
9.4

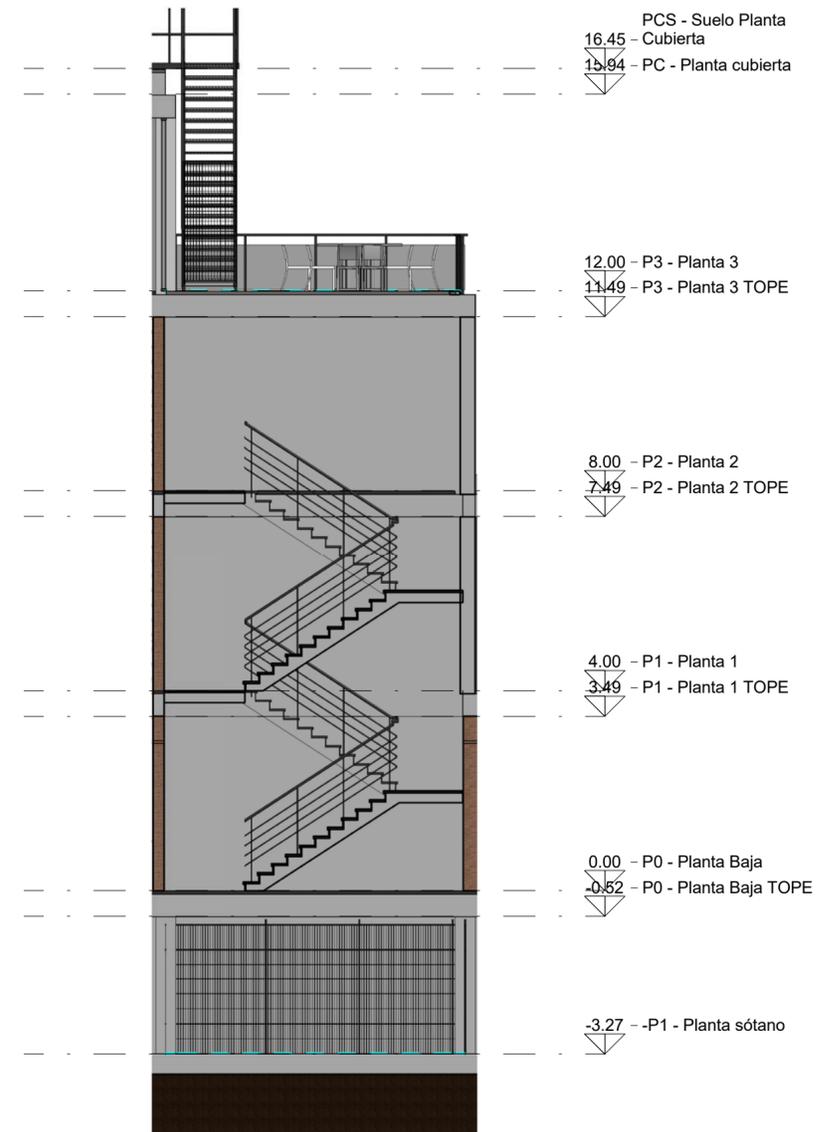


2 Alzado Oeste
9.4 1 : 200

	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirijew		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small> 
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 200	Alzado Oeste + 3D Oeste			9.4

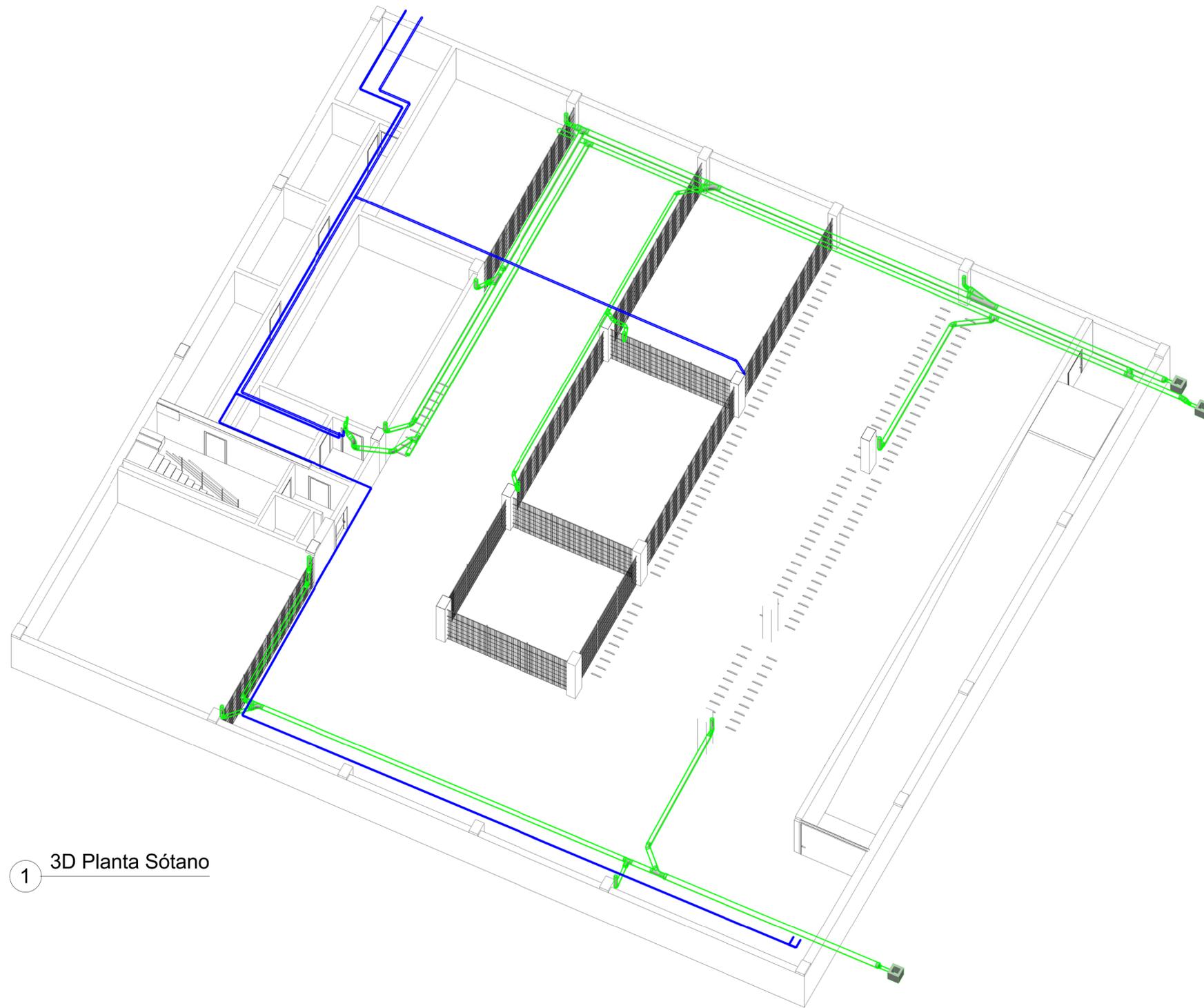


1 3D Sección Escaleras
9.5



2 Sección escaleras
9.5 1 : 100

	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirijew		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 100	3D + Sección Escaleras Interior			9.5



1 3D Planta Sótano

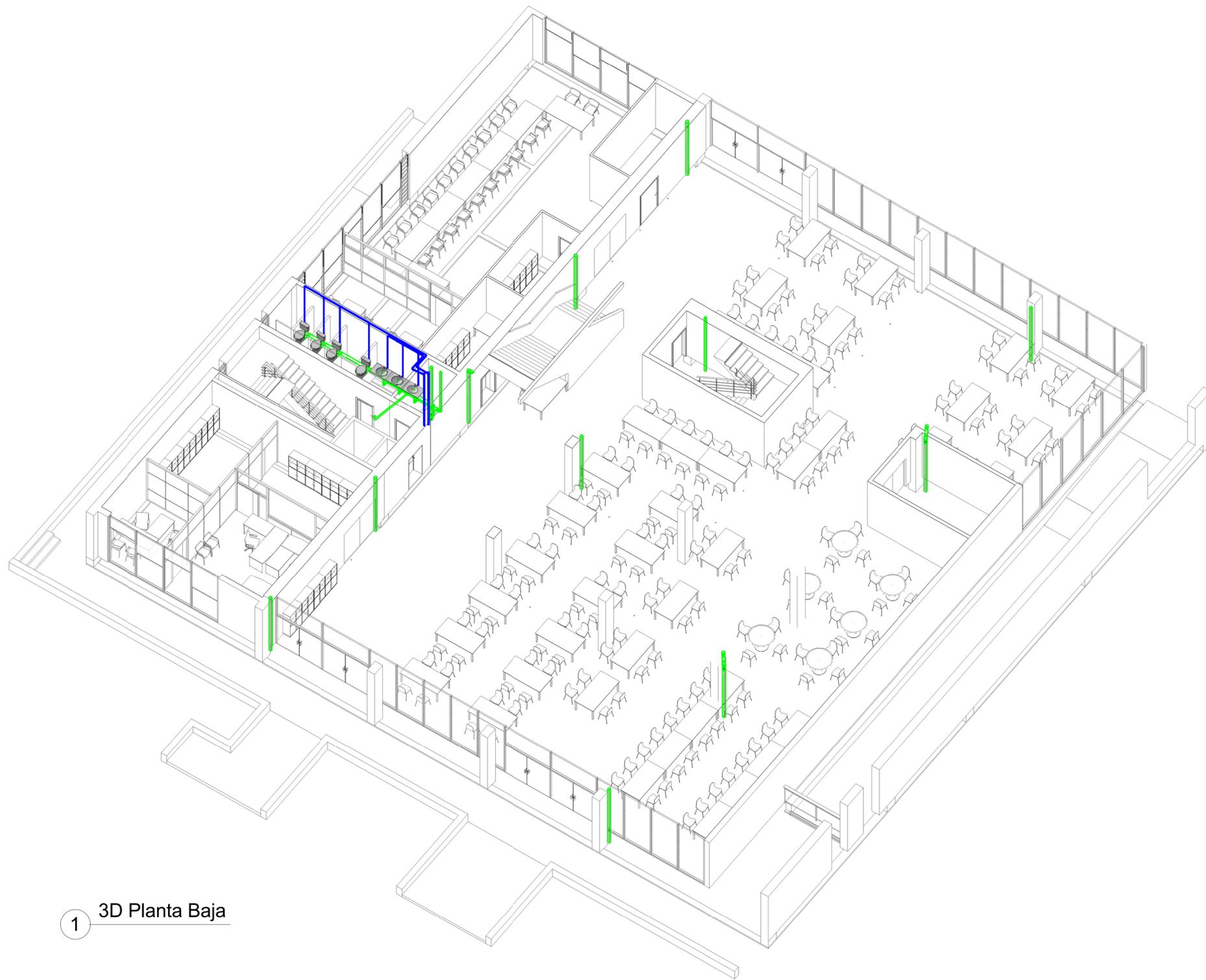


2 -P1 - Planta Sótano
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
EN VERDE SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

LEYENDA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	
ARQUETA DE SANEAMIENTO	SUMIDERO CON BOCA REDONDA
CISTERNA	SUMIDERO CON BOCA CUADRADA
LAVABO EMPOTRADO EN MÁRMOL	TUBERÍA DE AGUA
URINARIO	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirijew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de fontanería y saneamiento - Planta sótano	PLANO Nº 9.6	



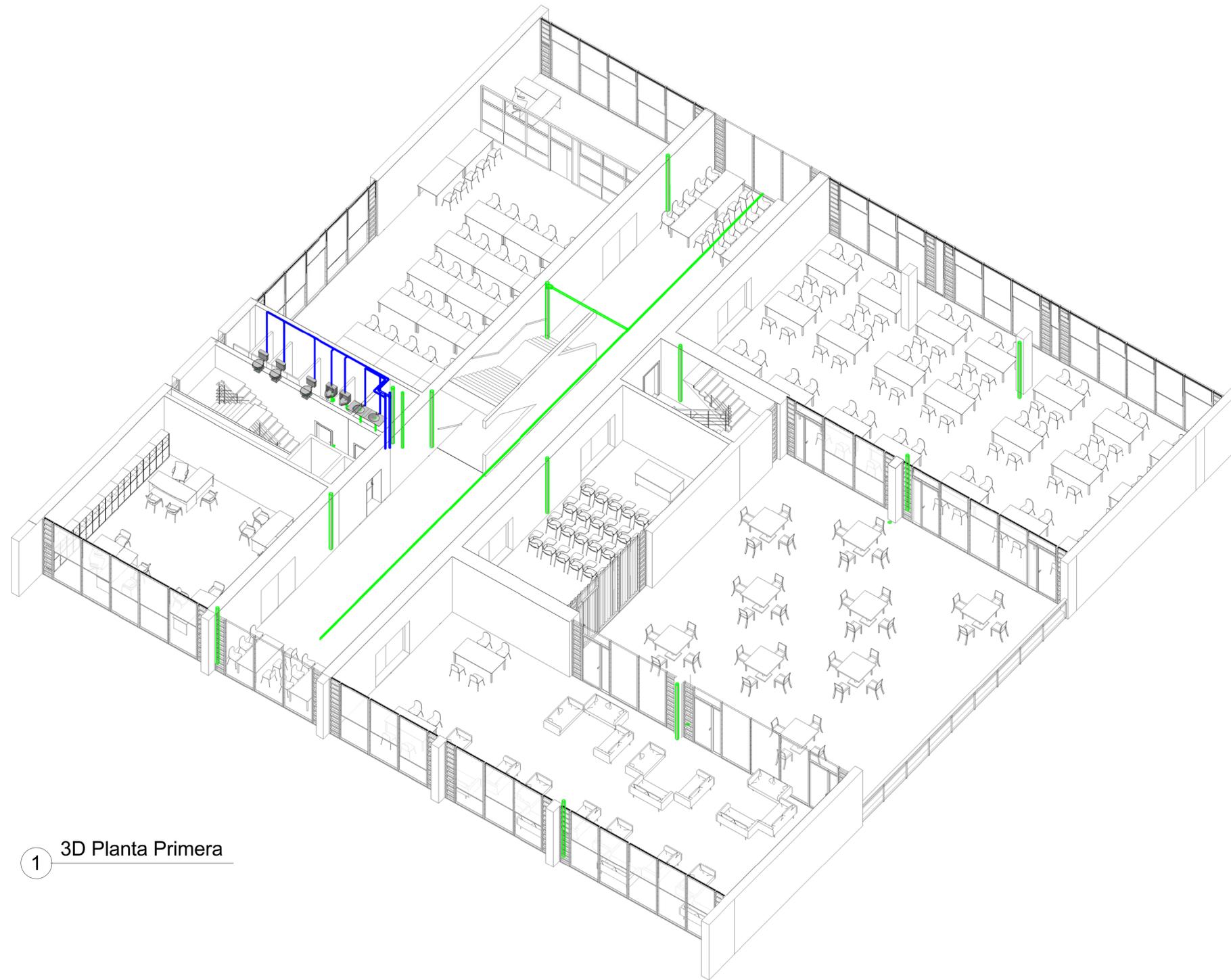
1 3D Planta Baja

2 P0 - Planta Baja
1 : 200

LEYENDA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO			
	ARQUETA DE SANEAMIENTO		SUMIDERO CON BOCA REDONDA
	CISTERNA		SUMIDERO CON BOCA CUADRADA
	LAVABO EMPOTRADO EN MÁRMOL		TUBERÍA DE AGUA
	URINARIO		

EN AZUL SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
EN VERDE SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO				
Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 200	Instalación de fontanería y saneamiento - Planta baja			9.7



1 3D Planta Primera



2 P1 - Planta Primera
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
EN VERDE SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

LEYENDA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	
ARQUETA DE SANEAMIENTO	SUMIDERO CON BOCA REDONDA
CISTERNA	SUMIDERO CON BOCA CUADRADA
LAVABO EMPOTRADO EN MÁRMOL	TUBERÍA DE AGUA
URINARIO	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew	
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert	

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny

PROYECTO **Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)**

ESCALA	PLANO	PLANO Nº
1 : 200	Instalación de fontanería y saneamiento - Planta primera	9.8



1 3D Planta Segunda



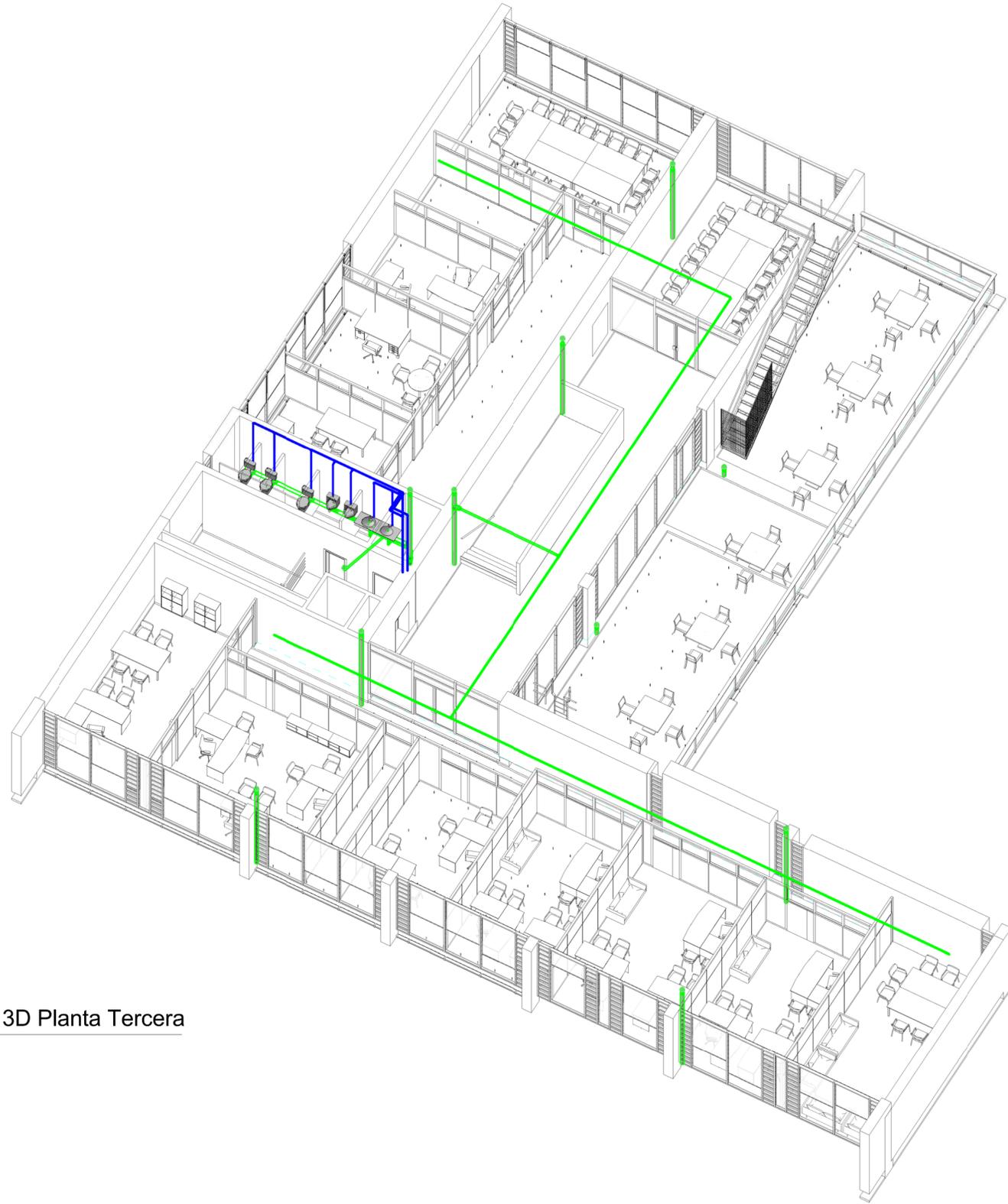
2 P2 - Planta Segunda
1 : 200

LEYENDA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

	ARQUETA DE SANEAMIENTO		SUMIDERO CON BOCA REDONDA
	CISTERNA		SUMIDERO CON BOCA CUADRADA
	LAVABO EMPOTRADO EN MÁRMOL		TUBERÍA DE AGUA
	URINARIO		

EN AZUL SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
EN VERDE SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Said Mirjiew	Pablo Ferrer Gisbert	
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO	PLANOS		PLANO Nº
1 : 200	Instalación de fontanería y saneamiento - Planta segunda	Instalación de fontanería y saneamiento - Planta segunda		9.9



1 3D Planta Tercera



2 P3 - Planta Tercera
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
EN VERDE SE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

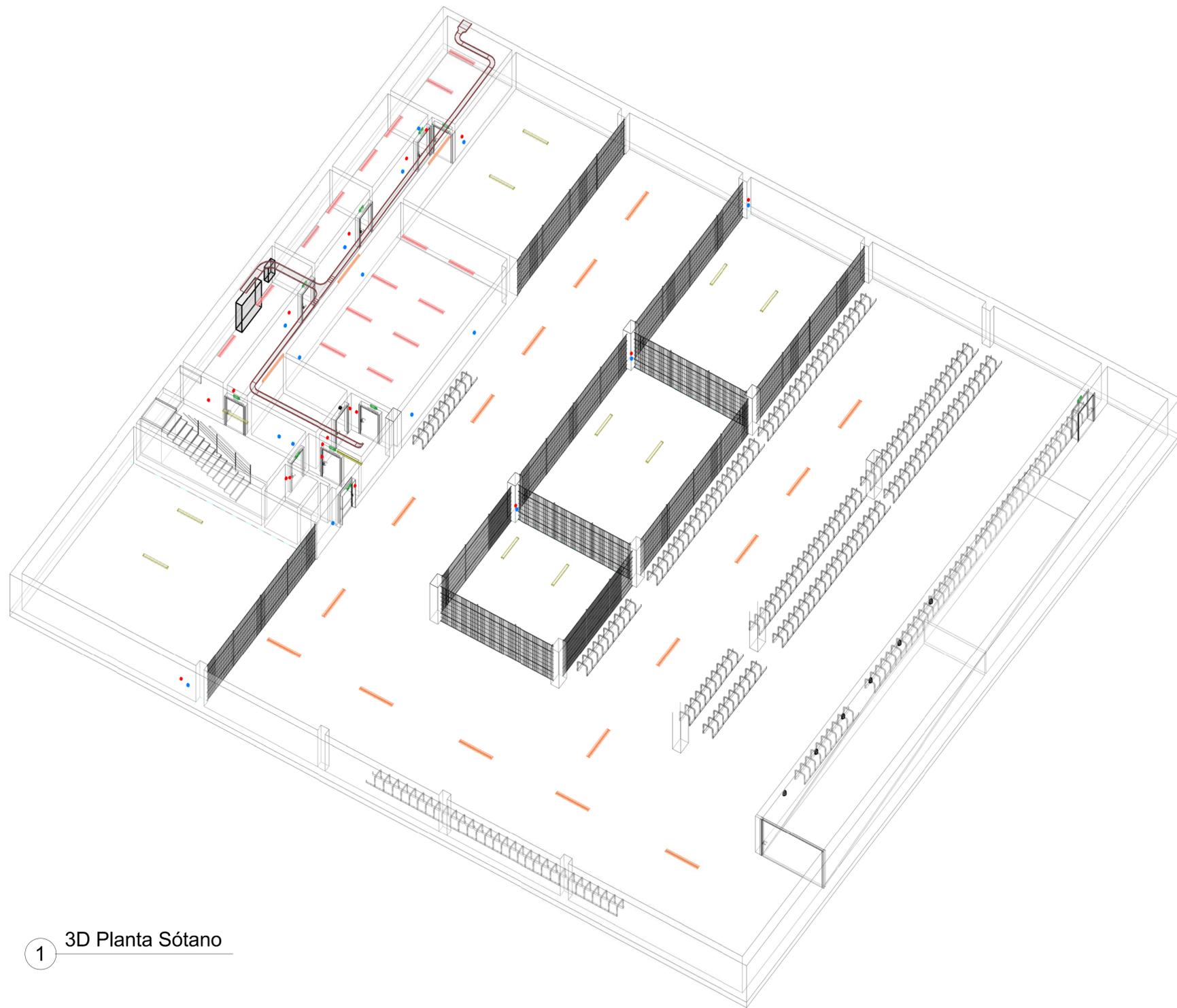
LEYENDA DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	
ARQUETA DE SANEAMIENTO	SUMIDERO CON BOCA REDONDA
CISTERNA	SUMIDERO CON BOCA CUADRADA
LAVABO EMPOTRADO EN MÁRMOL	TUBERÍA DE AGUA
URINARIO	

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO
	JUN 2017	Said Mirijew	
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert	

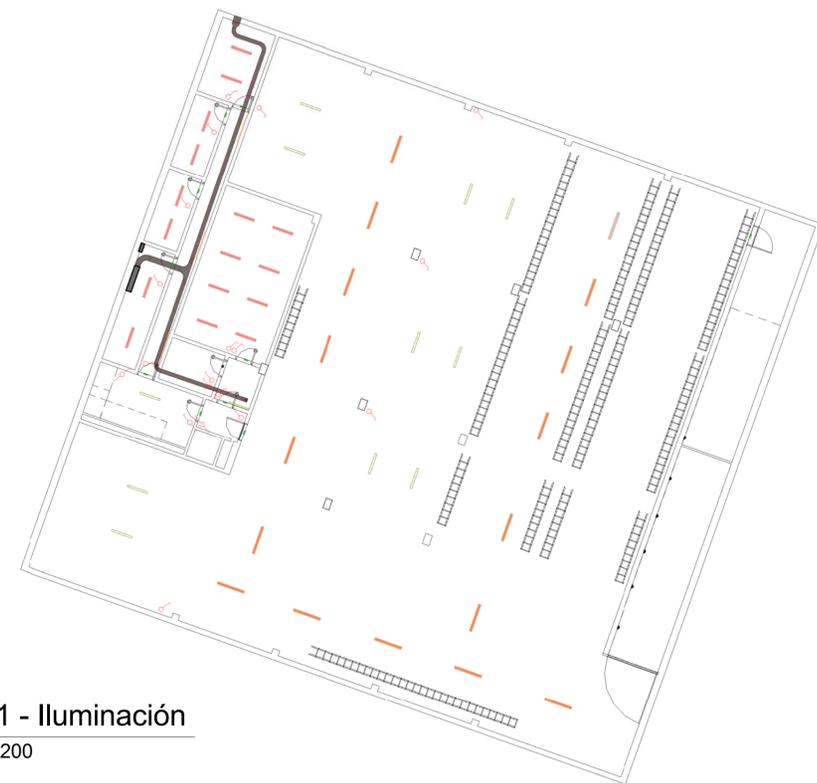
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny

PROYECTO: Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)

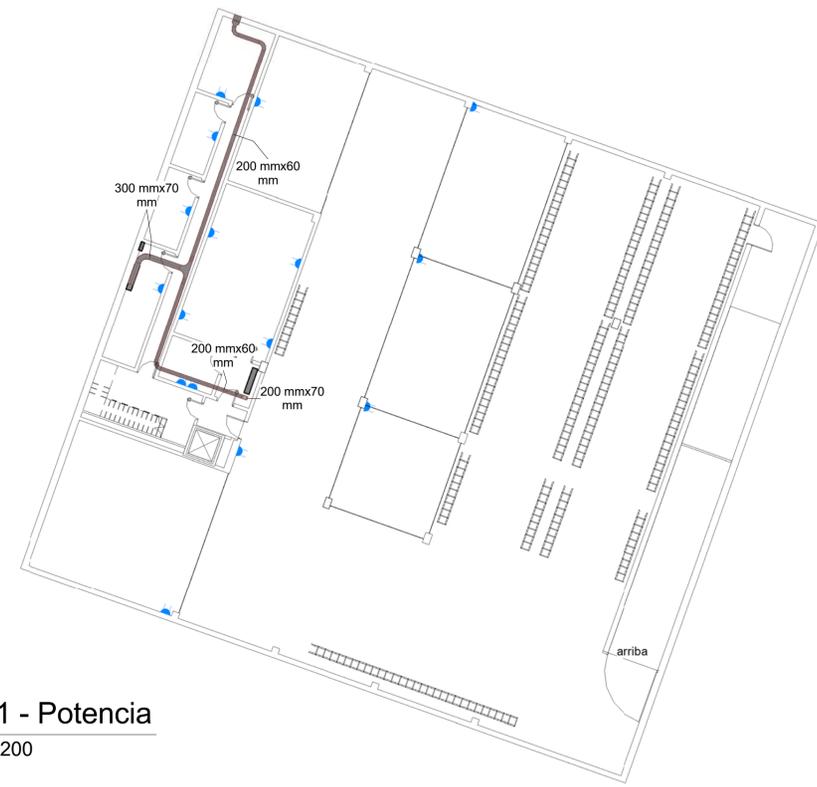
ESCALA	PLANO	PLANO Nº
1 : 200	Instalación de fontanería y saneamiento - Planta tercera	9.10



1 3D Planta Sótano



2 -P1 - Iluminación
1 : 200



3 -P1 - Potencia
1 : 200

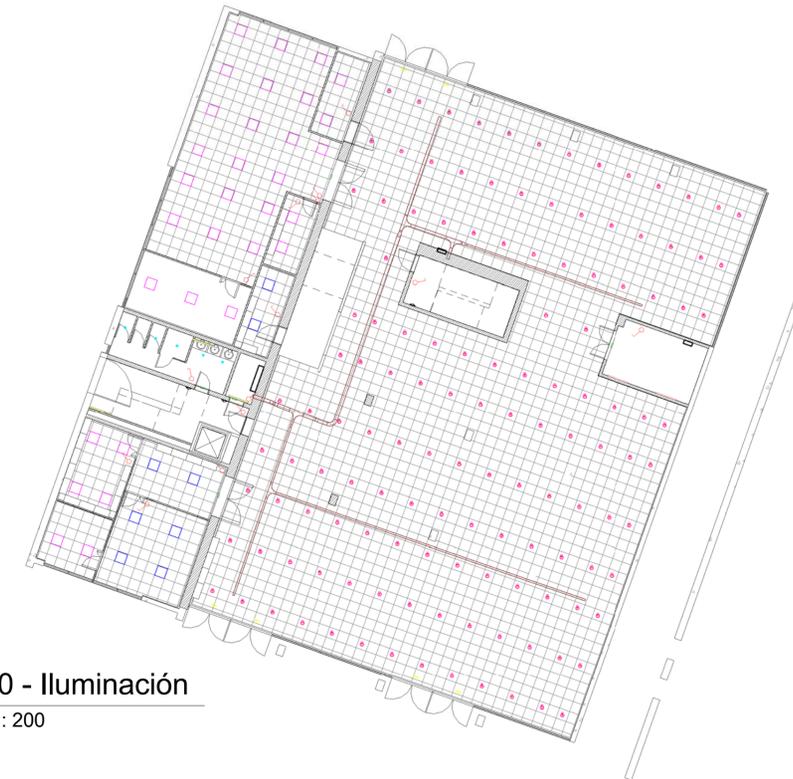
LEYENDA DE BAJA TENSIÓN

CUADRO ELÉCTRICO	LUMINARIA 2x36W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS EXTERIORES	MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ESTANCIAS COMUNES	LUMINARIA 1x18W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS DE ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS	CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ASEOS	LUMINARIA 3x14W ADOSADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO	BANDEJA PORTACABLES
LUMINARIA 1x58W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 4x14W EMPOTRADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO	

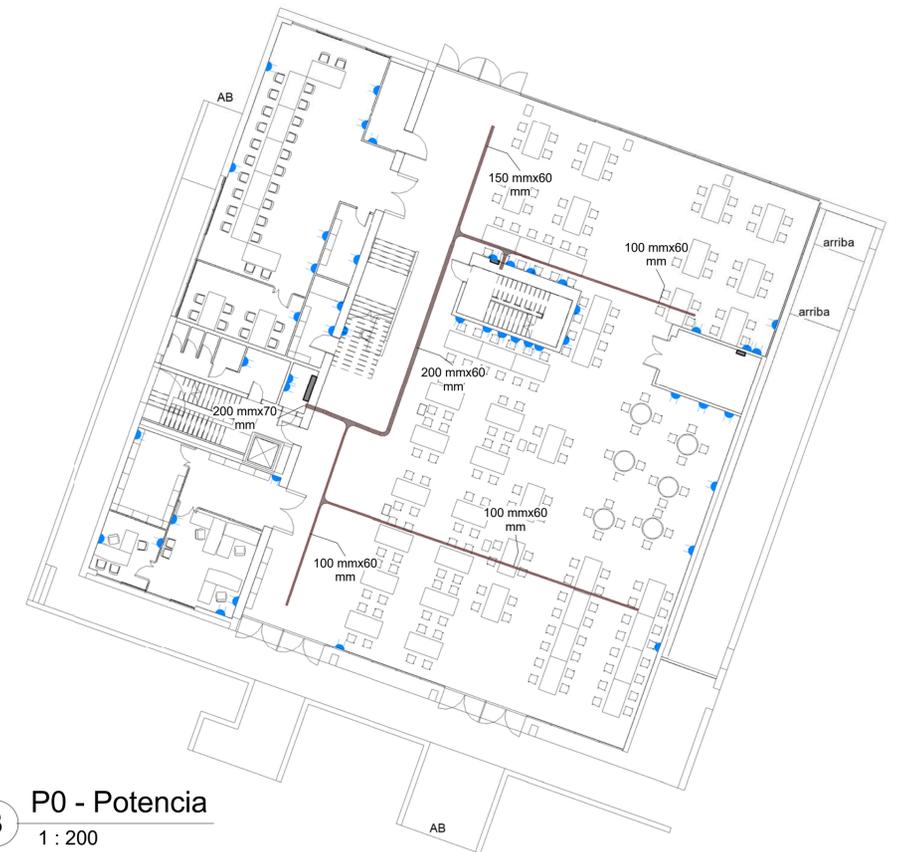
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Said Mirjiew	Pablo Ferrer Gisbert	
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				PLANO Nº 9.11
ESCALA	PLANO	Instalación de Baja Tensión - Planta Sótano		
1 : 200				



1 3D Planta Baja



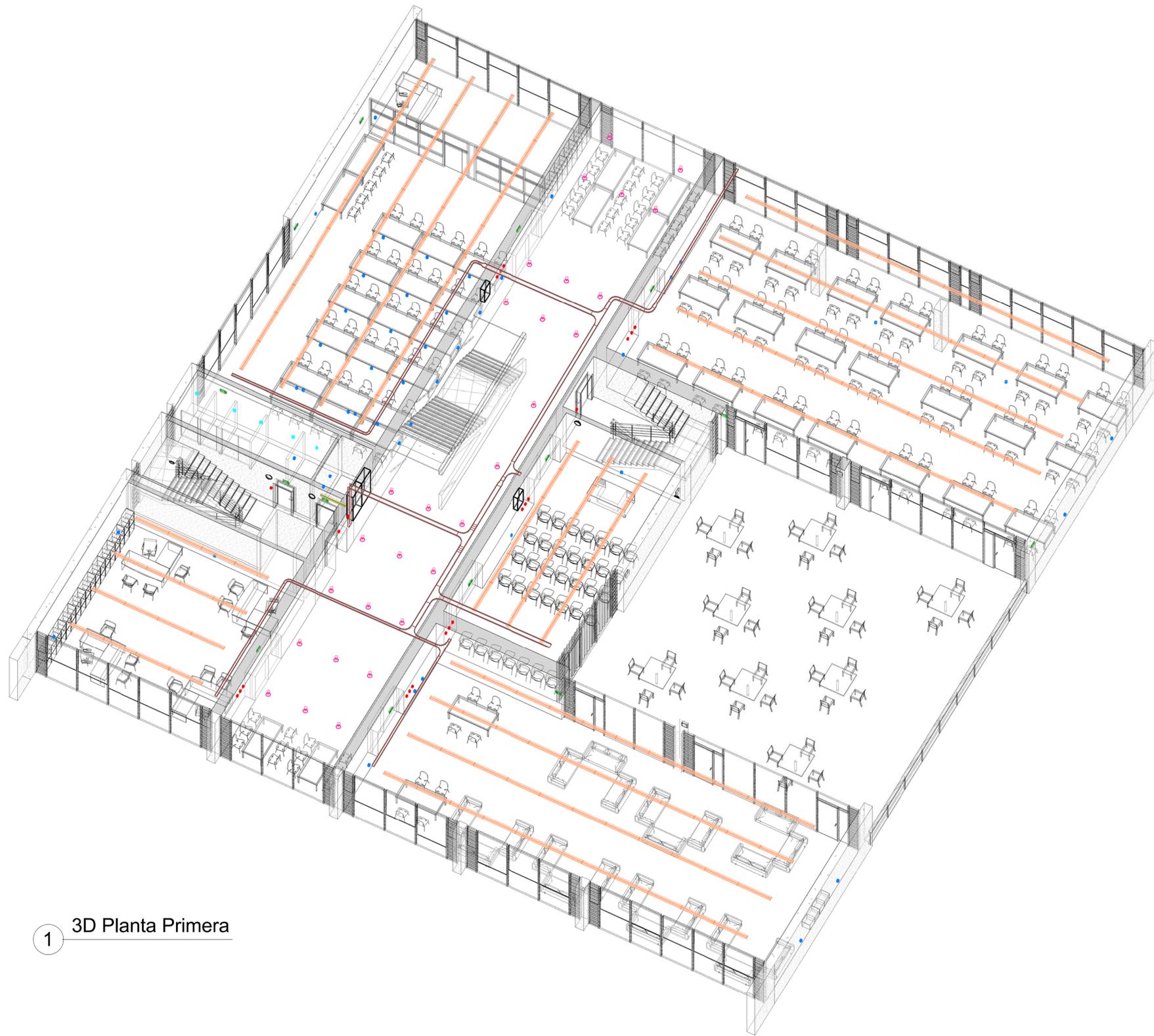
2 P0 - Iluminación
1 : 200



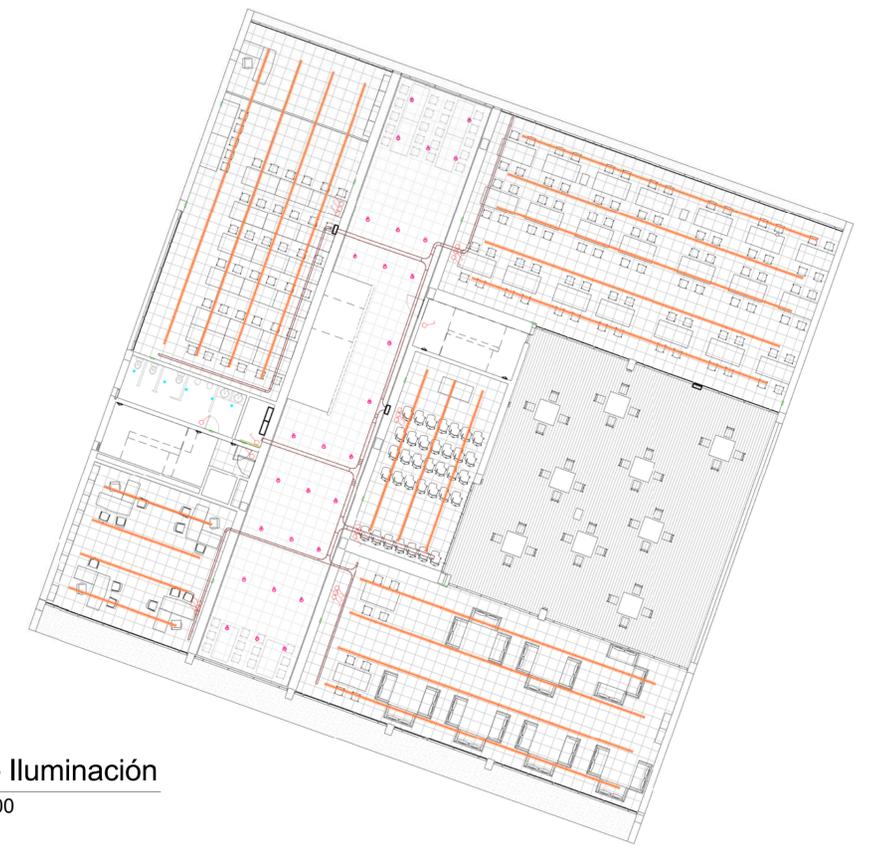
3 P0 - Potencia
1 : 200

LEYENDA DE BAJA TENSIÓN			
CUADRO ELÉCTRICO	LUMINARIA 2x36W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS EXTERIORES	MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ESTANCIAS COMUNES	LUMINARIA 1x18W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS DE ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS	CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ASEOS	LUMINARIA 3x14W ADOSADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO	BANDEJA PORTACABLES
LUMINARIA 1x58W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 4x14W EMPOTRADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO	

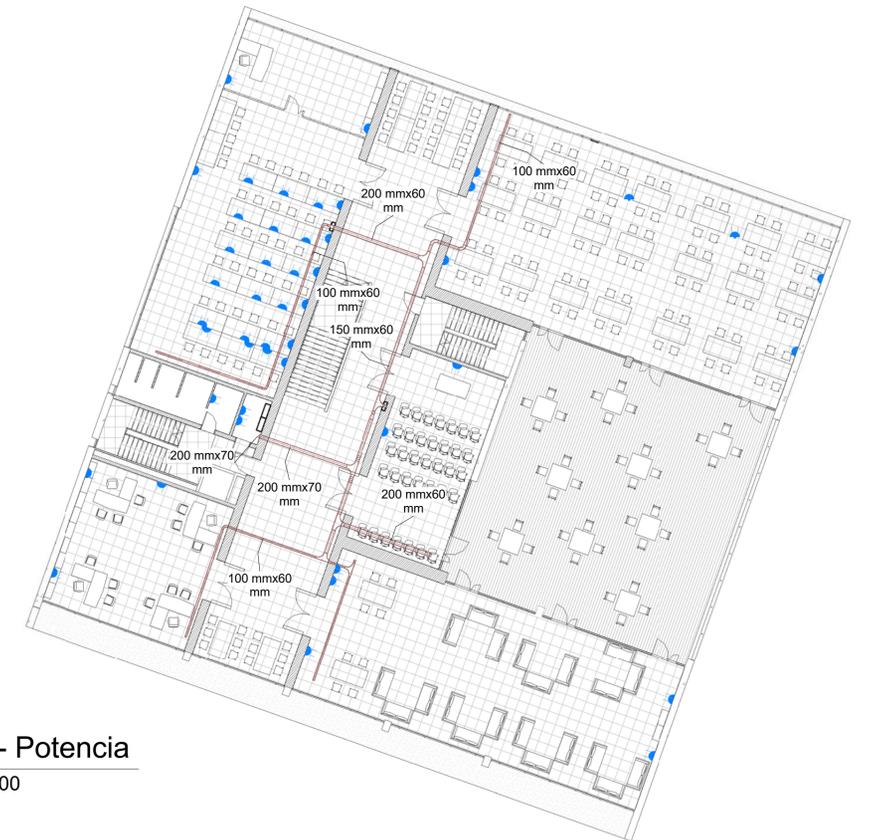
FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de Baja Tensión - Planta Baja	PLANO Nº 9.12	



1 3D Planta Primera



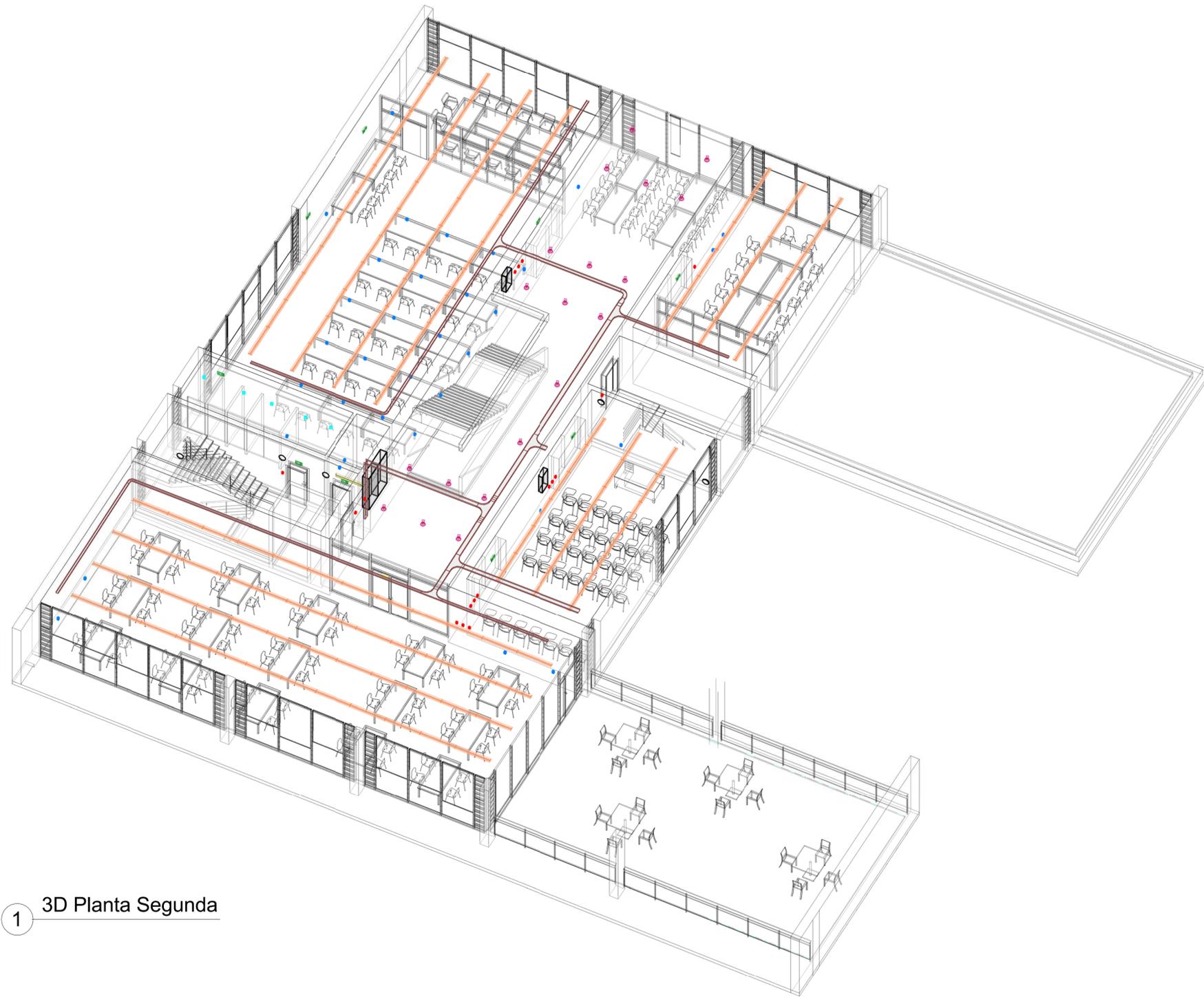
2 P1 - Iluminación
1 : 200



3 P1 - Potencia
1 : 200

LEYENDA DE BAJA TENSIÓN			
	CUADRO ELÉCTRICO		LUMINARIA 2x36W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED
	DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ESTANCIAS COMUNES		LUMINARIA 1x18W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED
	DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ASEOS		LUMINARIA 3x14W ADOSADA EN FALSO TECHO
	LUMINARIA 1x65W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED		LUMINARIA 4x14W EMPOTRADA EN FALSO TECHO
	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS EXTERIORES		LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS DE ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS
	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS		CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE
	CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE		BANDEJA PORTACABLES

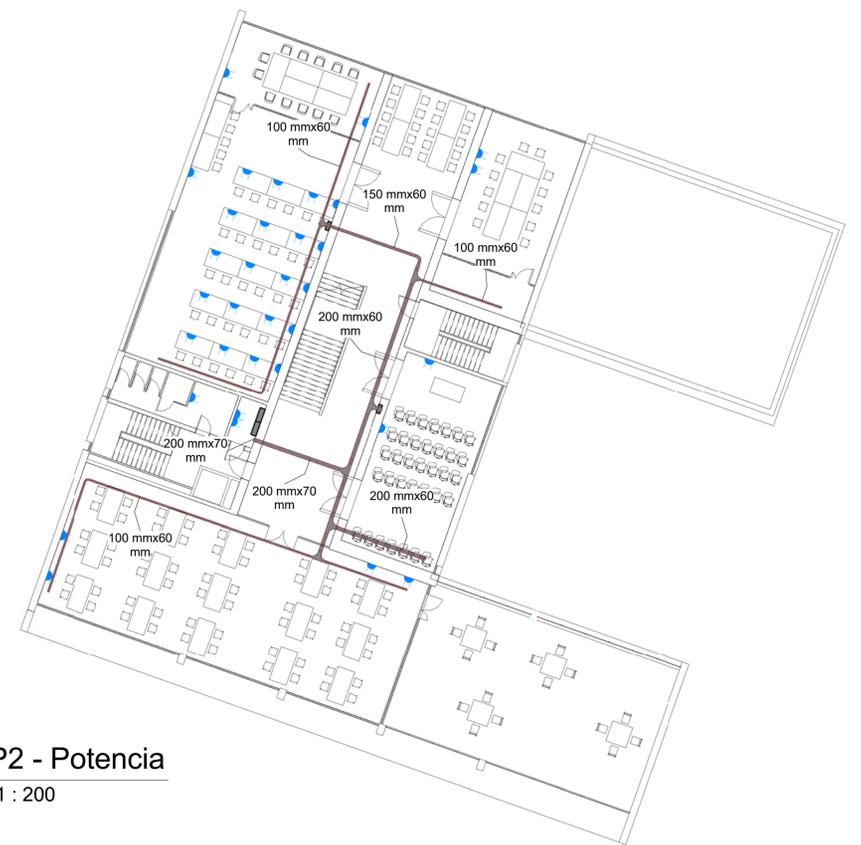
FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de Baja Tensión - Planta Primera	PLANO Nº 9.13	



1 3D Planta Segunda



2 P2 - Iluminación
1 : 200

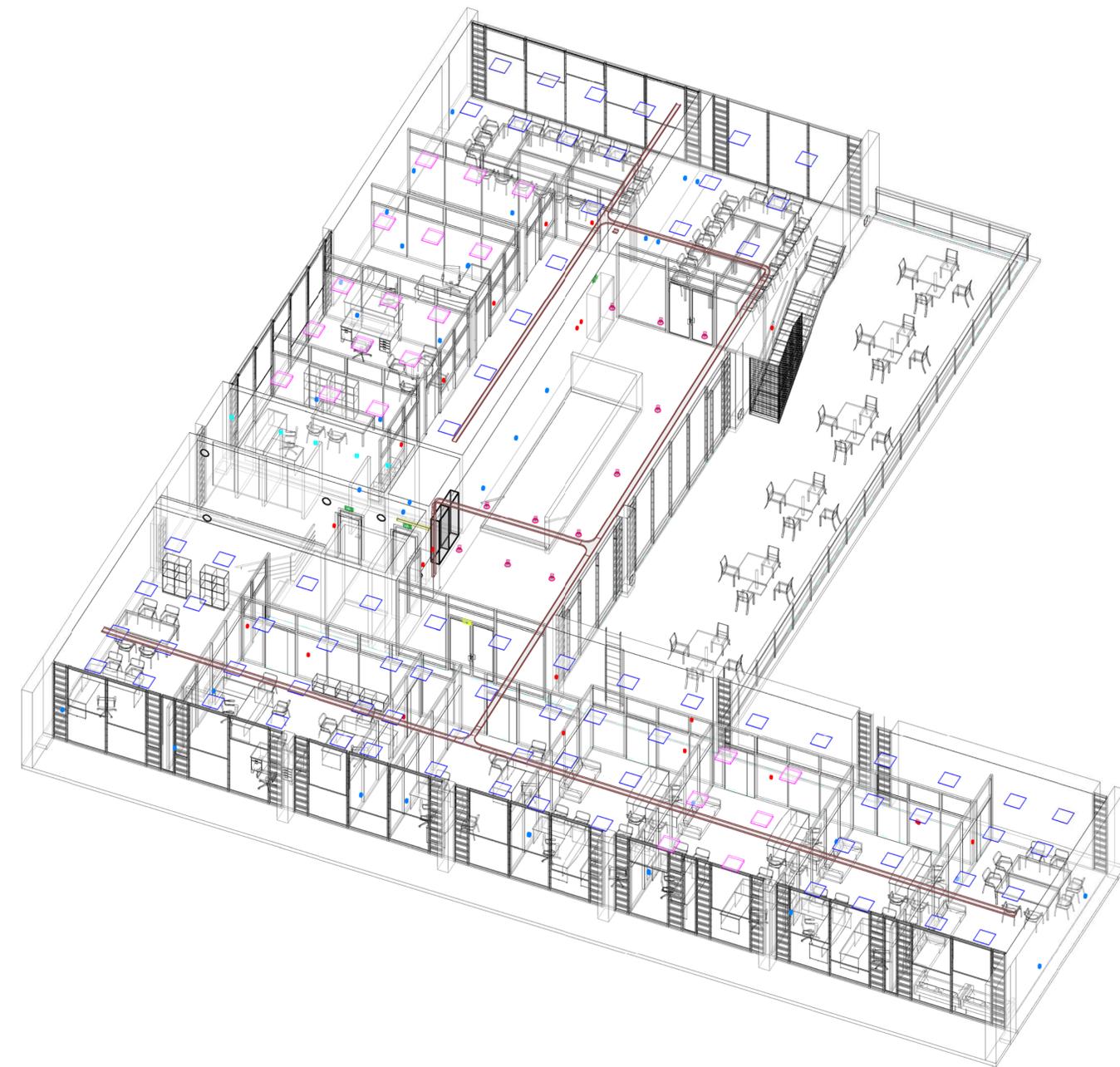


3 P2 - Potencia
1 : 200

LEYENDA DE BAJA TENSIÓN

CUADRO ELÉCTRICO	LUMINARIA 2x36W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS EXTERIORES	MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS
DOWNLIGHT 2x28W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ESTANCIAS COMUNES	LUMINARIA 1x18W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS DE ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS	CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE
DOWNLIGHT 2x28W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ASEOS	LUMINARIA 3x14W ADOSADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO	BANDEJA PORTACABLES
LUMINARIA 1x58W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 4x14W EMPOTRADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
04/20/17	Said Mirjiew		
COMPROBADO	04/20/17	Pablo Ferrer Gisbert	
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA	PLANO	PLANO Nº	
1 : 200	Instalación de Baja Tensión - Planta Segunda	9.14	



1 3D Planta Tercera



2 P3 - Iluminación
1 : 200

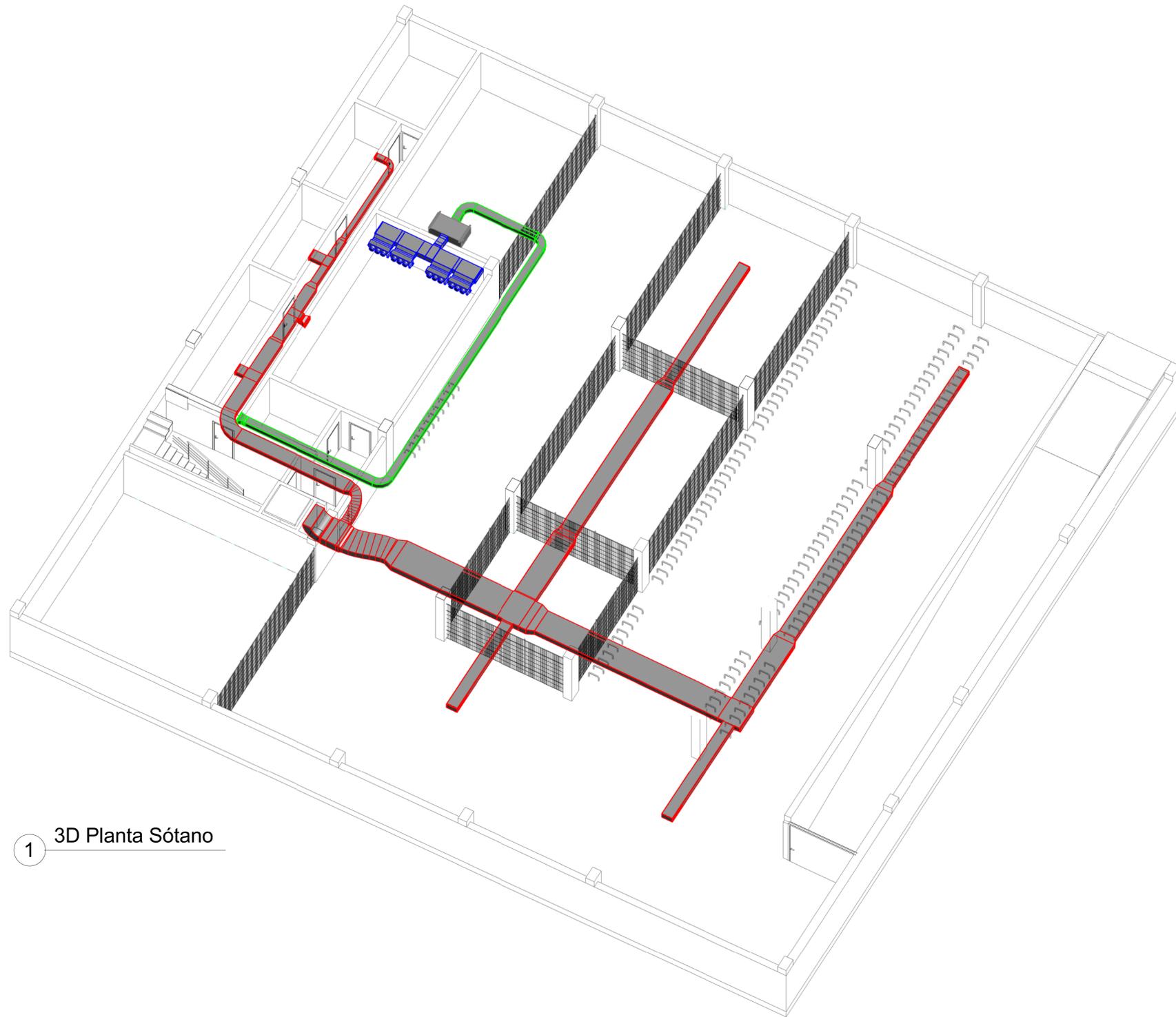


3 P3 - Potencia
1 : 200

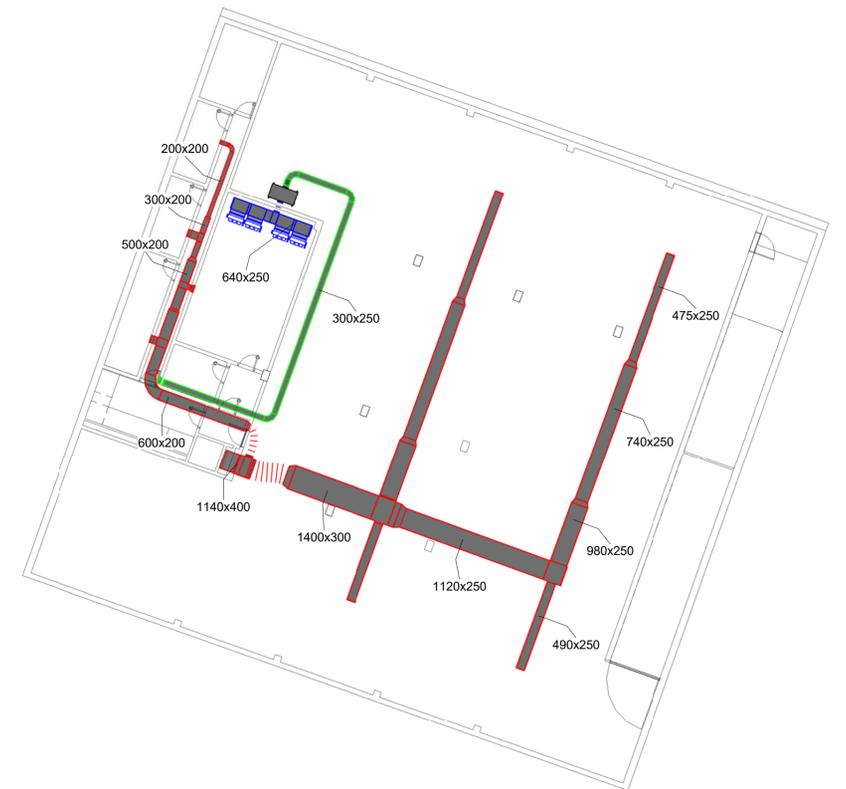
LEYENDA DE BAJA TENSIÓN

CUADRO ELÉCTRICO	LUMINARIA 2x36W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS EXTERIORES	MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ESTANCIAS COMUNES	LUMINARIA 1x18W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 2x18W ADOSADA EN MUROS DE ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS	CAJA EMPOTRADA EN MURO CON TOMAS DE CORRIENTE
DOWNLIGHT 2x26W EMPOTRADO EN FALSO TECHO ASEOS	LUMINARIA 3x14W ADOSADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO	BANDEJA PORTACABLES
LUMINARIA 1x58W ADOSADA EN FALSO TECHO/PARED	LUMINARIA 4x14W EMPOTRADA EN FALSO TECHO	LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de Baja Tensión - Planta Tercera	PLANO Nº 9.15	



1 3D Planta Sótano



2 -P1 - Planta Sótano
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN
 EN ROJO SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN
 EN VERDE SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE APORTE DE AIRE

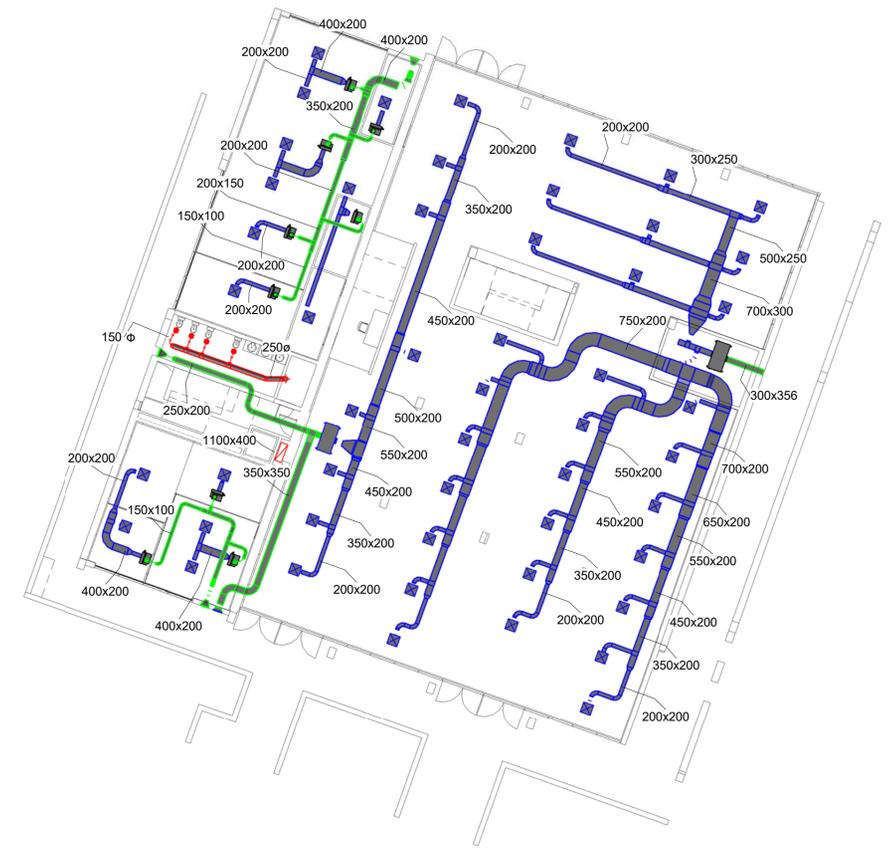
NOTA: El circuito de tuberías no se ha modelado por no disponer del trazado

LEYENDA DE CLIMATIZACIÓN			
ENFRIADORA DE 6 COMPRESORES	EXTRACTOR PARA APARCAMIENTO Y ASEOS	CONDUCTO RECTANGULAR	REJILLA EMPOTRADA EN MURO
UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN	VENTILADOR DE APORTE DE AIRE	CONDUCTO RECTANGULAR FLEXIBLE	REJILLA EMPOTRADA EN CONDUCTO
FANCOIL VHS	DIFUSOR RADIAL ROTACIONAL	CONDUCTO CIRCULAR	
MULTIBRERA WGA-V-R	BOCA DE EXTRACCIÓN CON ANTIRETORNO	CONDUCTO CIRCULAR FLEXIBLE	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirijew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO: Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de climatización y ventilación. Planta sótano	PLANO Nº 9.16	



1 3D Planta Baja



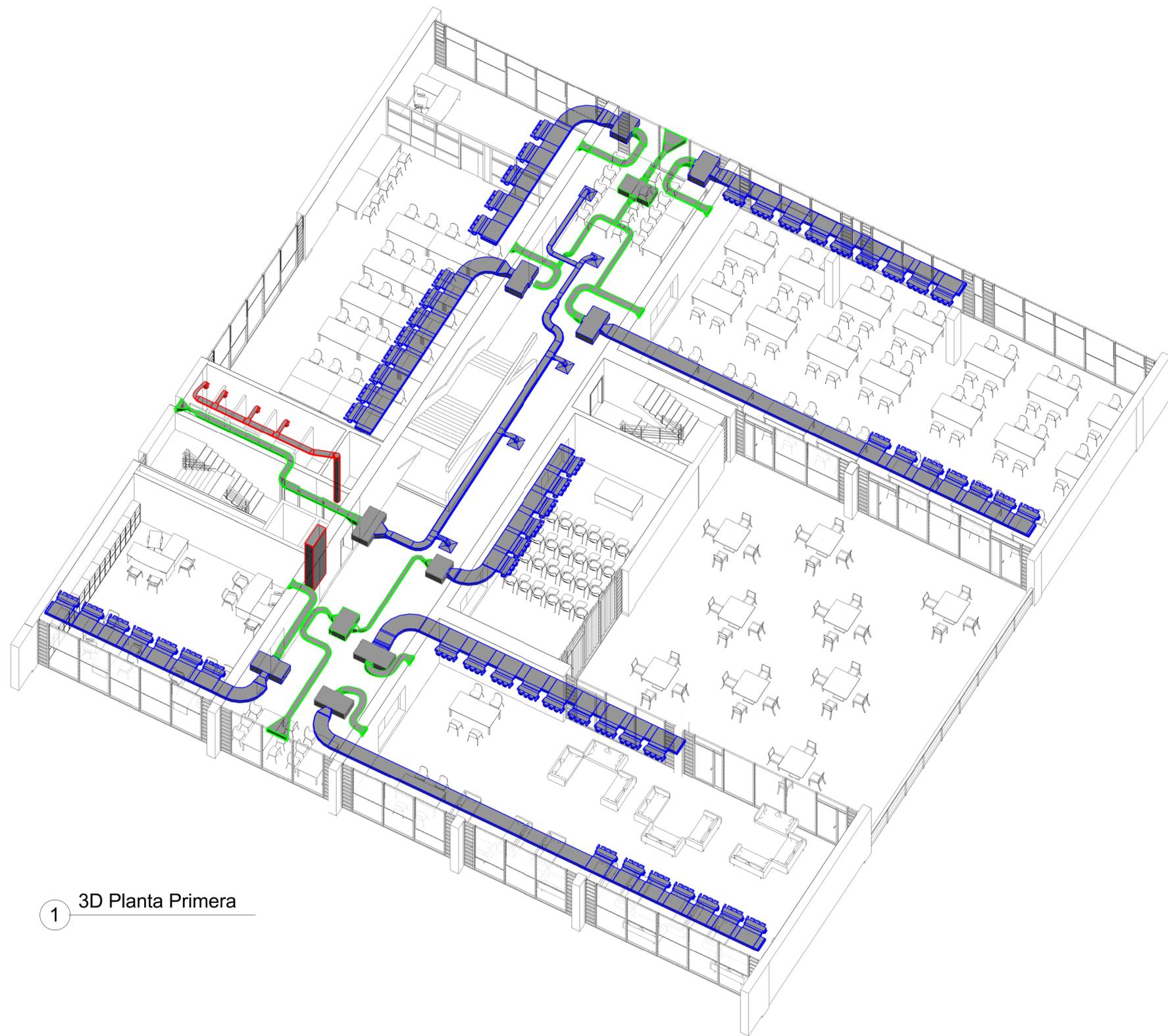
2 P0 - Planta Baja
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN
 EN ROJO SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN
 EN VERDE SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE APORTE DE AIRE

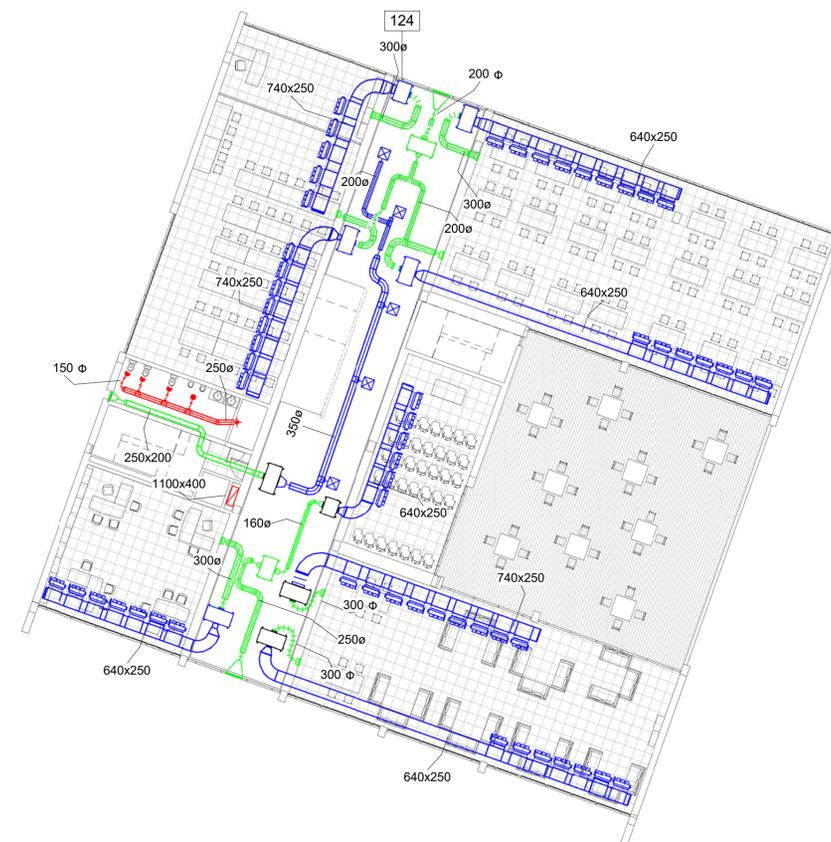
NOTA: El circuito de tuberías no se ha modelado por no disponer del trazado

LEYENDA DE CLIMATIZACIÓN			
ENFRIADORA DE 6 COMPRESORES	EXTRACTOR PARA APARCAMIENTO Y ASEOS	CONDUCTO RECTANGULAR	REJILLA EMPOTRADA EN MURO
UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN	VENTILADOR DE APORTE DE AIRE	CONDUCTO RECTANGULAR FLEXIBLE	REJILLA EMPOTRADA EN CONDUCTO
FANCOIL VHS	DIFUSOR RADIAL ROTACIONAL	CONDUCTO CIRCULAR	
MULTIBRERA WGA-V-R	BOCA DE EXTRACCIÓN CON ANTIRETORNO	CONDUCTO CIRCULAR FLEXIBLE	

PROYECTO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO	JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO	JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO			PLANO Nº
1 : 200	Instalación de climatización y ventilación. Planta baja			9.17



1 3D Planta Primera



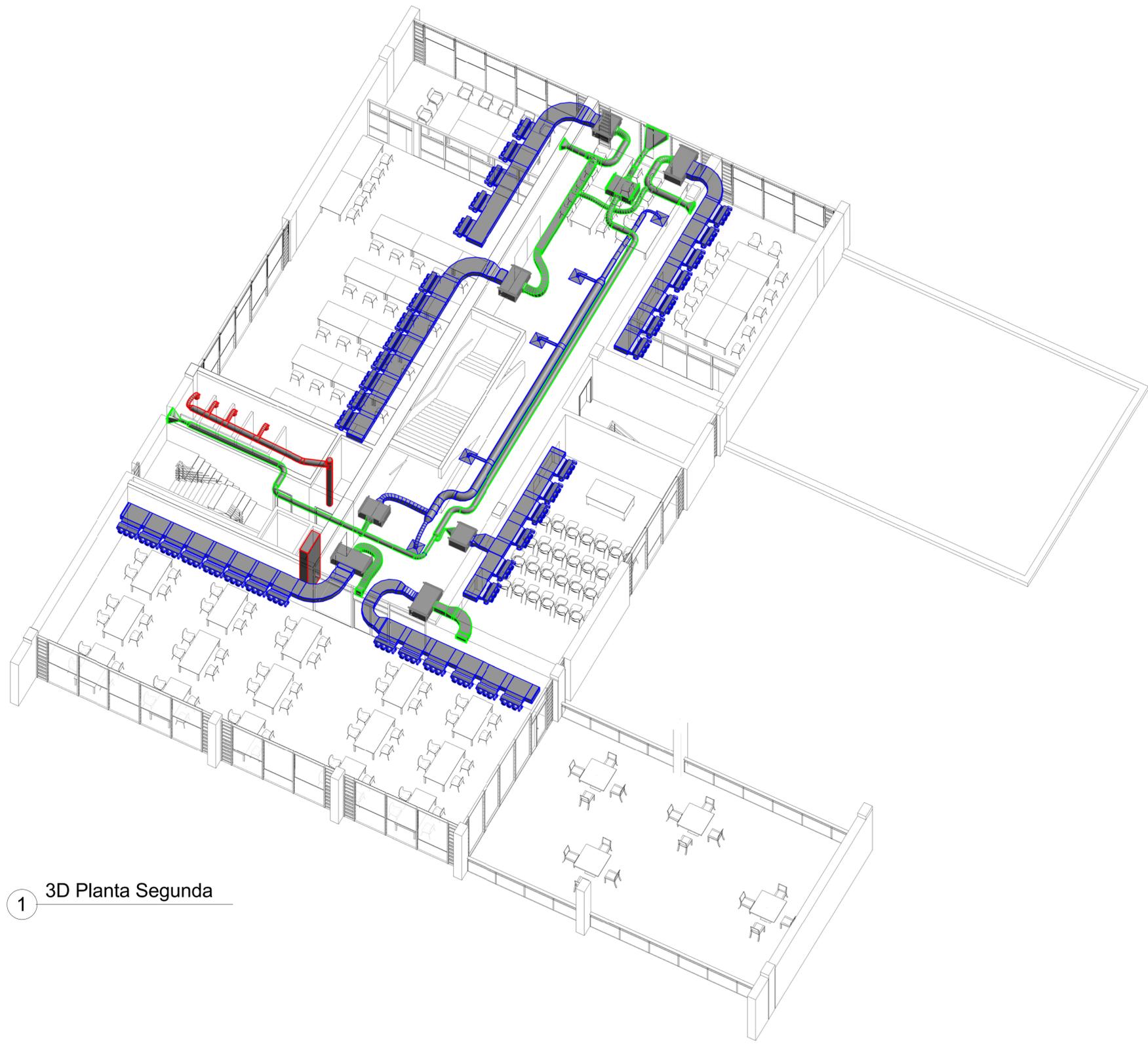
2 P1 - Planta Primera
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN
 EN ROJO SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN
 EN VERDE SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE APORTE DE AIRE

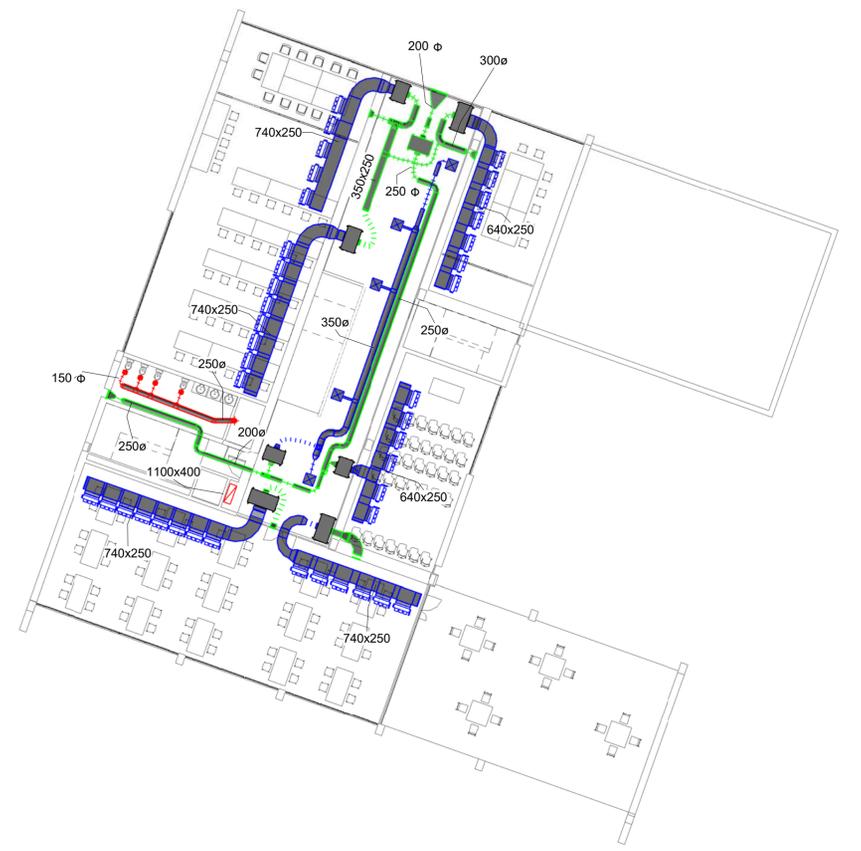
NOTA: El circuito de tuberías no se ha modelado por no disponer del trazado

LEYENDA DE CLIMATIZACIÓN			
ENFRIADORA DE 6 COMPRESORES	EXTRACTOR PARA APARCAMIENTO Y ASEOS	CONDUCTO RECTANGULAR	REJILLA EMPOTRADA EN MURO
UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN	VENTILADOR DE APORTE DE AIRE	CONDUCTO RECTANGULAR FLEXIBLE	REJILLA EMPOTRADA EN CONDUCTO
FANCOIL VHS	DIFUSOR RADIAL ROTACIONAL	CONDUCTO CIRCULAR	
MULTITIBERA WGA-V-R	BOCA DE EXTRACCIÓN CON ANTIRETORNO	CONDUCTO CIRCULAR FLEXIBLE	

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO			
Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA	PLANO	PLANO Nº	
1 : 200	Instalación de climatización y ventilación. Planta primera	9.18	



1 3D Planta Segunda



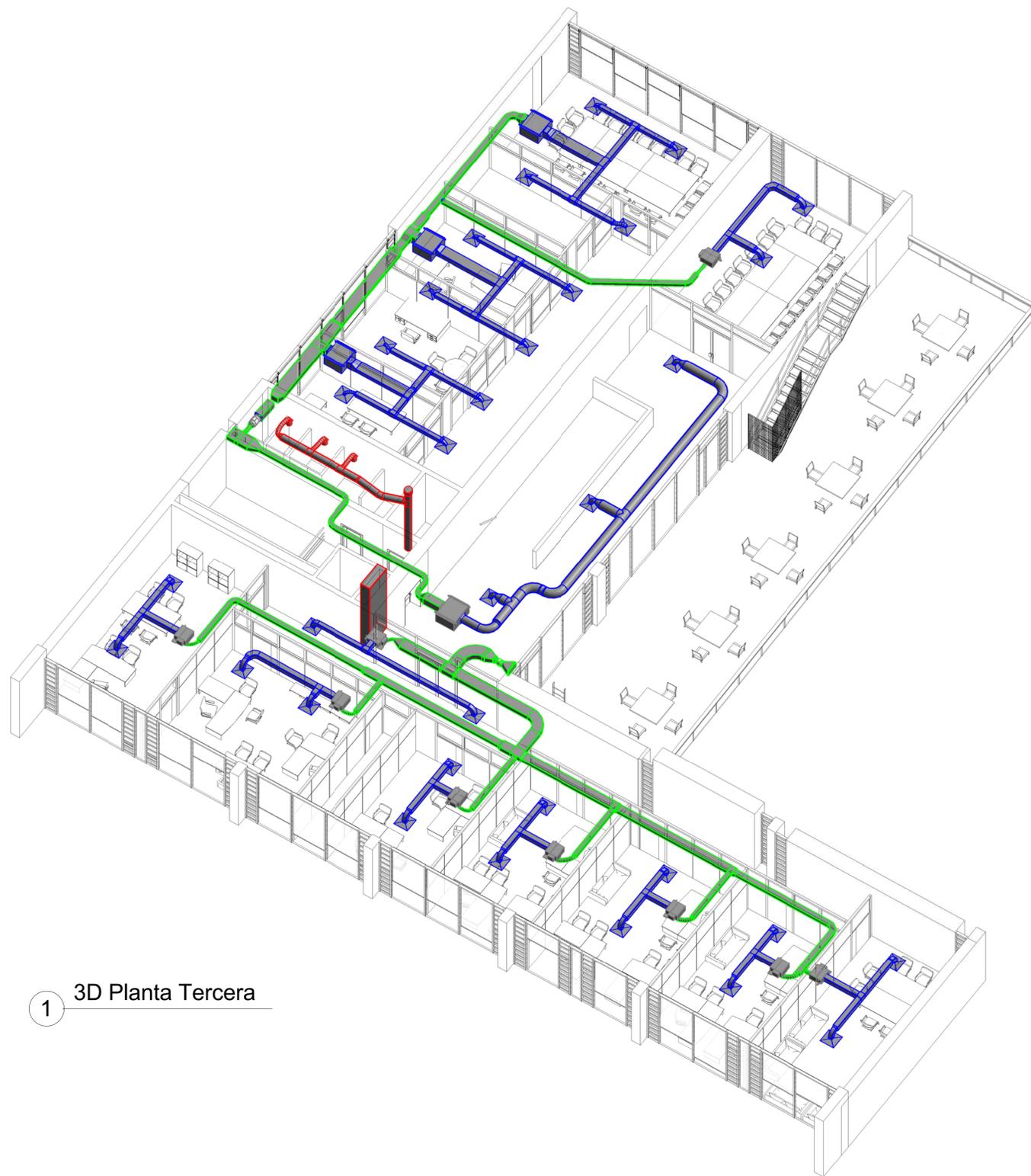
2 P2 - Planta Segunda
1 : 200

EN AZUL SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN
 EN ROJO SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN
 EN VERDE SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE APORTE DE AIRE

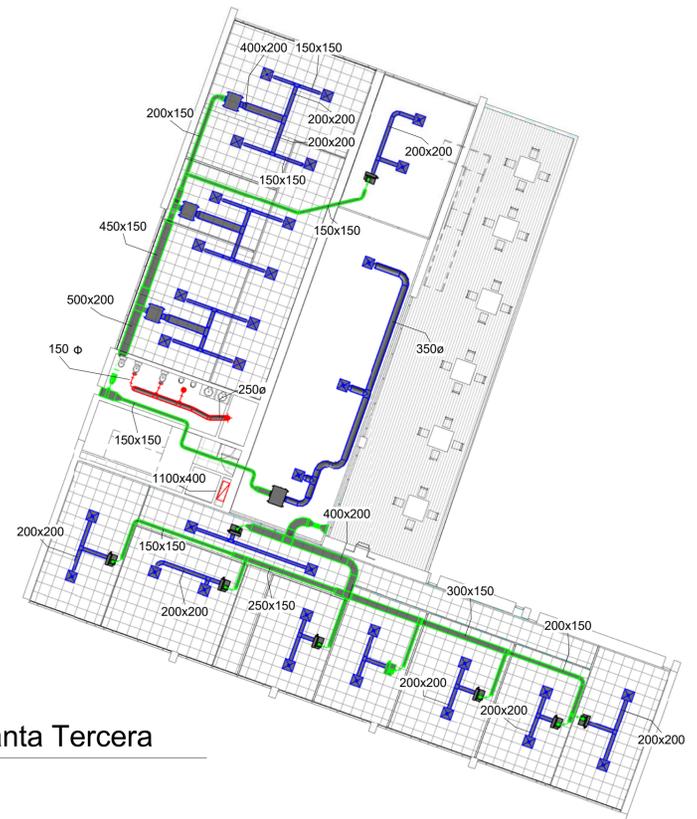
NOTA: El circuito de tuberías no se ha modelado por no disponer del trazado

LEYENDA DE CLIMATIZACIÓN			
ENFRIADORA DE 6 COMPRESORES	EXTRACTOR PARA APARCAMIENTO Y ASEOS	CONDUCTO RECTANGULAR	REJILLA EMPOTRADA EN MURO
UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN	VENTILADOR DE APORTE DE AIRE	CONDUCTO RECTANGULAR FLEXIBLE	REJILLA EMPOTRADA EN CONDUCTO
FANCOIL VHS	DIFUSOR RADIAL ROTACIONAL	CONDUCTO CIRCULAR	
MULTITOBERA WGA-V-R	BOCA DE EXTRACCIÓN CON ANTIRETORNO	CONDUCTO CIRCULAR FLEXIBLE	

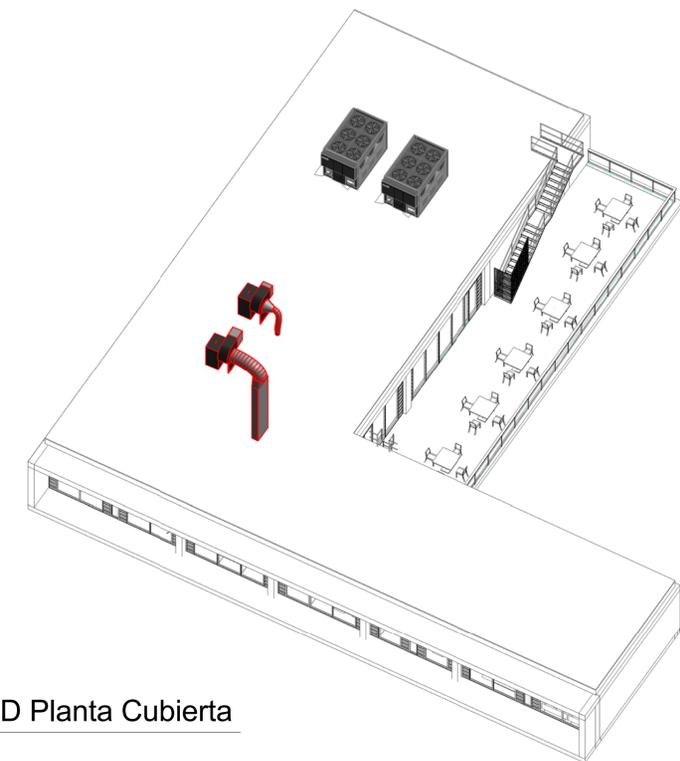
FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de climatización y ventilación. Planta segunda	PLANO Nº 9.19	



1 3D Planta Tercera



2 P3 - Planta Tercera
1 : 200



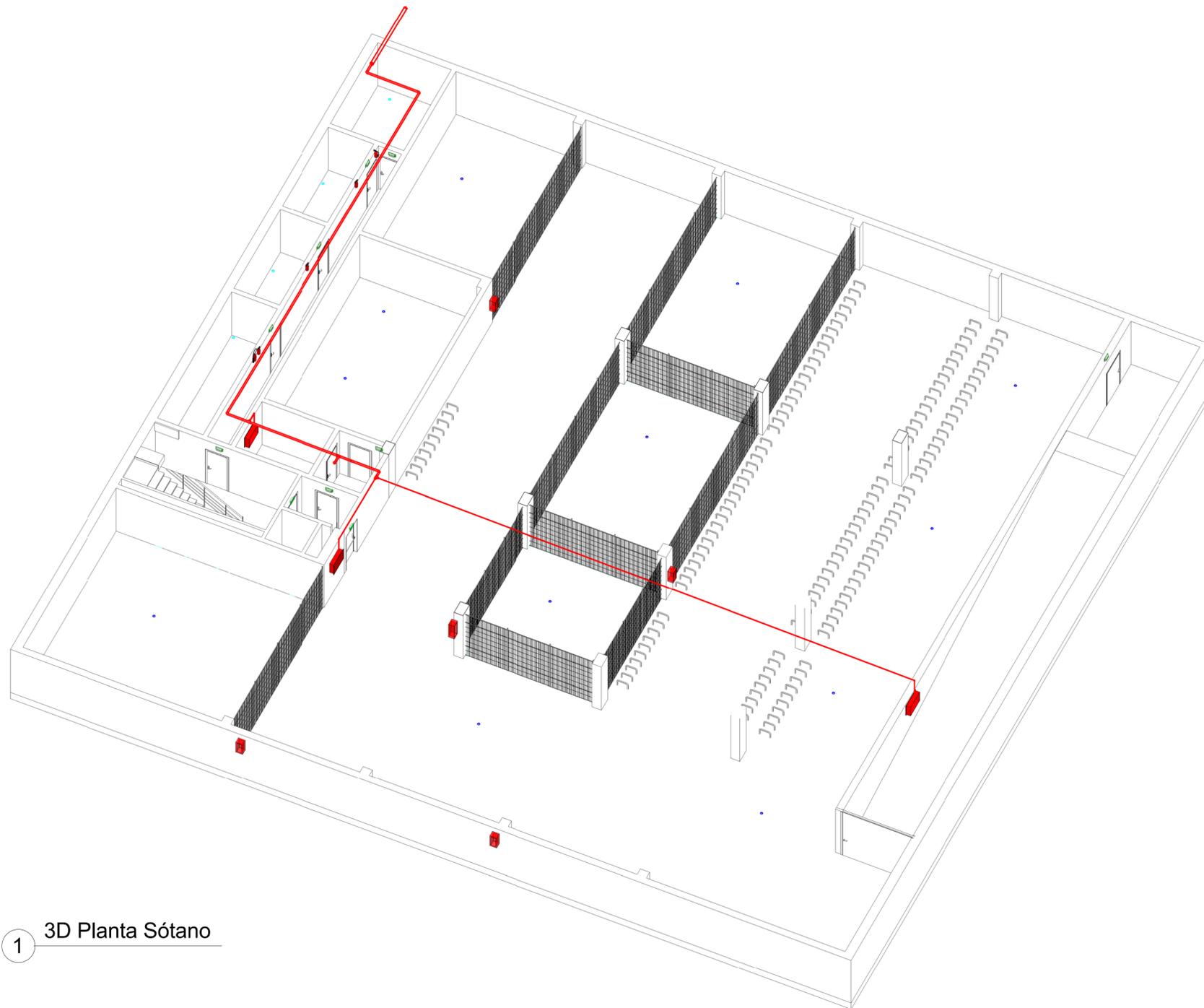
3 3D Planta Cubierta

EN AZUL SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN
EN ROJO SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN
EN VERDE SE MUESTRAN LOS CONDUCTOS DE APORTE DE AIRE

NOTA: El circuito de tuberías no se ha modelado por no disponer del trazado

LEYENDA DE CLIMATIZACIÓN			
	ENFRIADORA DE 6 COMPRESORES		CONDUCTO RECTANGULAR
	UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN		CONDUCTO RECTANGULAR FLEXIBLE
	FANCOIL VHS		CONDUCTO CIRCULAR
	MULTITOBERA WGA-V-R		CONDUCTO CIRCULAR FLEXIBLE
	EXTRACTOR PARA APARCAMIENTO Y ASEOS		REJILLA EMPOTRADA EN MURO
	VENTILADOR DE APORTE DE AIRE		REJILLA EMPOTRADA EN CONDUCTO
	DIFUSOR RADIAL ROTACIONAL		
	BOCA DE EXTRACCIÓN CON ANTIRETORNO		

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO			
Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA	PLANO	PLANO Nº	
1 : 200	Instalación de climatización y ventilación. Planta tercera y cubierta	9.20	



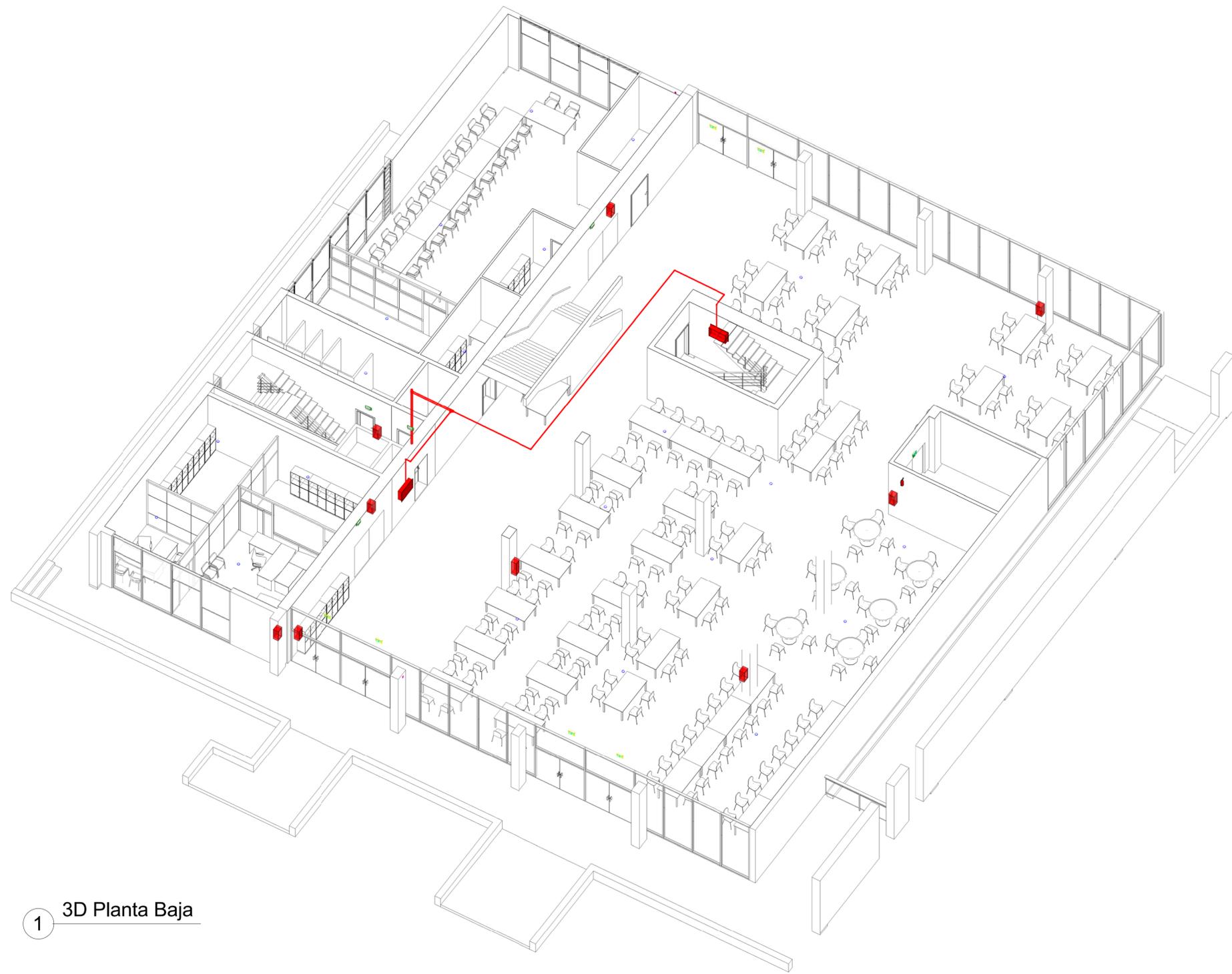
1 3D Planta Sótano



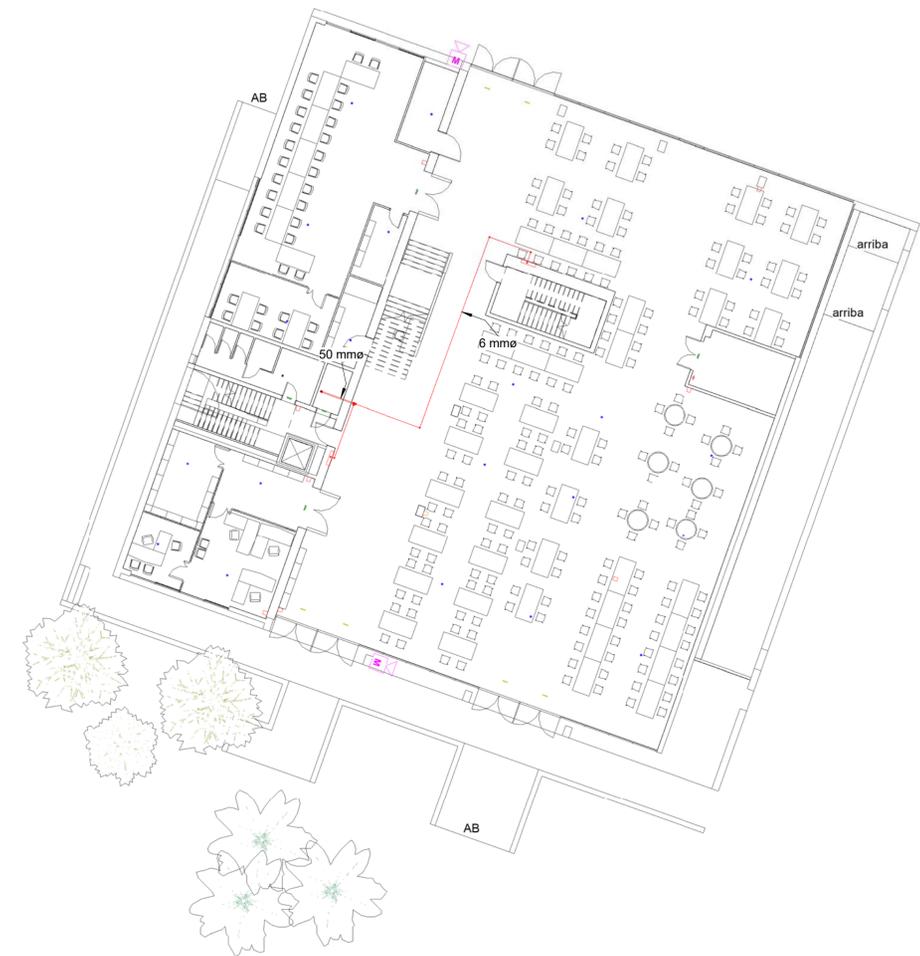
2 -P1 - Planta Sótano
1 : 200

LEYENDA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
	CAJA EMPOTRADA CON BIE, AVISADOR ÓPTICO-ACÚSTICO Y EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO
	ARMARIO CON EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		SIRENA EXTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA CON BATERÍA		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	ARMARIO CON EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS ÓPTICO		TUBERÍA RED DE BIES
	EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS TERMOVELOCIMÉTRICO		

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
COMPROBADO	JUN 2017	Said Mirijew	Pablo Ferrer Gisbert	
PROYECTO: Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO	PLANO Nº		
1 : 200	Instalación de protección contra incendios - Planta sótano	9.21		



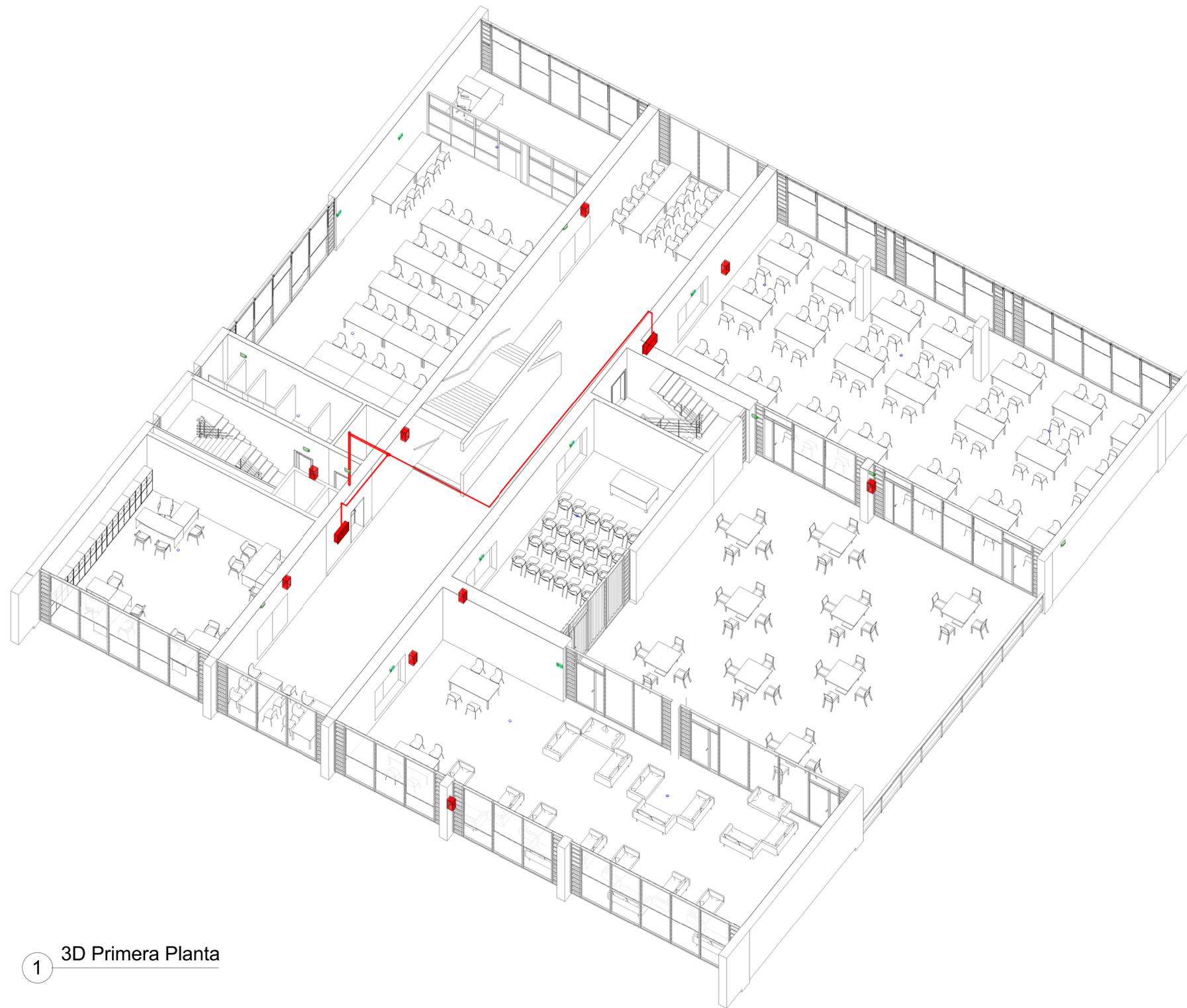
1 3D Planta Baja



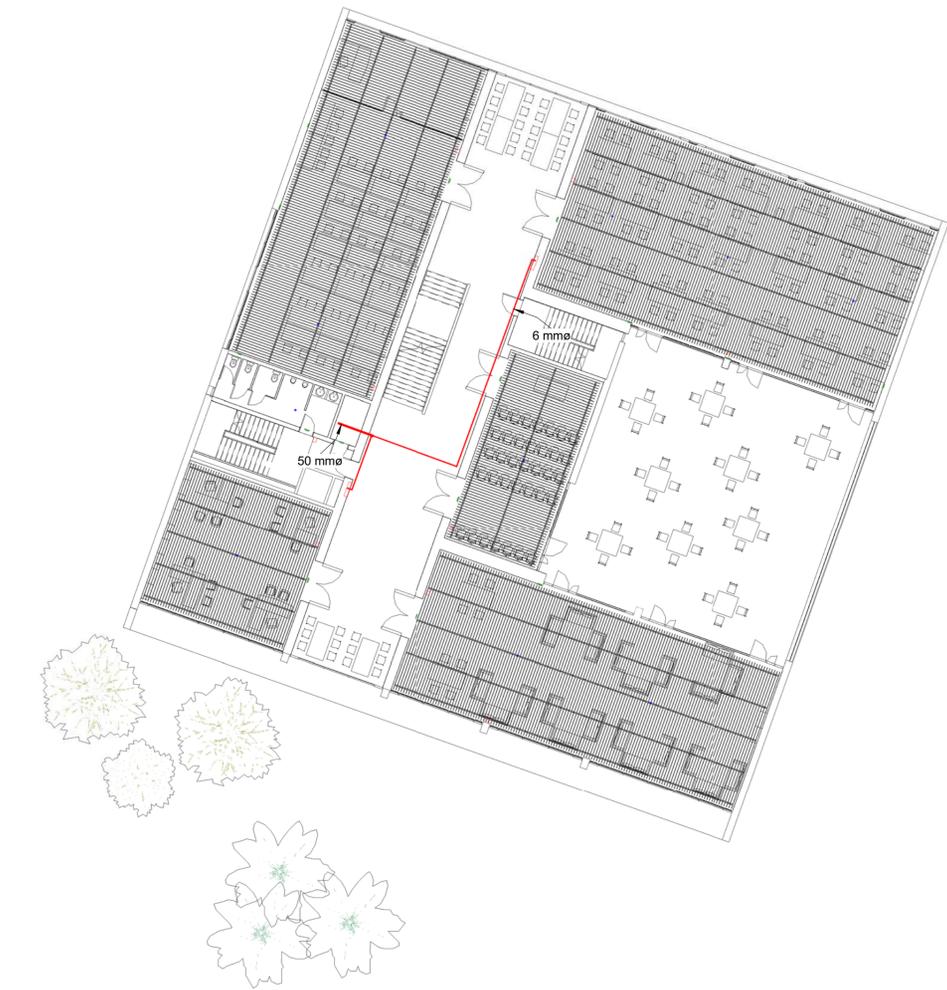
2 P0 - Planta Baja
1 : 200

LEYENDA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
	CAJA EMPOTRADA CON BIE, AVISADOR ÓPTICO-ACÚSTICO Y EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO
	ARMARIO CON EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		SIRENA EXTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA CON BATERÍA		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	ARMARIO CON EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS ÓPTICO		TUBERÍA RED DE BIES
	EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS TERMOVELOCIMÉTRICO		

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjiew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de protección contra incendios - Planta baja	PLANO Nº 9.22	



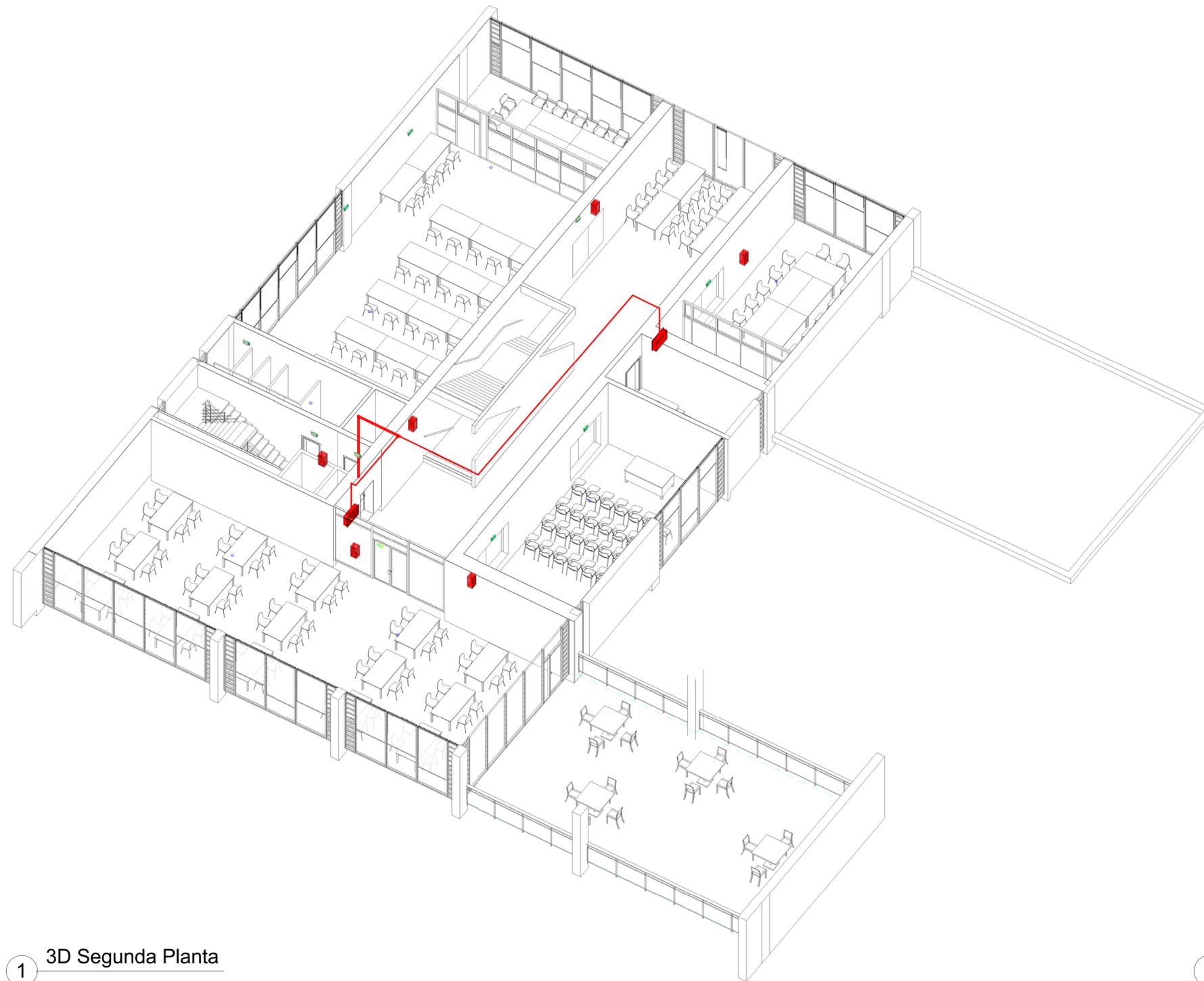
1 3D Primera Planta



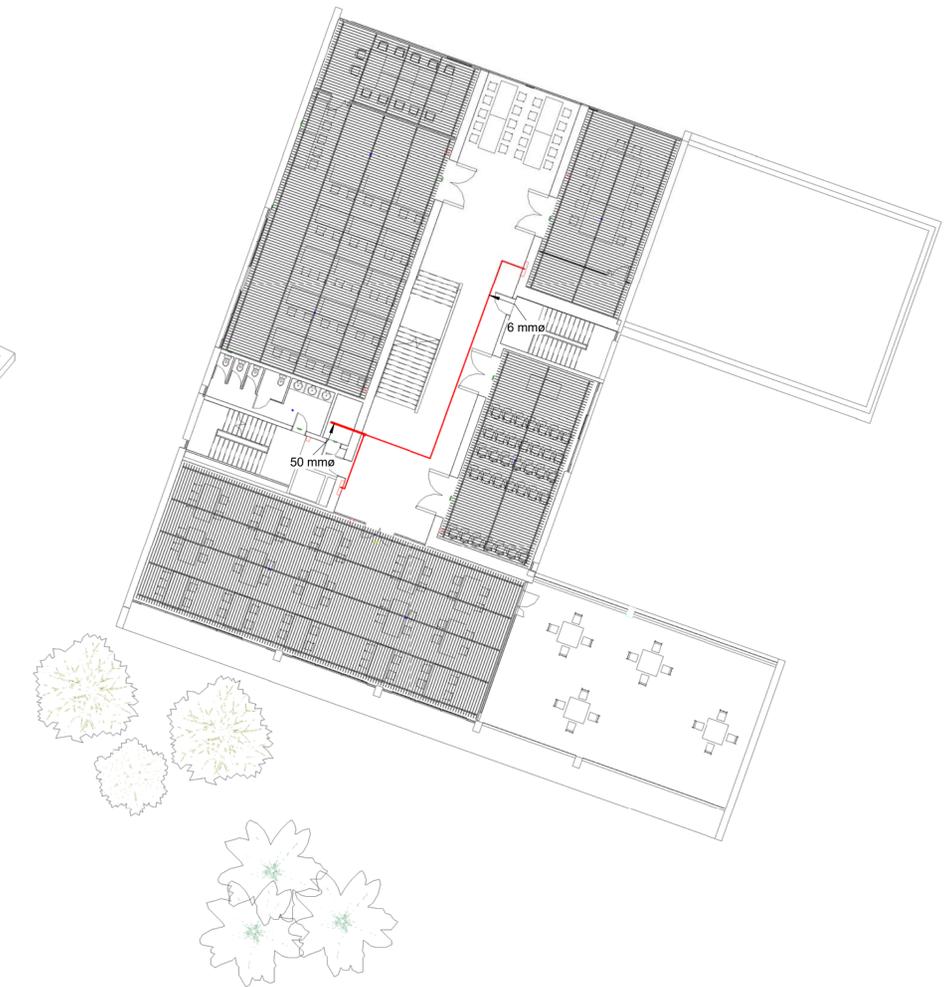
2 P1 - Planta Primera
1 : 200

LEYENDA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
	CAJA EMPOTRADA CON BIE, AVISADOR ÓPTICO-ACÚSTICO Y EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO
	ARMARIO CON EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		SIRENA EXTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA CON BATERÍA		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	ARMARIO CON EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS ÓPTICO		TUBERÍA RED DE BIES
	EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS TERMOVELOCIMÉTRICO		

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Said Mirjiew	Pablo Ferrer Gisbert	
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO	PLANO Nº		
1 : 200	Instalación de protección contra incendios - Planta primera	9.23		



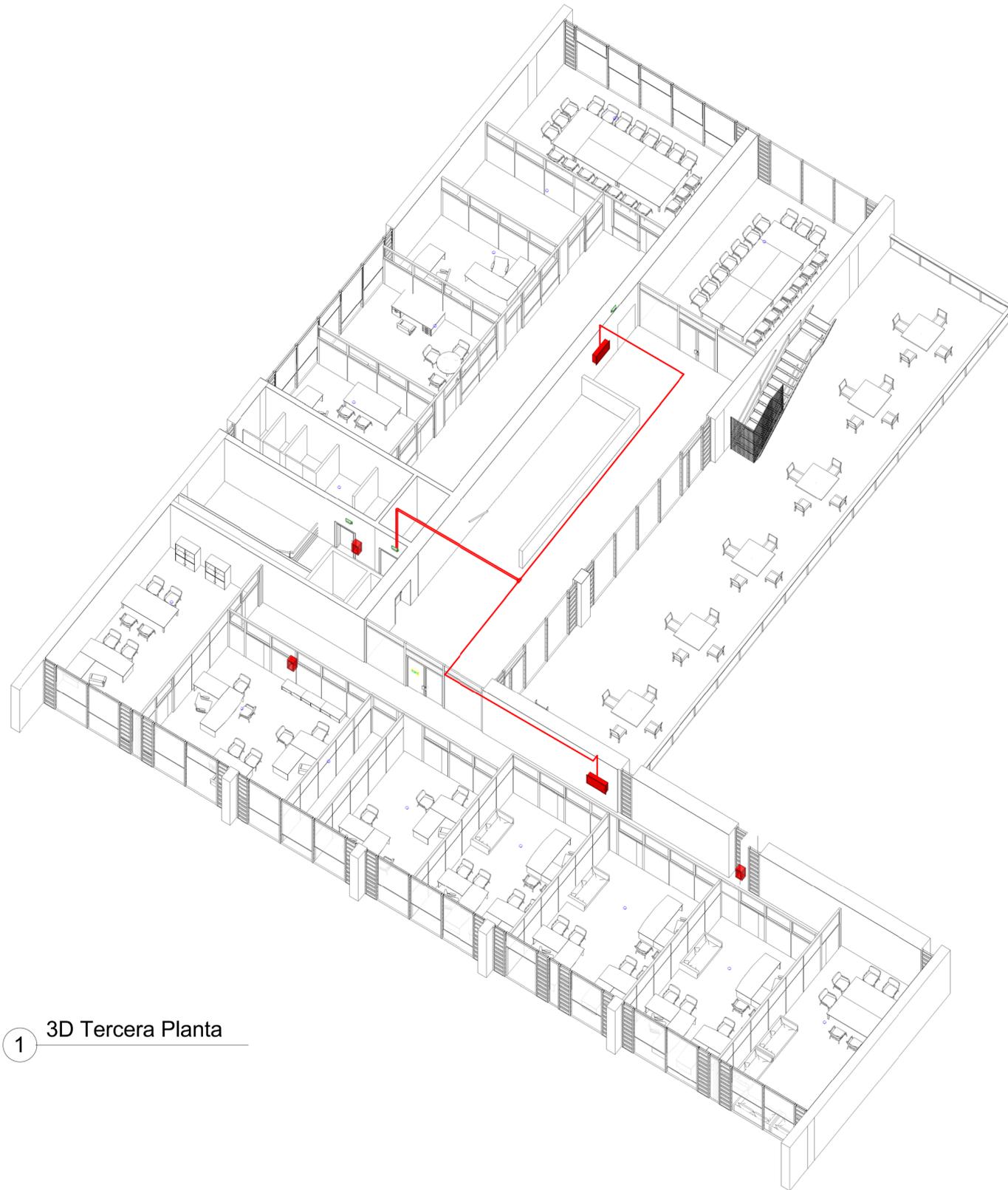
1 3D Segunda Planta



2 P2 - Planta Segunda
1 : 200

LEYENDA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
	CAJA EMPOTRADA CON BIE, AVISADOR ÓPTICO-ACÚSTICO Y EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO
	ARMARIO CON EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		SIRENA EXTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA CON BATERÍA		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	ARMARIO CON EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS ÓPTICO		TUBERÍA RED DE BIES
	EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS TERMOVELOCIMÉTRICO		

FECHA	NOMBRE	FIRMADO	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
DIBUJADO JUN 2017	Said Mirjew		
COMPROBADO JUN 2017	Pablo Ferrer Gisbert		
PROYECTO Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)			
ESCALA 1 : 200	PLANO Instalación de protección contra incendios - Planta segunda	PLANO Nº 9.24	



1 3D Tercera Planta



2 P3 - Planta Tercera
1 : 200

LEYENDA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
	CAJA EMPOTRADA CON BIE, AVISADOR ÓPTICO-ACÚSTICO Y EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN MURO
	ARMARIO CON EXTINTOR POLVO ABC 6KG 21A 113B C		SIRENA EXTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA CON BATERIA		LUMINARIA DE EMERGENCIA 8W EN FALSO TECHO
	ARMARIO CON EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS ÓPTICO		TUBERÍA RED DE BIES
	EXTINTOR CO2 5KG 89B		DETECTOR DE HUMOS TERMOVELOCIMÉTRICO		

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMADO	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA <small>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny</small>
COMPROBADO	JUN 2017	Said Mirjiew		
PROYECTO: Modelado de un edificio de la UPV y sus instalaciones mediante software BIM (Building Information Modelling)				
ESCALA	PLANO	PLANO Nº		
1 : 200	Instalación de protección contra incendios - Planta tercera	9.25		



10. Presupuesto

En la siguiente página se encuentra el presupuesto del tiempo empleado y del material adquirido para este trabajo final de grado.

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Código	Capítulo		Total €	
1	MOD. DE UN EDIFICIO E INSTALACIONES CON BIM.		12.589,05	100%
	1.1	FORMACIÓN	1.920,00	
	1.2	MODELADO	8.615,00	
	1.3	INGENIERÍA	1.825,00	
	1.4	OTROS	229,05	
		PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	12.589,05	
		=====		

11 de Mayo de 2017

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 1 MOD. DE UN EDIFICIO E INSTALACIONES CON BIM

SUBCAPÍTULO 1.1 FORMACIÓN

1.1.1	h Definición, conceptos, hipótesis								
1.001	Formación teórica y práctica en este trabajo fin de grado acerca del BIM, su situación actual, los diferentes software, su aplicación a la dirección y gestión de proyectos y el manejo del software REVIT.	180,00				180,00			
							180,00	10,00	1.800,00
1.1.2	Ud Curso REVIT 2017 + MEP INSTALACIONES ON-LINE								
1.002	Curso de 8 semanas (60 horas) impartido por la plataforma e-learning del Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI).	1,00				1,00			
							1,00	120,00	120,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1									1.920,00

SUBCAPÍTULO 1.2 MODELADO

1.2.1	h Modelado de la arquitectura								
1.003	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de la arquitectura de la Casa del Alumno (Edificio 4K) en base a los planos ofrecidos por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València y las tomas de datos realizadas en las visitas al edificio.	110,00				110,00			
							110,00	30,00	3.300,00
1.2.2	h Modelado de la instalación de fontanería y saneamiento								
1.004	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de la instalación de fontanería y saneamiento de la Casa del Alumno (Edificio 4K) en base a los planos ofrecidos por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València, por no ser visible el recorrido de las tuberías.	22,00				22,00			
							22,00	35,00	770,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
1.2.3	h Modelado de la instalación eléctrica								
1.005	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de la instalación eléctrica de la Casa del Alumno (Edificio 4K) en base a los planos ofrecidos por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València y a las tomas de datos realizadas en las visitas al edificio.	30,00				30,00	30,00	35,00	1.050,00
1.2.4	h Modelado de la instalación de protección contra incendios								
1.006	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de la instalación de protección contra incendios de la Casa del Alumno (Edificio 4K) en base a los planos ofrecidos por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València y a las tomas de datos realizadas en las visitas al edificio.	18,00				18,00	18,00	35,00	630,00
1.2.5	h Modelado de la instalación de climatización								
1.007	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de la instalación de climatización de la Casa del Alumno (Edificio 4K) en base a los planos ofrecidos por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València, por no ser visible el recorrido de las tuberías.	27,00				27,00	27,00	35,00	945,00
1.2.6	h Modelado de familias en REVIT								
1.008	Modelado en 3D mediante el software REVIT 2017 de familias para insertar en los planos.	5,00				5,00	5,00	30,00	150,00
1.2.7	h Trazado de planos en REVIT								
1.009	Trazado mediante el software REVIT 2017 de los planos del trabajo fin de grado.	3,00				3,00	3,00	30,00	90,00
1.2.8	h Vinculación de Revit con presupuestación								
1.010	Vinculación de REVIT 2017 al módulo de Arquímedes Presupuesto y medición de modelos de REVIT para posibilitar una conexión directa entre el programa Arquímedes de CYPE y REVIT (versión 2015 y posteriores) de AutoDesk.	19,00				19,00	19,00	40,00	760,00
1.2.9	h Vinculación de Revit con gestión de proyectos								
1.011	Vinculación de REVIT 2017 con el software Navisworks y el software MS Project para poder realizar la programación del proyecto.	23,00				23,00	23,00	40,00	920,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 8.615,00

SUBCAPÍTULO 1.3 INGENIERÍA

SUBCAPÍTULO 1.3.1 TOMA DE DATOS

1.3.1.1	h Toma de datos arquitectura								
1.012	Visita a la Casa del Alumno (4K) para la realización de la toma de datos de la parte arquitectónica en base a los planos proporcionados por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València.								
		22,00				22,00			
							22,00	40,00	880,00
1.3.1.2	h Toma de datos instalación eléctrica								
1.013	Visita a la Casa del Alumno (4K) para la realización de la toma de datos de la instalación eléctrica en base a los planos proporcionados por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València.								
		10,00				10,00			
							10,00	40,00	400,00
1.3.1.3	h Toma de datos instalación protección contra incendios								
1.014	Visita a la Casa del Alumno (4K) para la realización de la toma de datos de la instalación de protección contra incendios en base a los planos proporcionados por el Servicio de Infraestructuras de la Universitat Politècnica de València.								
		5,00				5,00			
							5,00	40,00	200,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3.1									1.480,00

SUBCAPÍTULO 1.3.2 TRÁMITES Y ARCHIVADO

1.3.2.1	h Reunión con Servicio de Infraestructuras								
1.015	Reunión con el Servicio de Infraestructuras para la demanda de planos para la realización del trabajo fin de grado.								
		3,00				3,00			
							3,00	15,00	45,00
1.3.2.2	h Reuniones con profesor tutor UPV								
1.016	Reuniones con el tutor del trabajo fin de grado Pablo Sebastián Ferrer Gisbert para determinar el alcance del proyecto, el seguimiento del mismo y las revisiones a realizar en el mismo. Incluso redacciones de correos electrónicos.								
		14,00				14,00			
							14,00	15,00	210,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
1.3.2.3 1.017	h Preparación de documentación para entrega TFG Preparación de dos copias en formato papel y formato digital del trabajo fin de grado, así como toda la documentación para poder tramitar la defensa.	5,00				5,00	5,00	15,00	75,00
1.3.2.4 1.018	h Entrega documentación TFG Entrega de documentación para la tramitación y defensa del trabajo fin de grado en secretaría de la Escuela Técnica Superior de la Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV)	1,00				1,00	1,00	15,00	15,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3.2									345,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3									1.825,00

SUBCAPÍTULO 1.4 OTROS

1.4.1 1.019	Ud Libro REVIT 2015 Libro REVIT 2015, Yolanda López Oliver. Ed: Anaya. ISBN: 978-84-415-3667-8	1,00				1,00	1,00	28,00	28,00
1.4.2 1.020	Ud Medidor láser BOSCH GLM 50 Medidor láser BOSCH GLM 50, de dimensiones 115x53x32 mm, peso 0,14 kg, rango de medición 0,05 - 50 m, clase del láser 2, tiempo mínimo de medición <0.5 s y tiempo máximo de medición =4 s. Incluye alimentación de tensión (2x1,5V LR03 (AAA)) y funda de transporte.	1,00				1,00	1,00	86,80	86,80
1.4.3 1.021	Ud Flexómetro DEXTER 5MX19mm Flexómetro DEXTER de 5 m x 19 mm (largo x ancho). Bimaterial con freno retenedor y botón de bloqueo. Cinta con acabado mate que facilita la lectura sin brillos y provisto de clip para sujetar al cinturón.	1,00				1,00	1,00	5,15	5,15
1.4.4 1.022	Ud Licencia PREMETI Licencia anual del generador de presupuestos PREMETI.	1,00				1,00	1,00		

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
							1,00	100,00	100,00
1.4.5	Ud Material de oficina								
1.023	Material de oficina para la realización del trabajo fin de grado.								
		1,00				1,00			
							1,00	9,10	9,10
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4									229,05
TOTAL CAPÍTULO 1 MOD. DE UN EDIFICIO E INSTALACIONES CC									12.589,05

11. Bibliografía

- REVIT 2015, Ed. ANAYA. Yolanda Pérez Oliver
- Manual de Usuario. REVIT Architecture 2015
- Norma UNE-EN ISO 5457:2000. Documentación técnica de producto. Formato y presentación de elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- Norma UNE-EN ISO 7200:2004. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- es.BIM. Implantación del BIM en España: <http://www.esbim.es/>
- EUBIM. Fuentes Giner, MB.; Oliver Faubel, I. (2015). EUBIM 2015. Congreso Internacional BIM/Encuentro de usuarios BIM. Editorial Universitat Politècnica de València: <http://hdl.handle.net/10251/51323>
- BIMCommunity: impulsores de adopción del cambio a la metodología B.I.M: <https://bimcommunity.com/>
- BuildingSMART: impulsores de adopción del cambio a la metodología B.I.M: <https://www.buildingsmart.es/>
- BIM ThinkSpace: impulsores de adopción del cambio a la metodología B.I.M <http://www.bimthinkspace.com/>
- Bimobject: librería de familias descargables: <http://bimobject.com/es>
- Bimetica: librería de familias descargables: <http://bimetica.com/es/>
- La conexión entre el Project Management y el BIM Miguel Ángel Álvarez Pérez y Manuel Bouzas Cavada. Spanish Journal of BIM nº15/01.
- Bases para definir parámetros de objetos B.I.M: qué tenemos en Europa. M^a Elena Pla Cuyás. Spanish Journal of BIM nº15/01.
- BIM: ¿Por qué?, ¿Para qué?, ¿Para quién? Eduardo A. Cortés Yuste. Spanish Journal of BIM nº15/01.

- Uso BIM en proyectos de construcción en España. Patricia del Solar Serrano, Silvia Andrés Ortega, María Dolores Vivas Urías, Aránzazu de la Peña González, Óscar Liébana Carrasco. Spanish Journal of BIM nº16/01.
- Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. Experiencia en la Universidad Politécnica de Madrid. Esther Maldonado. Spanish Journal of BIM nº16/01.
- Implantación de metodología BIM en la asignatura del máster universitario de edificación de la Universidad Politécnica de València. Fernando Cos-Gayón López. Spanish Journal of BIM nº16/01.
- The Big BIM battle. BIM adoption in the UK for large and small companies. Jake Loveday, Tahar Kouider and Jonathan Scott. The Scott Sutherland School for Architecture and Built Environment, Robert Gordon University, Aberdeen, UK.
- Building Information Modeling and Fire Protection Engineering. Society of fire protection engineers position statement P-05-11. October 23, 2011.
- Un año después, 10 reflexiones. BIM European Summit. Barcelona 2016.
- BIM World Implementation Strategies. 7 April 2017, Barcelona.
- DTIE: Metodología BIM para la climatización. Ed. ATECYR.
- Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: Un proyecto con REVIT. Monfort Pitarch, Carla. UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/55201#>
- IFC Workshop: Información sobre formato unificado IFC. http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html
- Lean BIM Construction: Información sobre formato unificado IFC. <http://leanbimconstruction.com/ifc-versus-rvt>
- Building Smart: Información sobre formato unificado IFC. <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>