



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**MODELADO Y ANÁLISIS DE
INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO
BIM**

Autor:

MACHIN MORENO, SERGIO

Tutor:

ZULUETA PÉREZ, PATRICIA

Dpto. Ciencia de los materiales e ingeniería metalurgia, expresión gráfica en la ingeniería, ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría, ingeniería mecánica e ingeniería de los procesos de fabricación.

Valladolid, mayo de 2015.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a toda mi familia que gracias a su apoyo he podido culminar mi carrera, por su apoyo y confianza depositada en mí. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. Mención especial a mi padre por estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre, a mi madre por hacer de mí una mejor persona con sus consejos, apoyo y amor, a mi hermano por estar siempre presente y crecer juntos.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y en estos duros años de carrera universitaria, además de ayuda económica. Ellos también forman parte de este trabajo

A mis amigos y compañeros de carrera, con los cuales compartí gran parte de mi vida durante estos años de carrera, en donde vivimos todo tipo de experiencias, las alegres, tristes, estresantes y demás, gracias por estar conmigo.

A mis profesores que me enseñaron, y me instruyeron lo mejor posible para ser excelente tanto en el ámbito profesional, como en el personal y humano. Sin sus enseñanzas esto tampoco sería posible.

A mi tutora, Patricia Zulueta Pérez, que me ha apoyado en todo momento en la realización de este trabajo, guiando el camino y aconsejando.

Resumen

El presente documento recoge el estudio y análisis de la metodología de modelado BIM (Building Information Modeling) para proyectos del sector AEC (Architecture, engineering and Construction). El centro del trabajo estará enfocado sobre la metodología e implantación de la nueva forma de proyectar en BIM, posibilidad y potencial del mismo; software que podemos emplear y compatibilidades de los mismos, así como posibles inconvenientes o defectos que puede tener.

Utilizando el software Autodesk Revit 2014, hemos desarrollado el modelado de una nave industrial aplicando BIM, y se ha analizado la posibilidad de intercambio de información del proyecto con otros software y el análisis de la interoperabilidad que facilita este método.

Palabras clave

BIM, modelado, Revit, familias, IFC, interoperabilidad.

Abstract

This document provides the study and analysis of BIM modeling methodology for architectural projects. The center of work will focus on the methodology and implementation of the new way of creating BIM, possibility and potential of it; software that we can use and compatibility thereof and possible drawbacks or defects that may be.

Using the Revit software, we developed the modeling of a warehouse using BIM modeling and the study of information exchange with other software project and analysis of interoperability that facilitates this method.

Keywords

BIM, modeling, Revit, families, IFC, interoperability.

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	11
Introducción, objetivos	13
1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	15
1.1 El BIM y su desarrollo.....	17
1.2 Metodología de proyectos BIM. “EL BIG DATA”	20
1.3 Software disponible para BIM	21
1.3.1 Software de modelado: REVIT 2014.....	23
1.3.2 Software de instalaciones: CYPECAD MEP	25
1.3.3 Visualizadores: BIM Vision.....	27
1.3.4 Renders y presentaciones: LUMION	28
1.3.5 Cloud Autodesk 360	29
2 APLICACION EN MODELADO BIM	31
2.1 Tipo de proyecto a desarrollar.....	33
2.2 Modelización del proyecto	37
2.3 Estudio de instalaciones a desarrollar	47
2.3.1 Vinculación de archivos.....	48
2.3.2 Modelado de las instalaciones de Saneamiento y fontanería	49
2.3.3 Modelado de las instalaciones de Ventilación y calefacción	52
2.3.4 Modelado de la instalación de Electricidad.	53
2.4 Documentación disponible.....	57
3 INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM.....	59

3.1	Interoperabilidad BIM	61
3.2	Instalaciones calculadas con otros programas.....	63
3.3	Valoración y comparación entre los distintos métodos de modelado	69
3.4	“La perla del BIM” el “Bidireccionalismo” de los datos.....	71
CONCLUSIONES.....		77
Conclusiones.....		79
Bibliografía.....		83
Anexos.....		87

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1.1. Interconexión y coordinación proyecto BIM</i>	17
<i>Ilustración 1.2. Ejemplo de modelado y render BIM</i>	19
<i>Ilustración 1.3. Comparativa 2D CAD vs BIM</i>	20
<i>Ilustración 1.4. Logo software Revit 2014</i>	23
<i>Ilustración 1.5. Pantalla inicio Revit 2014</i>	24
<i>Ilustración 1.6. Entorno de trabajo Revit</i>	25
<i>Ilustración 1.7. Icono CYPE Ingenieros 2015</i>	
<i>Ilustración 1.8. logotipo CYPECAD MEP</i>	26
<i>Ilustración 1.9. Ventanas de bienvenida de CYPE y CYPECAD MEP</i>	26
<i>Ilustración 1.10. Logo BIM Vision</i>	27
<i>Ilustración 1.11. Icono software Lumion</i>	28
<i>Ilustración 1.12. Render del programa de modelado</i>	28
<i>Ilustración 1.13. Render realista realizado por programa Lumion</i>	29
<i>Ilustración 1.14. Logo Autodesk 360</i>	29
<i>Ilustración 2.1. Plano de situación polígono “Canal de Castilla”</i>	33
<i>Ilustración 2.2. Plano de localización</i>	34
<i>Ilustración 2.3. Ventana grafica para modificar los elementos de la vista</i>	40
<i>Ilustración 2.4. Imagen estructura de la nave</i>	41
<i>Ilustración 2.5. Modificación de elementos y tipos</i>	43
<i>Ilustración 2.6. Edición de familia</i>	44
<i>Ilustración 2.7. Zona de trabajo</i>	44
<i>Ilustración 2.8. Render despacho oficinas</i>	45
<i>Ilustración 2.9. Vista frontal</i>	46
<i>Ilustración 2.10. Interior nave</i>	46
<i>Ilustración 2.11. Vista angular</i>	47
<i>Ilustración 2.12. Cuadro dialogo configuración mecánica</i>	49
<i>Ilustración 2.13. Vista 3D saneamiento y fontanería</i>	50
<i>Ilustración 2.14. Plano de Saneamiento y Fontanería</i>	51

<i>Ilustración 2.15. Vista conductos ventilación</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 2.16. Ejemplo plano instalacion ventilacion y calefaccion</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 2.17. Plano techo referencia salidas ventilación</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 2.18. Modo configuración stma. eléctrico</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 2.19. Distribución tomas de potencia</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 2.20. Render vestíbulo condiciones sol, sin iluminación.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 2.21. Render vestíbulo condiciones sin sol, iluminación artificial</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 2.22. Ejemplo plano luminarias</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 3.1. Logo extensión archivos IFC</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 3.2. Gestión archivos IFC desde Revit.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 3.3. Visualización en BIM Vision del modelado en Revit.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 3.4. Detalle de vista de sección en BIM Vision</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 3.5. Entorno de trabajo CYPECAD MEP.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 3.6. GRUPOS DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO HS4 Y HS5</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 3.7. Ejemplo de detalle de instalación sanitaria y fontanería</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 3.8. Instalación de saneamiento y fontanería realizado en CYPECAD MEP.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 3.9. Plano planta saneamiento y fontanería.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 3.10. Visualización 3D de las instalaciones en CYPECAD MEP.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 3.11. Vista 3D de instalaciones sanitarias en Revit.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 3.12. Vista 3D de instalaciones sanitarias en CYPECAD MEP</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 3.13. Proyecto original en Revit.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 3.14. IFC Revit en CYPECAD.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 3.15. IFC CYPE en BIM Vision.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 3.16. IFC CYPE en Revit.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 3.17. IFC Revit en BIM Vision</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 3.18. Cartel "I CONGRESO INTERNACIONAL BIM DE VALLADOLID. DEL BIM AL BIG DATA"</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración A.1. Fachada principal</i>	<i>123</i>

<i>Ilustración A.2. Zona descanso.....</i>	<i>123</i>
<i>Ilustración A.3. Salas oficinas.....</i>	<i>124</i>
<i>Ilustración A.4. Vista general izquierda.....</i>	<i>124</i>

INTRODUCCIÓN

Introducción, objetivos

Empezaremos hablando de por qué se ha elegido este Trabajo Final de Grado. Todo esto comenzó durante el último curso del grado de ingeniería en Tecnologías Industriales en la asignatura de Proyectos Técnicos Industriales en la que nos introdujeron en el nuevo mundo de los proyectos BIM, (Building Information Modeling), cuya tecnología se está extendiendo a grandes pasos por todo el mundo y que lleva poco tiempo en España, aproximadamente una década, por lo que nos decidimos a investigar más sobre estas nuevas bases de proyectos.

Uno de los principales objetivos de este TFG es la investigación sobre la nueva forma de realizar proyectos basada en la forma metodológica BIM, en la cual se puede juntar y desarrollar desde el principio y hasta el final del proyecto, tanto la finalización de la obra, como su mantenimiento e incluso la demolición; todo ello en un único formato y de forma dinámica de modo que varias personas y especialistas de distintos sectores puedan trabajar e interactuar de manera conjunta y reciproca en todos los casos y desde diferentes ubicaciones. Es decir, BIM contempla todo el ciclo de vida del proyecto.

En nuestro caso nos centraremos en un software de los muchos que existen en el mercado y analizaremos la vinculación y compatibilidad entre las diferentes formas de actuar sobre el proyecto. El software elegido para el modelado ha sido REVIT 2014, de la compañía Autodesk en la versión estudiante. También se han empleado otros software adicionales de cálculo que veremos más adelante.

1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

1.1 El BIM y su desarrollo

BIM es un acrónimo de “Building Information Modeling”. Últimamente se habla mucho sobre el BIM y de su relación con la industria de la construcción y de los proyectos (Arquitectura, Ingeniería y Construcción. En adelante AEC). Se escuchan varias versiones y definiciones diversas: algunas apuntan a la idea de que BIM es un tipo de Software, otras se limitan a asegurar que BIM es el modelo 3D virtual de los edificios, también que es un proceso o incluso que es una colección de datos sobre la edificación organizada en una base de datos visible y numérica. Bien pues todas estas definiciones son visiones muy parciales de lo que es realmente BIM y que intentaremos definir a continuación.

El BIM es una nueva plataforma tecnológica e innovadora que facilita el proceso de la elaboración de un proyecto intercomunicando a todas las partes implicadas, permitiendo crear y utilizar información coordinada entre todos, de modo que todos tengan la misma información y sin duplicaciones ni posibles pérdidas de información.

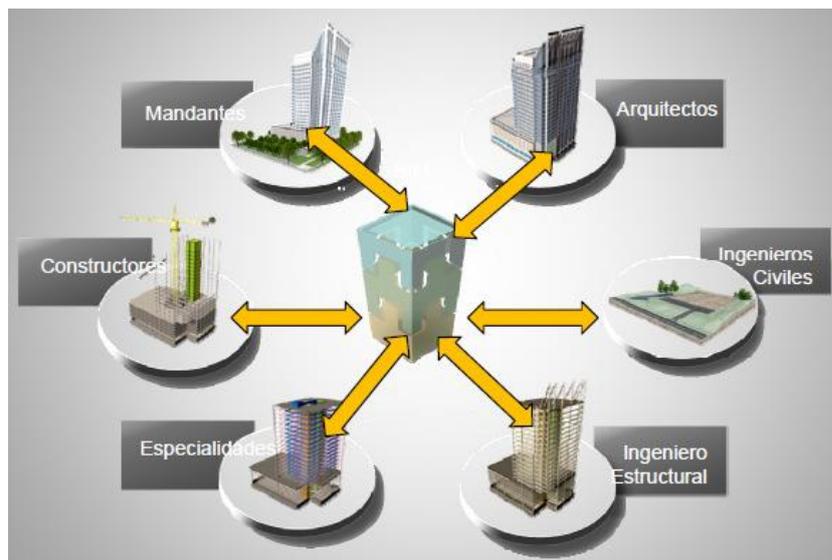


ILUSTRACIÓN 1.1. INTERCONEXIÓN Y COORDINACIÓN PROYECTO BIM

Otra de las facilidades que nos ofrece el BIM es la realización y seguimiento completo del proyecto desde sus inicios hasta su fase final con la posibilidad de una potencial fase de demolición. Todo esto sin la necesidad de intervenir en otras organizaciones o siguientes proyectos innecesarios.

Capítulo 1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

En un proyecto tradicional es muy común que la documentación del proyecto pase de técnico en técnico a la vez que cada uno realiza su parte de trabajo. Podemos hablar entonces de una falta de coordinación, que en muchos casos ocasiona errores e interferencias entre los diferentes modelos: el arquitectónico, el de instalaciones, el de estructuras...

Todo esto genera un retraso en la ejecución y, en muchos casos, pérdidas económicas que serían subsanables si el proyecto estuviese bien ensamblado desde un principio. Es bien conocido por todos que los errores y retrasos en la ejecución están a la orden del día, esto suele ser debido a una mala concepción de la obra, pero en muchos otros casos también es debido a la falta de coordinación e información entre los distintos equipos de trabajo que intervienen durante todo el proyecto.

Los primeros indicios que tenemos sobre el BIM apuntan a la empresa "Graphisoft", la cual implementó bajo el nombre de Virtual Building (Edificio Virtual) en 1987, una primera aproximación a BIM en su programa ArchiCAD, reconocido como primer software de CAD capaz de crear tanto dibujos 2D como 3D. La compañía Autodesk empezó a utilizar el BIM en 2002. Pero hoy en día existen muchos otros distribuidores, como pueden ser: ACCA software, Autodesk, Bentley Systems, Graphisoft, Nemetscheck entre otros.

Posteriormente, con la aparición del papel y los diferentes instrumentos de dibujo y máquinas de dibujar inventadas en las diferentes épocas se fue evolucionando hasta lo que hasta no hace muchos años ha sido la práctica habitual. Los planos los realizaban personas que se dedicaban a ello llamados delineantes que utilizaban escuadras, cartabón, paralex, lápices de colores y papeles sobre tableros de dibujo. Ya por los años ochenta se empezó a generalizar el uso de herramientas de Diseño Asistido por Ordenador llamado CAD. Esto hizo estandarizar ciertas normas y facilitar el trabajo pudiendo separar capas, ahorrar tiempo en repetir los dibujos, borrar o el asombroso "deshacer". A pesar de esta gran ayuda se seguía teniendo que dibujar por líneas y las representaciones seguían siendo plantas, alzados, secciones y detalles todos hechos individualmente, todo en sistema diédrico digital. Es decir habíamos asistido a un cambio de herramientas, pero no de metodología.

Por la década de los años noventa se dio otro paso en lo que a software se refiere, se implementaron las herramientas digitales en 3D, a pesar de facilitar algo el trabajo seguía requiriendo mucha dedicación ya que había que utilizar elementos 2D y se necesitaban igualmente planos para entenderlo. Ya con el

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

nuevo siglo se retomó la línea de trabajo de los años ochenta sobre el Virtual Building, el Building Information Modeling, conocido como BIM, en el que se trabaja directamente con elementos en 3D, interactivos y modificables en sus parámetros iniciales. Se pueden definir colores de elementos, texturas y propiedades más específicas de los materiales y elementos tanto arquitectónicos y estructurales como complementos y acabados, convirtiéndose el edificio en una base de datos.



ILUSTRACIÓN 1.2. EJEMPLO DE MODELADO Y RENDER BIM

Aunque el BIM se estandariza a un 3D, tres dimensiones (ancho, largo, alto), en realidad se está aumentando con la planificación de los tiempos ejecución en 4D, con la estimación de los costes en 5D, la sostenibilidad en 6D y control logístico o gestión en 7D.

Pese a que el BIM es una tecnología prácticamente nueva en este sector en el que los cambios se producen con cierta lentitud, muchos de los que ya lo emplean abogan por la importancia que esto va a suponer sobre los proyectos y sus documentos.

Los más expertos se atreven a decir que el BIM puede llegar a ofrecer ciertas mejoras incapaces de realizar de otras maneras, como son:

- Visualización mejorada.
- Mejora de la productividad debido a la fácil recuperación de la gestión de cambios.
- Una mayor coordinación de los documentos de gestión de datos.

Capítulo 1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

- Elaboración de tablas con la información vital, tales como vendedores de materiales, costes y cantidades necesarias para la estimación y la licitación.
- Aumento de la velocidad de entrega.
- Reducción de costes
- Entrega de proyectos integrados (IPD)

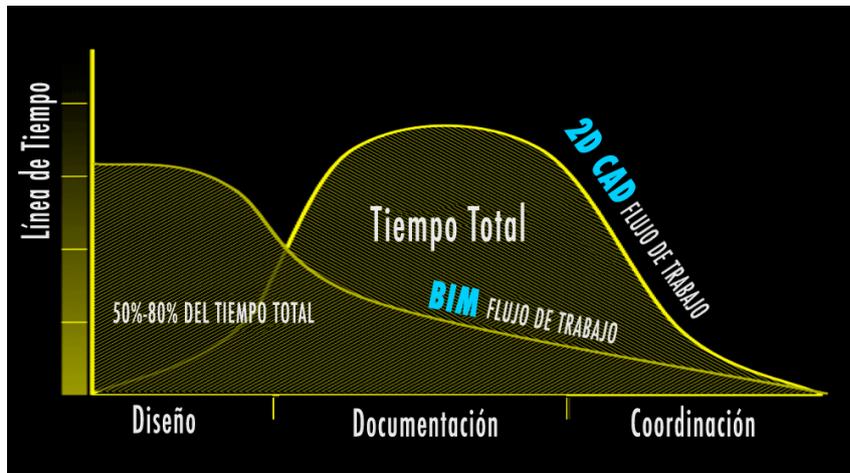


ILUSTRACIÓN 1.3. COMPARATIVA 2D CAD vs BIM

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente es el gráfico anterior en el que podemos comparar el coste de tiempo que supone cada etapa según el modelo elegido, CAD o BIM, y eso repercute tanto en el desarrollo del proyecto como en posibles problemas y sus soluciones

1.2 Metodología de proyectos BIM. “EL BIG DATA”

El término de “*BIG DATA*” o “*BIG BIM*” ha nacido como forma de englobar a un gran proyecto, es decir, inicialmente se realiza un pequeño proyecto BIM que puede ser simplemente el modelo, anotaciones y pequeños documentos de lo que sería el proyecto. Pero gracias a las propiedades del BIM y poder interrelacionar archivos y compartirlos, el proyecto se puede hacer más extenso colaborando con otras entidades, programas y plataformas diferentes, lo que engloba una gran cantidad y variedad de información de archivos y documentos, que deben ser accesibles a toda persona que lo necesite involucrada en el proyecto.

Por eso debido al gran volumen de información que se maneja en un proyecto BIM el contenido de la información y el archivo principal deben estar adheridos a una red o servidor para que todas las personas involucradas tengan siempre la información actualizada.

Hoy en día todas las grandes empresas y en particular las multinacionales disponen de sus propios sistemas de redes y servidores tanto internas como externas para compartir y guardar toda la información.

1.3 Software disponible para BIM

En este apartado, expondremos una relación del software BIM más utilizado actualmente y, finalmente, las opciones que hemos elegido para desarrollar el presente trabajo que se encuentran disponibles en la Universidad de Valladolid como licencias educativas o licencias de prueba.

En el mercado existe gran variedad de software para la modelización de proyectos, como ya hemos mencionado antes los más utilizados son:

- REVIT de la compañía Autodesk.
- ARCHICAD de la empresa Graphisoft.
- ALLPLAN de la empresa Nemetschek.

En nuestro caso como programa base o fundamental se ha elegido Revit 2014 de la empresa Autodesk por ser uno de los programas más empleados entre los arquitectos e ingenieros en el mercado laboral, además de haber sido una herramienta recomendada por profesores de la universidad en una asignatura del último curso de Grados, debido al acuerdo existente entre Autodesk y la universidad de Valladolid sobre licencias gratuitas.

También existen otros programas relacionados que sirven como complemento o apoyo al software principal de modelado, de los cuales citaremos algunos. Estos se pueden englobar en varios bloques:

Instalaciones MEP: sirven todos aquellos que posean extensión MEP “Mechanical Electrical Plumbing” compatibles con archivos de intercambio IFC, de los que hablaremos más adelante.

Capítulo 1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

- CYPECAD MEP
- MAGICAD

Estructuras:

- ROBOT (Autodesk)
- TRICALC
- CYPECAD

Presupuesto y mediciones:

- PRESTO
- MEDIPLAN

Visualización:

- BIM VISION
- NAVISWORK (Autodesk)

Renders:

- LUMION
- 3Ds Max (Autodesk)

Estudios energéticos:

- GREEN BUILDING STUDIO (Autodesk)
- ECOTECT (Autodesk)

En este punto y como parte fundamental de este estudio, se ha decantado por la utilización de CYPECAD MEP para el cálculo de alguna instalación, bien de forma complementaria o para compararlo con las propias del programa Revit. También se ha empleado BIM VISION para visualizar el proyecto desde la empresa contratista o persona ajena al proyecto. Y por último LUMION que es muy versátil para renderizar imágenes muy reales.

1.3.1 Software de modelado: REVIT 2014



ILUSTRACIÓN 1.4. LOGO SOFTWARE REVIT 2014

Revit es un software de la compañía Autodesk para la realización de proyectos BIM, dirigido para ingenieros, arquitectos, diseñadores o contratistas, que permite en una única plataforma el diseño constructivo, arquitectónico, instalaciones MEP y estructural. Ofrece la posibilidad de visualización 3D, vistas, planos de corte, detalles constructivos sin necesidad de dibujarlos individualmente.

Una gran característica es que podemos distinguir las distintas etapas y/o fases en que puede dividirse el proyecto.

Nuestra versión de trabajo es Revit 2014 en español con licencia de estudiante universitaria, lo que nos permite trabajar con todo el software completo, pero sin poder utilizarlo para documentos oficiales ni realizar proyectos empresariales o lucrativos.

Gracias a pertenecer a una gran plataforma como Autodesk existe la posibilidad de poder comunicarse y trabajar conjuntamente con diversos programas adicionales de la propia compañía como bien pueden ser Robot Structural, AutoCAD o Building Design. Todo esto nos permite interconectar y facilitar el diseño del proyecto. Aparte de la compatibilidad de los programas internos de la compañía, también existe la opción de crear un archivo de intercambio IFC para trabajar con otros programas, (este tema lo trataremos más adelante en el capítulo de compatibilidad BIM), pero por ahora podremos decir que está la posibilidad de actuar sobre el proyecto con otros programas.

Una de las grandes ventajas que nos ofrece BIM y en este caso Revit es la facilidad de trabajo, usando las librerías de familias gráficas y la relación entre todos los componentes y vistas. Esto significa que al modificar un elemento en una vista, este cambio se produce en todo el proyecto, en sus vistas, cortes o detalles que le afecten.

Revit es un programa que inicialmente puede parecer muy complejo por la gran cantidad información que puede trabajar, pero en realidad es todo lo contrario, gracias a las familias y librerías, que son los elementos con los que trabajamos en Revit y de los que nos surtimos para realizar el proyecto.

Capítulo 1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Para empezar a trabajar con Revit deberemos familiarizarnos con el entorno de trabajo y sus plantillas.

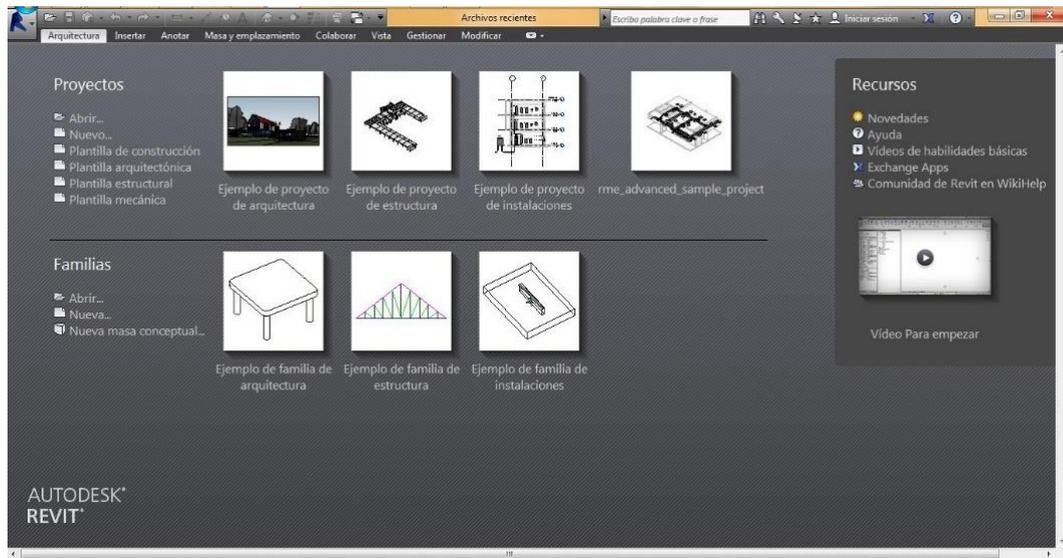


ILUSTRACIÓN 1.5. PANTALLA INICIO REVIT 2014

Posee una serie de plantillas con configuración predeterminada para la elaboración de distintas partes de nuestro proyecto, de este modo podemos diseñar en distintos archivos la parte arquitectónica, estructural, eléctrica o de fontanería. Esto permite trabajar en varias partes del proyecto a la vez y mantener el proyecto actualizado para el resto del equipo de diseño.

Aunque no es el momento adecuado para explicar profundamente la manera en cómo trabaja Revit, este se basa en las llamadas “familias” que son los elementos que nosotros representamos en nuestro modelo. Las familias bien pueden ser las que ya vienen cargadas por defecto o que se pueden incluir más tarde desde la librería que contiene, de proveedores u otros usuarios, o incluso nosotros mismo podremos crear familias propias para introducirlas a nuestro proyecto.

En el entorno de trabajo se diferencian tres grandes zonas: en la zona central tenemos el visor del proyecto donde visualizamos nuestro proyecto, en la parte superior se encuentran los menús y grupos de trabajo, y en la parte izquierda tenemos las propiedades del elemento o familia y la paleta de navegación del proyecto.

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

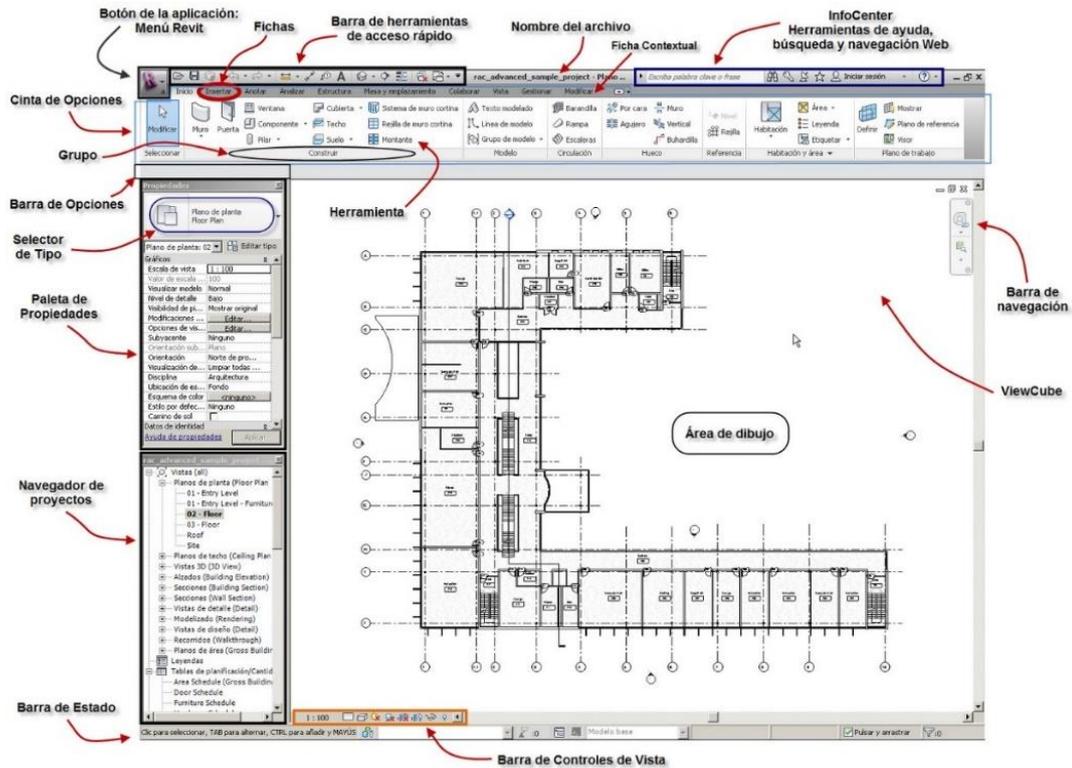


ILUSTRACIÓN 1.6. ENTORNO DE TRABAJO REVIT

Los primeros pasos que debemos de dar una vez familiarizado con el entorno de Revit es empezar a planificar los distintos niveles de edificación que vamos a tener (planta baja, primera planta, azotea, cimentación, etc.) seguidamente podremos comenzar a diseñar y modelar nuestro proyecto (muros, suelos, estructuras, etc.) podremos detallar las propiedades de los elementos ahora o más tarde.

1.3.2 Software de instalaciones: CYPECAD MEP

CYPE Ingenieros es un software diseñado para profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción.

El software CYPE Ingenieros abarca tres áreas fundamentales en la elaboración de un proyecto:

- Diseño y análisis estructural
- Diseño y análisis de instalaciones. (CYPECAD MEP)

Capítulo 1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

- Gestion de obras y documentos del proyecto

CYPECAD MEP es un subprograma dentro del bloque instalaciones de los que posee la estructura CYPE Ingenieros, en el que se calculan todo lo referido a las instalaciones MEP “Mechanical Electrical Plumbing”.

Este subprograma engloba toda la parte de instalaciones que se puede realizar sobre una edificación siguiendo la normativa del CTE “Codigo Tecnico de Edificacion” vigente para los edificios en España.



ILUSTRACIÓN 1.7. ICONO CYPE INGENIEROS 2015



ILUSTRACIÓN 1.8. LOGOTIPO CYPECAD MEP

Si hablamos del conjunto del programa CYPE Ingenieros es un programa dirigido para diseñar un proyecto y poder obtener presupuestos y toda la memoria necesaria para la ejecución del proyecto. Aunque parezca que CYPE es mucho mas completo que otros programas como Revit o Archicad, en realidad no lo es porque todavia no esta implementado en una metodologia 100% BIM, aunque si es capaz de interrelacionar y ayudar con proyectos BIM, como importar y exportar los archivos “ifc” con los que intercambian la informacion los proyectos BIM. Pero no esta englobado dentro de la citada metodologia BIM.



ILUSTRACIÓN 1.9. VENTANAS DE BIENVENIDA DE CYPE Y CYPECAD MEP

En este caso también se ha hecho uso de la posibilidad de obtener una licencia gratuita en nivel universitario gracias al convenio que tiene esta empresa con la universidad de Valladolid. CYPE tiene el contrato y respaldo para certificar que habiendo hecho un buen uso del programa el proyecto cumple con todos los condicionantes vigentes del CTE.

1.3.3 Visualizadores: BIM Vision

BIM Vision es un visualizador gratuito de modelos IFC. Permite visualizar los modelos procedentes de sistemas CAD tales como Revit, ArchiCAD, Graitec, DDS-CAD, Tekla, VectorWorks, Bentley y otros, sin la necesidad de comprar una licencia comercial de estos sistemas. Bim Vision muestra los modelos en formato IFC 2x3. Tiene muchos recursos para revisión incorporados y es uno de los primeros visualizadores con un interface de programación abierto.

Podemos destacar como características potenciales:

- Visualizar el modelo usando la estructura de diseño, tipos de elementos y capas,
- Colorear elementos dependiendo de su tipo,
- Ajuste de niveles de transparencia, cortes y opciones para generar secciones,
- Vista 3D, proyecciones y fachada en 2D,
- Visualización de propiedades asignadas al elemento en el fichero IFC,
- Medida digital de volumen, área, longitud y distancia.



ILUSTRACIÓN 1.10. LOGO BIM VISION

1.3.4 Renders y presentaciones: LUMION

Render es un término inglés que proviene del ámbito de la informática y del diseño 3D para hacer referencia a una imagen, video o animación partiendo de un modelo virtual. Es decir, su objetivo es obtener una imagen lo más natural y real posible con su geometría, textura e iluminación según ha sido diseñado.



ILUSTRACIÓN 1.11.
ICONO SOFTWARE LUMION

LUMION es un software muy útil para realizar estos renders de los proyectos. Siendo una de las mejores opciones si se quiere obtener imágenes que apenas se diferencian de la realidad de lo que será el proyecto construido, o para proyectar un video animado desde distintos ángulos del edificio y hacer un recorrido tanto interiormente como del exterior planteando un entorno más atractivo que el simple edificio, con agua, montañas, bosques, e incluso personas en movimiento, etc. Es por ello, que aunque no cuenta con versión educativa, dada la elevada calidad de los resultados que ofrece este programa, nos hemos decantado por su utilización en su versión de prueba.

El mayor hándicap que tiene este programa es la necesidad de unos requisitos muy elevados de hardware tanto tarjeta gráfica, procesador, como memoria RAM. En ningún momento el programa pide unos mínimos, pero si estos son muy bajos el programa no podrá con grandes archivos. Esto lo convierte en un programa no muy accesible desde cualquier ordenador, a pesar de tener versión libre y con menos características. Por eso debido a la falta de medios informáticos no se ha podido realizar estudios con profundidad sobre este programa.

Un ejemplo de lo que puede llegar a realizar un buen renderizado es el mostrado. A la derecha tenemos el modelado lo más realista que nos podría dar un software de modelado y a continuación tenemos el render de LUMION. Como se puede observar prácticamente parece una imagen real. Hay que reseñar que al necesitar grandes prestaciones de hardware, este ejemplo esta obtenido desde webs que



ILUSTRACIÓN 1.12. RENDER DEL PROGRAMA DE
MODELADO

destacan y hablan sobre este programa y analizan más en profundidad sus posibilidades.



ILUSTRACIÓN 1.13. RENDER REALISTA REALIZADO POR PROGRAMA LUMION

1.3.5 Cloud Autodesk 360

A pesar de que no es un software para modelado de BIM nos ha sido de gran utilidad la extensión “CLOUD” de Autodesk llamado Autodesk 360. Con lo que se tiene la posibilidad de trabajar online con todos los archivos de esta compañía, de este modo y debido a que los archivos de Revit son muy pesados, esto nos facilita el trabajar desde distintos ordenadores en los que esté instalado este pequeño programa o plugin. Esto es muy útil también para trabajar con distintas personas sobre un mismo proyecto. Además aunque no se puede trabajar sobre una tablet o Smartphone existe una aplicación móvil para poder visualizar y tener seguimiento de las actualizaciones de los archivos que se tienen y comparten.



ILUSTRACIÓN 1.14. LOGO AUTODESK 360

2 APLICACION EN MODELADO BIM

2.1 Tipo de proyecto a desarrollar

Para aplicar la metodología BIM vamos a desarrollar el proyecto de una nave industrial para la fabricación de las palas y cabezas de los aerogeneradores. Para ello se ha buscado una parcela de amplias dimensiones en un polígono industrial con fácil acceso para mercancías voluminosas. Por lo que el lugar elegido ha sido la parcela nº M09-01 del polígono “Canal de Castilla” situado en los términos municipales de Cabezón de Pisuerga, Cigales y Corcos del Valle, entre los p.k. 109 y 112 de la A-62. Junto al enlace de la Ronda exterior Sur de Valladolid. A 12km de Valladolid, a 31km de Palencia y a 110km de Burgos. A 25km del aeropuerto de Villanubla (Valladolid) y próximo a la Autovía Valladolid – León.

Coordenadas: 41° 45' 27.71" N 4° 38' 1.74" W



ILUSTRACIÓN 2.1. PLANO DE SITUACIÓN POLÍGONO “CANAL DE CASTILLA”



ILUSTRACIÓN 2.2. PLANO DE LOCALIZACIÓN

Las propiedades de esta parcela atendiendo al Planteamiento Urbanístico y Ordenación del Territorio, vienen determinadas por el PLAN PARCIAL CORRESPONDIENTE AL DESARROLLO DE SUELO INDUSTRIAL EN CABEZÓN DE PISUERGA, CIGALES Y CORCOS DEL VALLE que posee las siguientes definiciones:

Edificabilidad: Industria flexible de $0,735295\text{m}^2/\text{m}^2$

Ocupación: Sin Retranqueos

Altura: 13m (Baja+2)

La parcela tiene una superficie de $267.597,00\text{m}^2$.

Todo el polígono dispone de Agua de Red Municipal, Depuradora Municipal, Red Eléctrica de baja y media tensión, comunicación de voz y datos y Gas Natural.

Este polígono ha sido diseñado y proyectado por la empresa ADE Parques Tecnológicos y Empresariales.

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

Para nuestro análisis, la edificación de la nave tendrá unas dimensiones de 40x100m, y una altura de 12,2m. El edificio se dividirá en dos partes, una para oficinas que tendrá planta baja y primera planta con unas dimensiones de 40x15m a una altura entre forjados de 4,5m y una altura útil de 3,5m. El resto de la edificación se destinara al proceso de fabricación/montaje. Dispondrá de dos zonas exteriores de aparcamiento diferenciado, una para empleados de la fábrica y otra para visitas y clientes, así como otra zona de descanso o zona libre, y por supuesto el resto del espacio de la parcela es destinado al almacenamiento de las piezas que se vayan fabricando, u otros usos.

Desde la fachada principal se tendrá acceso a la zona de oficinas, además de dos entradas laterales y una trasera directas a la nave. También se dispondrá de tres zonas de carga/descarga, dos situadas en la parte trasera de la nave y otra en el lateral principal, estas zonas servirán tanto para sacar las piezas ya fabricadas mediante los puentes grúa, como para la entrada de camiones con material necesario para la fabricación.

En la planta baja de oficinas se dispone de un acceso directo a la zona de fabricación/montaje, así como otro desde la planta superior de trabajo mediante unas escaleras. Además todas las estancias contiguas a la nave tendrán acceso desde la misma.

En el interior de la nave deberá haber al menos un puente grúa encargado de movilizar las piezas más voluminosas y pesadas posibles tanto dentro de la nave como también para sacarlas fuera de la zona de fabricación al exterior.

La fachada principal se realizará en muro cortina con vidrio reflectante cuyos montantes serán metálicos vistos a interior, los muros laterales de las oficinas serán de ladrillo con entramado metálico y revestimiento de piedra caliza, el resto de los muros exteriores serán de ladrillo cara vista con entramado metálico. Tendrá una cubierta inclinada de chapa galvanizada con una pendiente de 30°. La cubierta dispondrá de claraboyas distribuidas a lo largo de la nave.

El programa de necesidades tanto de la zona de oficinas como la zona de fabricación y montaje, con su superficie útil, será la siguiente:

Oficinas planta baja:(600m²)

- Vestíbulo (107m²)

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

- Despacho Jefe (27m²)
- Sala Reuniones 1 (48m²)
- Despacho 2 (20m²)
- Sala 1 (14m²)
- Sala 2 (14m²)
- Reprografía (14m²)
- Sala Reuniones 2 (53m²)
- Sala Reuniones 3 (35m²)
- Aseos Hombres (8m²)
- Aseos Mujeres/Personas de movilidad reducida (10m²)
- Archivo (22m²)
- Despachos nave (28m²)
- Sala descanso (36m²)
- Sala caldera y maquinas (11m²)
- Vestuario Hombres (38m²)
- Vestuario Mujeres (40m²)

Oficinas planta 1: (600m²)

- Zona de Trabajo (497m²)
- Sala 3 (49m²)
- Sala 4 (53m²)

Zona fabricación/montajes: (3363m²)

- Zona de trabajo
- Talleres y almacenes pequeños

Instalaciones disponibles

En todas las zonas de oficina se realizara la instalación eléctrica con tomas de corriente monofásica schuko y luminarias, así como sistema de fontanería y saneamiento en las zonas de aseos y vestuarios, además de la recogida de aguas pluviales. El sistema de ventilación y calefacción realizado en la zona de oficinas se realizara por conductos de ventilación instalados en el techo de las plantas, entre el falso techo y el forjado superior.

En la zona de nave se instalaran tomas de corriente monofásicas y trifásicas, y luminarias ancladas en la estructura, además del sistema de recogida de aguas pluviales.

La zona exterior también poseerá instalación lumínica, incluidas las zonas de carga/descarga de la nave, que tendrá luz adicional.

2.2 Modelización del proyecto

Para el modelado de esta edificación se ha utilizado el software Revit 2014, el cual se ha descrito brevemente y que ahora pasaremos a profundizar en él y como es su metodología de trabajo para el modelado de los proyectos.

Comenzaremos por describir con más profundidad el entorno de trabajo y sus propiedades.

En la parte superior de la pantalla encontraremos lo que llamaremos *fichas*, en las que nos encontraremos con una serie de comandos agrupados según su finalidad y característica. Desde aquí es donde se interactúa y trabaja el modelo. Destacaremos las fichas más importantes y sus componentes más utilizadas:

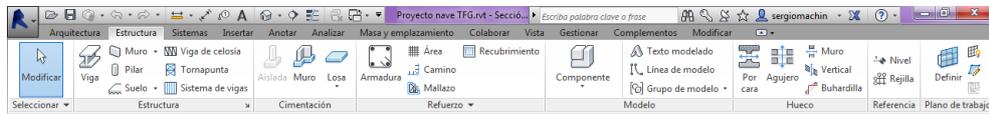
Arquitectura:

Desde aquí introduciremos todos los elementos arquitectónicos de nuestro proyecto (suelos, muros, pilares, etc.), también definiremos los niveles y rejillas que necesitaremos emplear en nuestro proyecto.



Estructura

En esta ficha tendremos todo lo necesario para realizar la parte estructural del modelado, además de todos los distintos sistemas de cimentación y refuerzos necesarios para soportar las cargas.



Sistemas

Aquí encontraremos los grupos que se necesitan para la realización de cualquier instalación que vaya a disponer el modelo, (climatización, saneamiento, electricidad, comunicación, etc.)



Insertar

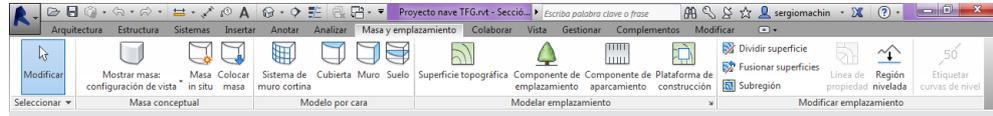
Lo utilizaremos sobre todo para cargar más familias al proyecto para poder utilizarlas y gestionar nuestros vínculos insertados.

Anotar

Como su propio nombre da a entender esta ficha se utiliza para colocar los textos, cotas y anotaciones pertinentes para que sea más entendible cuando presentamos los planos.

Masa y emplazamiento

Realizaremos la delimitación de nuestro entorno constructivo así como distintas zonas de terreno diferenciadas, aparcamientos y elementos decorativos de nuestro proyecto.



Colaborar

En un proyecto en el que intervengan varias personas asignadas cada una a distintos ámbitos dentro el mismo, desde aquí son gestionados los permisos de edición del modelo y su actualización al proyecto raíz.

Vista

Editaremos y crearemos distintas vistas de nuestro proyecto (planos de planta, secciones, detalles, vista 3D, etc.), así como los renders o elementos gráficos necesarios. Desde aquí se crean los planos finales que servirán como documentación.

Gestionar

En esta ficha se ubicaran todas las propiedades generales y configuraciones de nuestro proyecto, así como podremos ubicar nuestro proyecto en su localización geográfica.

Modificar

Veremos las propiedades y tendremos herramientas típicas de edición del proyecto (giro, alineación, copiar, mover, etc.) y una muy importante y útil es la ocultación de elementos que no queramos que se vean.



Otra de las fichas que salen eventualmente es la edición de elementos que modificamos sus bocetos o contornos, de modo que deberemos verificar y confirmar los cambios realizados, cuando nos aparece esto el modelo pasa a un segundo plano, aclarándose los elementos y

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

resaltándose los elementos que estamos editando o delimitado por líneas fucsias.



Para confirmar los cambios o elementos creados clicaremos el tic verde y en caso de no querer confirmar las modificaciones clicaremos en la cruz roja rechazando los cambios.

Bien a la izquierda, derecha, o en ambos a la vez se encuentra la paleta de propiedades y el navegador del proyecto, en la paleta de propiedades podremos caracterizar y modificar a nuestro gusto las propiedades y valores del elemento seleccionado. En el navegador del proyecto nos encontraremos con las distintas vistas del proyecto, secciones que tenemos (planos de plantas, secciones, vistas 3D, etc.), las familias de datos que tenemos cargadas, leyendas, e incluso los planos que posteriormente entregaremos como documentación. Si cabe destacar que en la paleta de propiedades si no tenemos seleccionado ningún elemento podemos editar y modificar las propiedades de la vista actual, es decir, cambiar la escala, calidad de visualización, elementos visibles según categorías, y varias propiedades más útiles según el tipo de vista que necesitemos. En este apartado vamos a destacar y describir un poco más cómo podemos modificar las opciones de visualización, en la opción *modificaciones de visibilidad/gráficos* podemos elegir que elementos se representan en nuestra vista, tipos de trazas, transparencias o nivel de detalle diferenciado del defecto de la vista.

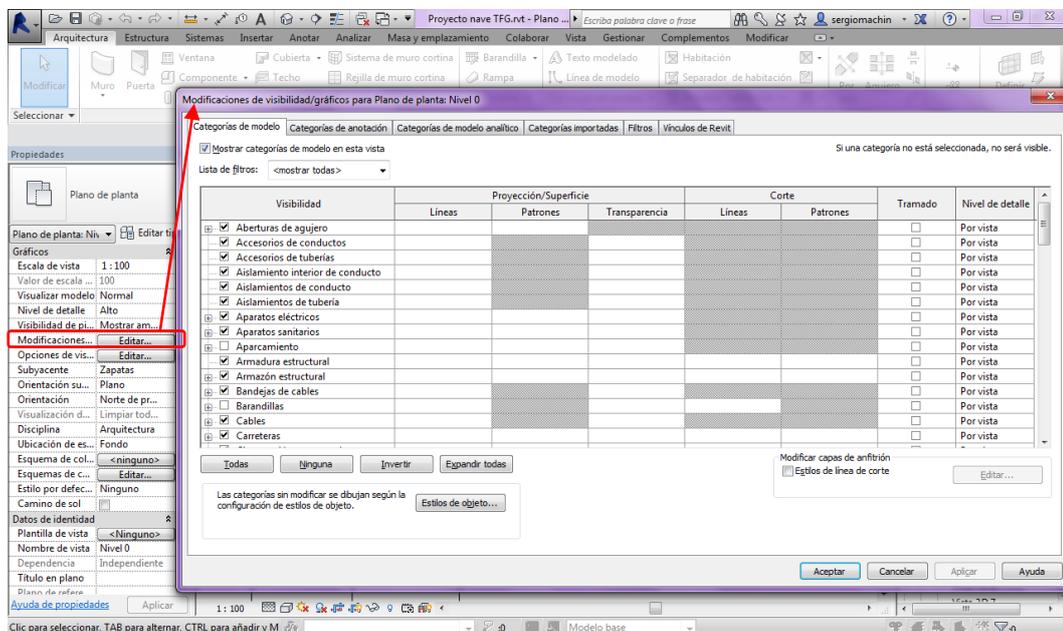


ILUSTRACIÓN 2.3. VENTANA GRAFICA PARA MODIFICAR LOS ELEMENTOS DE LA VISTA

En el centro de la ventana, como cabe de esperar, se encuentra el área de dibujo y visualización del proyecto.

NUESTRO MODELADO:

Ahora empezaremos a describir como se ha ido modelando el proyecto.

Comenzaremos creando un nuevo proyecto en el que deberemos elegir la plantilla arquitectónica, la cual ofrece mayor versatilidad para trabajar y facilidad para modelar nuestro proyecto.

En nuestro proyecto hemos definido 5 niveles (zapatas, planta baja, primera planta, nivel techo y cerchas), seguidamente se ha empezado a modelar el edificio con las especificaciones mencionadas en apartados anteriores. Primero como en todo edificio empezaremos por la cimentación de zapatas y vigas riostras, también introduciremos barras corrugadas para el armado. Elevaremos los pilares tanto de hormigón en la zona de oficinas como los perfiles metálicos en la nave hasta el nivel de cerchas. Subiremos al nivel superior y colocaremos el suelo de nave y de las oficinas, evidentemente el suelo de la nave no será de las mismas características que en las oficinas, debido a la gran carga que deberá soportar la plataforma de la nave. El suelo de la nave será una solera, mientras que las oficinas serán forjados, beneficiándose así de aislarlo para evitar humedades y que sea más frío.

Para terminar la parte estructural del proyecto colocaremos las cerchas de pórticos entre los distintos pilares situados en nuestro caso a una distancia de 5 metros y las correas colocadas cada 2,5 metros lineales.



ILUSTRACIÓN 2.4. IMAGEN ESTRUCTURA DE LA NAVE

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

En este punto en el que tenemos toda la estructura realizada podemos hacer un cálculo de la misma mediante los programas mencionados, exportándola como primera opción a ROBOT y luego este mismo nos devolvería una actualización de la estructura y perfiles necesarios. El cálculo de la estructura no ha sido tratado en este proyecto,

Ahora que está la edificación vacía y muy fácil de visualizar procederemos a colocar las escaleras, en este caso hay varias formas de colocarlas, una es por tramos e indicando entre que niveles se van a realizar, Revit calcula el número de peldaños que se necesitan según los parámetros de huellas y contrahuella que se hayan introducido. Otra forma de hacerlo es realizando manualmente el boceto, tanto del hueco de las escaleras como de los peldaños que Revit nos facilita con distintas propiedades y ventanas que se van abriendo según lo que queramos realizar, incluido descansillos, barandillas y soportes laterales. Aunque en ambos casos deberemos realizar un vaciado o modificación del boceto del suelo para el hueco de las escaleras.

A continuación empezaremos a levantar muros tanto interiores como exteriores. Insertaremos puertas, ventanas y elementos en los muros que consideremos necesarios. Los muros y pilares, podremos conectarlos directamente al nivel siguiente u otro que elijamos, o podemos definirlos a una altura concreta.

Para la colocación del muro cortina empezaremos colocando un muro normal en nuestra posición elegida, que posteriormente le cambiaremos el tipo a un muro cortina. Entonces podremos modificar el número de montantes tanto verticales como horizontales y su longitud, lo que nos permitirá modificar una parte de la zona baja para poder cambiar el tipo de cristal e introducir una puerta del muro cortina, ya que en esta tipología de muros no se pueden insertar las puertas normales desde la opción *puertas*. También podremos elegir el tipo de vidrio utilizado, así como que tenga parte de reflexión y todos los materiales que componen el muro cortina.

En nuestro caso hemos decidido colocar un falso techo modulable de escayola, y lo situamos a una distancia de 1 metro del forjado superior. En este punto por ejemplo deberemos modificar los muros interiores que no queramos que lleguen hasta el forjado superior para evitar interferencias con posibles instalaciones que recorran este hueco, de modo que nos situaremos en una vista de sección que se vea el techo o en una vista 3D, seleccionaremos todos

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

los muros y aplicaremos la opción de enlazar la parte superior del muro y la aplicaremos sobre el techo.

Es importante resaltar que todos los elementos (suelos, muros, pilares, puertas, etc.) tienen dos formas de modificarlos, la primera es decidir qué tipo de elemento definimos dentro de la familia a la que pertenece y la segunda es modificar las propiedades tipo pinchando “editar tipo”, en este caso todas las modificaciones que realicemos dentro afectarán a todos los elementos que tengamos del mismo tipo en el proyecto. Una opción para evitar modificar todos, y si solo queremos modificar el que hemos seleccionado deberemos hacer un duplicado del tipo. En este último caso es recomendable renombrar el elemento como queramos diferenciarlo.

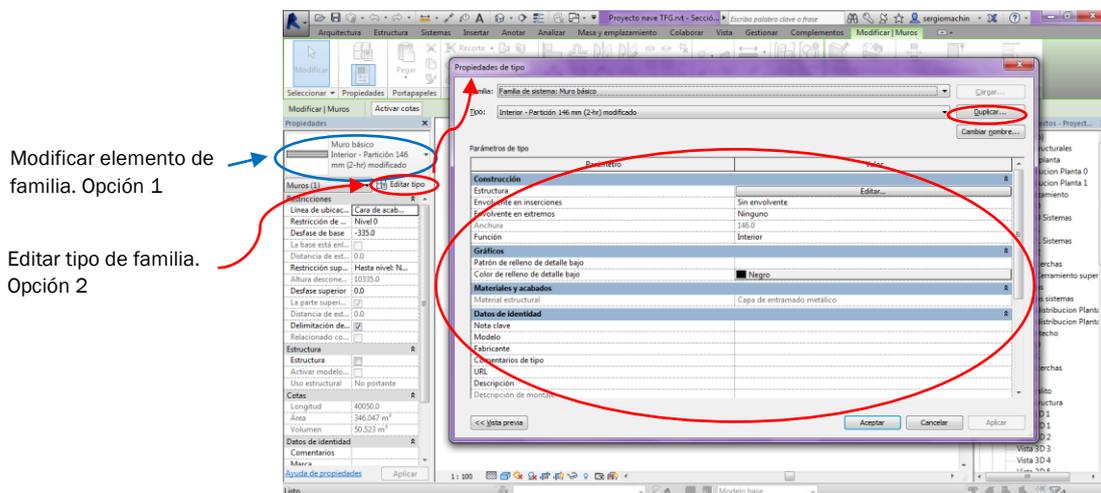


ILUSTRACIÓN 2.5. MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y TIPOS

A continuación colocaremos la cubierta por extrusión, situándonos en una vista perfil o de sección y delimitamos el perfil que queremos, en este caso seguiremos una línea paralela a las cerchas.

Si fuera necesario modificar algunos de los bocetos de los elementos, es posible editar la familia Revit a la que pertenece, esto lo haremos haciendo doble clic o seleccionando el elemento con el botón secundario aparecerá la opción editar familia, sobre el elemento que queremos modificar. Se abrirá una nueva zona de trabajo de Revit con alguna diferencia en el entorno visual. Donde podremos modificar diferentes apartados según al tipo de familia que pertenezca, una vez realizados los cambios oportunos deberemos cargar el elemento a nuestro proyecto y tendremos la opción de guardar el archivo de familia si queremos utilizar esta misma modificación en otro proyecto diferente.

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

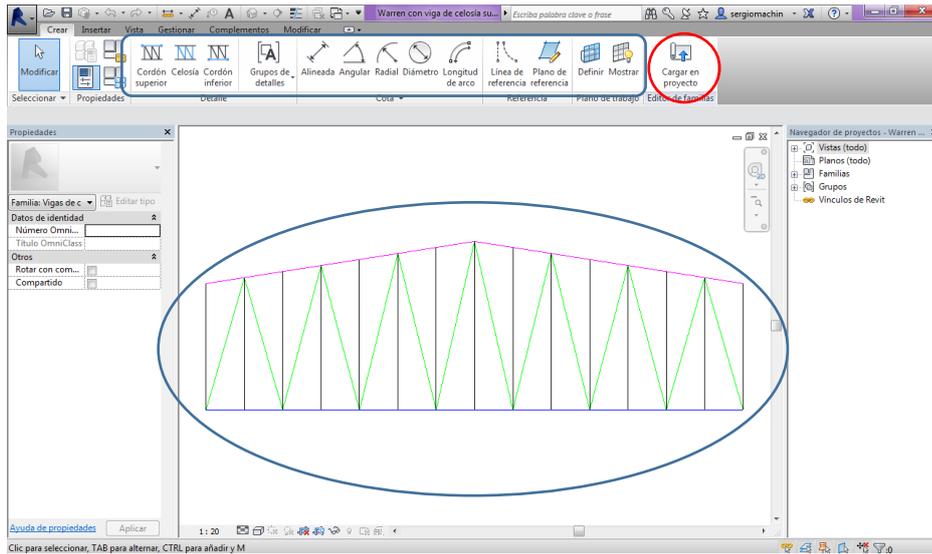


ILUSTRACIÓN 2.6. EDICIÓN DE FAMILIA

Una vez terminada la parte constructiva podremos introducir elementos de detalle como pueden ser mesas, muebles, elementos de baños u otros componentes, también se pueden “pintar” las diferentes habitaciones individualmente, dar texturas a los suelos y resto de elementos.



ILUSTRACIÓN 2.7. ZONA DE TRABAJO

A pesar de que el emplazamiento del edificio se puede realizar desde el principio, en nuestro caso se ha optado por dejarlo prácticamente al final. Para ello, deberemos situarnos en el plano de “emplazamiento” y seleccionando la pestaña “masa y emplazamiento” desde

donde colocaremos una superficie topográfica. Esta acción se puede realizar de dos modos, o bien por puntos delimitando la zona donde se ubica o que queremos representar incluyendo la cota de elevación de cada punto, o bien tenemos la opción de importar un archivo base. Ahora deberemos realizar una plataforma de construcción donde esté ubicada nuestra edificación, lo que conseguimos con esto es realizar una excavación en el terreno, tanto para poder ver por debajo del nivel de tierra como para cuantificar el movimiento de

tierras en su posterior listado. Dentro de nuestra superficie de topográfica podremos dividirla en tantas zonas como queramos para poder diferenciar distintos materiales y zonas (aparcamientos, parques, zonas asfaltadas, de tránsito, etc.). También podremos insertar distintos elementos decorativos de emplazamiento como pueden ser vehículos, arboles, personas, elementos decorativos exteriores y un sinnúmero de familias más que podemos descargar de internet.

Para un mejor uso del programa, crearemos habitaciones delimitadas por los muros y suelos que las componen, así luego podremos identificarlas y analizar otros datos. Nos situaremos en una vista de planta y en la ficha *Arquitectura* seleccionaremos *Habitación*, a la vez que creamos una nueva habitación, se nombra de forma clara para identificarla



ILUSTRACIÓN 2.8. RENDER DESPACHO OFICINAS

según el uso que vaya a tener (despacho, sala reuniones, vestuarios, etc.). Como en todo proyecto si vemos que va a quedar muy sobrecargado de símbolos, textos u otros elementos, podemos realizar un duplicado del plano de planta, nos dirigimos al navegador del proyecto y con el botón secundario seleccionaremos duplicar vista.

Ahora podremos realizar las vistas y configuraciones necesarias para poder presentar los planos necesarios, así como lista de materiales, mediciones u otros datos necesarios. Para la realización de los planos, y su correspondiente cajetín, existen familias ya diseñadas para ello y solo tendremos que dirigirnos a la ficha *Vista* y seleccionar la herramienta *plano*, donde elegiremos el cajetín o cuadro de rotulación como lo llama Revit, posteriormente insertaremos las vistas que deseemos con el comando *Colocar vista*.

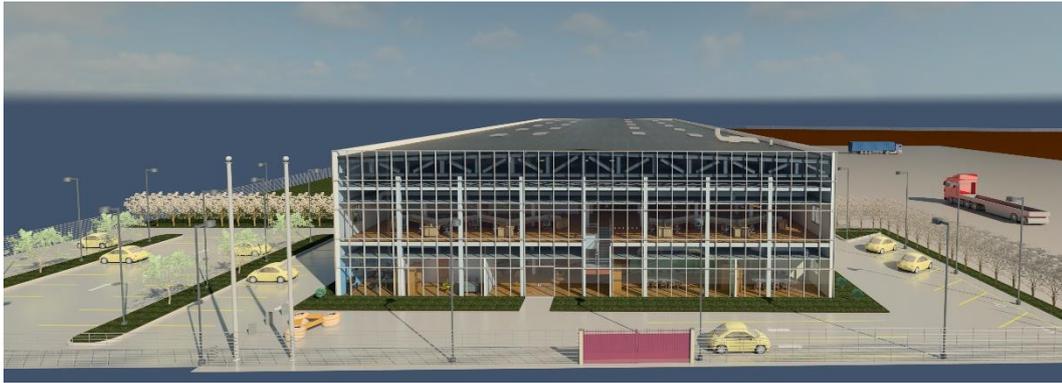


ILUSTRACIÓN 2.9. VISTA FRONTAL

Para ver/crear las *Tablas de planificaciones/cantidades* que Revit nos facilita tendremos que dirigirnos al navegador, donde hay unas cuantas creadas por defecto, o bien podemos crear nosotros las que necesitemos con los parámetros que más nos convengan, esto lo realizaremos desde la misma ficha vistas, con la opción *Tablas de planificación*, existen multitud de posibilidades y de filtros para crear nuestras tablas de datos según las queramos.



ILUSTRACIÓN 2.10. INTERIOR NAVE



ILUSTRACIÓN 2.11. VISTA ANGULAR

2.3 Estudio de instalaciones a desarrollar

En este apartado trataremos del método para modelar las instalaciones que puede presentar nuestro proyecto.

Debido a que, en este caso, el proyecto es responsabilidad de una sola persona y no hay subdepartamentos encargados de diseñar otras partes del proyecto no es necesario contemplar la posibilidad de compartir el “proyecto raíz” del cual partirían todos los subproyectos y que nunca es modificado directamente, sino mediante los subproyectos asignados a personas autorizadas a poder modificar esa parte. Es decir, la persona encargada de realizar los cálculos estructurales es la única que tiene permisos para poder modificar la parte de cimentaciones y estructuras del proyecto, o si alguien diferente se encarga de las instalaciones eléctricas pues solo puede aplicar cambios sobre las propiedades eléctricas. Por eso en este proyecto se ha utilizado otro método para el estudio de las instalaciones MEP, que comentaremos a continuación.

2.3.1 Vinculación de archivos

Una vez modelada la edificación, crearemos un nuevo proyecto, pero ahora con la plantilla de mecánica, fontanería o electricidad. Ahora lo que haremos será introducir los elementos arquitectónicos y otras referencias de nuestro proyecto en este nuevo mediante el método de vinculación, iremos a la ficha *Insertar* y haremos clic sobre *Vincular Revit*, buscaremos la ruta donde tengamos nuestro proyecto raíz y elegiremos en la opción de posicionamiento la de “Automático origen a origen” para que luego podamos ir a nuestro proyecto raíz y realicemos los mismos pasos para visualizar las instalaciones si queremos que aparezcan en el proyecto general.

Seguidamente deberemos sincronizar los niveles de nuestro proyecto raíz con el nuevo que estamos haciendo de modo que si uno se mueve el otro también. Los pasos que deberemos realizar son los siguientes:

1. Eliminaremos todos los niveles que tengamos creados anteriormente. Habrá uno que no podamos eliminar, ya que Revit nos lo impide por la necesidad de tener al menos un nivel, ese lo dejaremos apartado para posteriormente eliminarlo.
2. Bloquearemos el modelo vinculado para evitar movimientos indeseados.
3. Nos dirigiremos a la ficha *Colaborar* y seleccionaremos *Copiar/Supervisar*, luego en *seleccionar vínculo*.
4. Seleccionaremos el vínculo resaltado por el cuadro azul en el área de dibujo.
5. En la nueva ficha que se abre automáticamente seleccionaremos *Copiar*. Seleccionaremos los niveles, rejillas o elementos que vayamos a necesitar del modelo principal. Una vez finalizado deberemos pulsar *Finalizar*.
6. Ahora podremos eliminar si queremos el nivel que nos faltaba anteriormente por eliminar.

Ahora los niveles copiados se mostrarán en el proyecto actual. Al seleccionar un nivel copiado, el icono de supervisión  aparecerá junto al mismo para indicar que está relacionado con el nivel original del modelo vinculado.

Después de haber realizado estos pasos para tener una copia idéntica y trabajar conjuntamente sobre el modelo arquitectónico, podemos disponernos a realizar las instalaciones que queramos ya que cualquier modificación en los niveles del proyecto raíz se verán modificados en el nuevo y no se nos olvidara ningún detalle.

Nuestras propuestas para realizar instalaciones han sido: saneamiento, fontanería, ventilación/calefacción y electricidad.

2.3.2 Modelado de las instalaciones de Saneamiento y fontanería

Lo primero que tenemos que explicar es que Revit al no ser un programa español ni europeo no sigue ninguna normativa válida para nuestro proyecto, con lo que tendremos que hacer unas primeras configuraciones iniciales y posteriormente ir modificando y aplicando nosotros mismos el CTE. Iremos a la ficha *Gestionar* y en el grupo *Configuración* haremos clic sobre *Configuración MEP* y luego en *Configuración mecánica*. Aquí podemos modificar unos valores predeterminados, como la cota inicial de las tuberías principales o ramales, el tipo de material empleado o los elementos de codos y uniones que emplea por defecto.

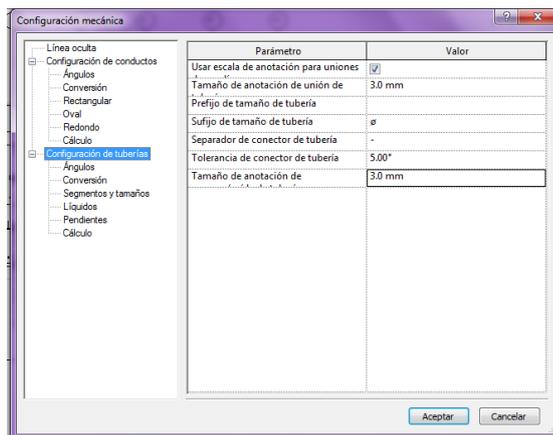


ILUSTRACIÓN 2.12. CUADRO DIALOGO CONFIGURACIÓN MECÁNICA

Anteriormente en nuestro proyecto raíz ya habíamos decidido la posición y colocación de los elementos sanitarios de los que dispondría el edificio. Pues bien aunque en algunos tutoriales o manuales explican que se puede empezar a realizar la conexión de red con estos mismos, la realidad no es esa, ya que

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

en el proyecto raíz deberemos colocar aparatos sanitarios estándar y para el archivo de las instalaciones deberán tener la propiedad MEP para poder conectarlo a tuberías, lo que debemos es volver al colocar entonces los mismos elementos con la característica MEP, con la ventaja de que los vemos y podemos situarlos en el mismo sitio sin mayor problema. Estos se encuentran en la ficha *Sistemas* y pinchamos en *Instalación de fontanería* y los que no encontremos deberemos cargarlos como cualquier otro. Ahora si ya podemos disponernos a realizar nuestro sistema de saneamiento.

Para ello Revit nos ofrece dos opciones, las cuales ninguna de ellas aporta ninguna agilidad aparente. En la primera, seleccionamos los elementos que vayamos a unir en un sistema de red que sean compatibles (saneamiento, agua fría, agua caliente) y en la nueva ficha *modificar aparatos sanitarios* pulsaremos en *crear sistema de tuberías*, donde elegiremos que sistema queremos crear según los elementos que hemos seleccionado y el nombre con el que queremos identificarlo. Ahora pulsaremos sobre el icono de *Generar diseño* , donde Revit nos propone varias soluciones para los elementos seleccionados y también la posibilidad de editar el diseño. Pulsaremos en *finalizar diseño* cuando queramos confirmarlo.

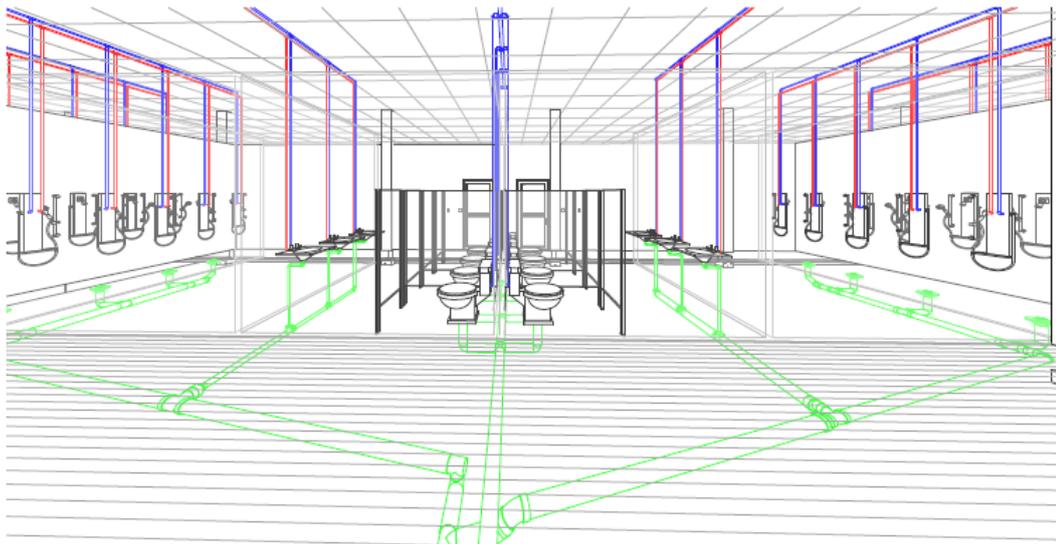


ILUSTRACIÓN 2.13. VISTA 3D SANEAMIENTO Y FONTANERIA

La segunda opción consiste en ir creando nosotros mismos el sistema de tuberías en la ficha *Sistema* seleccionaremos *tubería* y nos dispondremos a diseñar nuestra red de tuberías y ramales con alturas y pendientes que deseemos, pudiendo colocar accesorios y uniones según sean necesarias.

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

Finalmente para conectar los elementos sanitarios a la red de tuberías que acabamos de diseñar deberemos seleccionar el elemento deseado, elegir la opción *conectar a* y marcar el sistema al que queremos conectarlo, finalmente seleccionaremos la tubería con la que la queremos enlazar.

Además se realizará la recogida de las aguas pluviales del tejado, donde se colocaran los canalones a ambas aguas del tejado y sus correspondientes bajantes en este caso situadas cada 10 metros. Esta red de aguas pertenecerá a un sistema de recogida diferente para poder ser filtrado y reutilizado como sistema de llenado de los inodoros y riego de la parcela en la que se ubica la nave objeto del proyecto.

De este modo se crean las redes de saneamiento, agua fría, agua caliente. Diferenciando así el saneamiento en red de aguas fecales o negras y red de aguas grises.

El abastecimiento de agua caliente lo realizaremos mediante un calentador que situaremos en la sala de calderas y máquinas.

Para comprobar que todo está correcto y que no hay ninguna interferencia entre tuberías, conductos, u otros elementos que deseemos chequear. Tenemos la posibilidad de realizar una comprobación de los mismos, podemos ir a la ficha *colaborar* en la que seleccionamos *colaborar*, *comprobar interferencias* y seleccionaremos los elementos que queremos chequear. Podremos entonces comprobar los errores e interferencias y corregirlos.

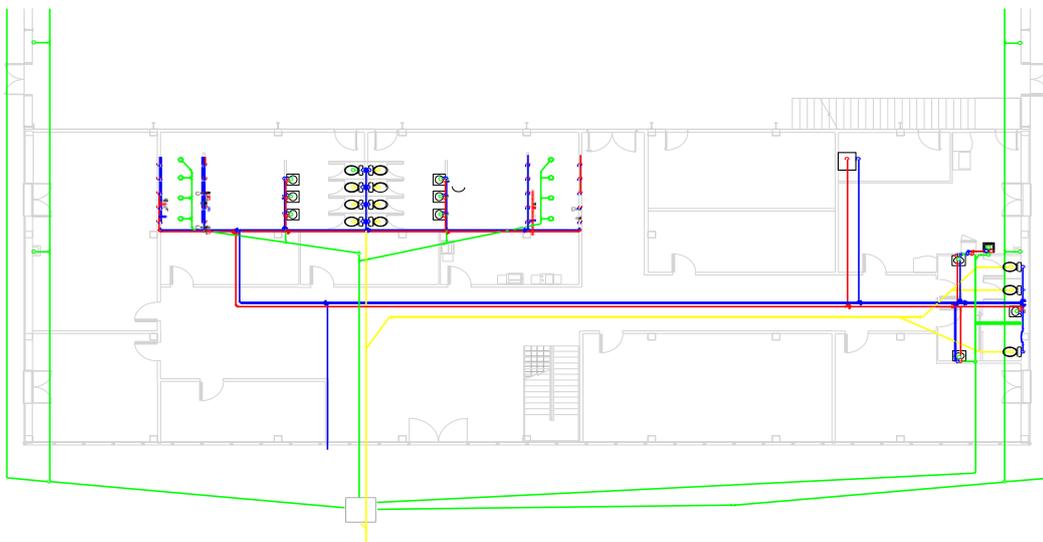


ILUSTRACIÓN 2.14. PLANO DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA

Para mayor detalle e información posible se dispone del plano de saneamiento en la documentación anexa.

2.3.3 Modelado de las instalaciones de Ventilación y calefacción

En esta edificación se ha optado por el diseño de climatización mediante conductos de ventilación, así como de la propia ventilación de las zonas requeridas. De este modo un mismo sistema de conductos nos servirá para calefacción en invierno y refrigeración en verano.

Al igual que en el caso de los sistemas de saneamiento y fontanería deberemos inicialmente pre configurar algunas propiedades y características antes de empezar (dimensión estándar, alturas, uniones, etc.). Cabe señalar que este apartado pertenece a las plantillas mecánicas de Revit. Eso quiere decir que deberemos trabajar con las vistas configuradas en la parte de mecánica.

Posteriormente empezaremos a diseñar nuestro sistema de calefacción y ventilación. En la ficha *Sistemas* tenemos dos opciones, conducto rígido o conducto flexible, esto lo dejaremos totalmente a elección del diseñador. En este proyecto se ha elegido conducto rígido de sección rectangular. Primero crearemos una red de conductos de distribución de toda la planta, tanto en la planta baja como en la primera planta, seguidamente colocaremos los terminales de aire situados a la altura del falso techo y los uniremos a la red de



conductos. Al igual que con la tuberías, los conductos podemos crear distintos sistemas para poder diferenciarlos (suministro de aire, aire de retorno o conducto vacío). Para completar la instalación colocaremos una unidad de climatización en el tejado del edificio.

ILUSTRACIÓN 2.15. VISTA CONDUCTOS VENTILACIÓN

Nota: en este caso no se ha realizado un cálculo del dimensionamiento adecuado de los conductos ni del

flujo de aire que circulara por los mismos, ya que únicamente se ha optado por el planteamiento de la instalación y su modelado.

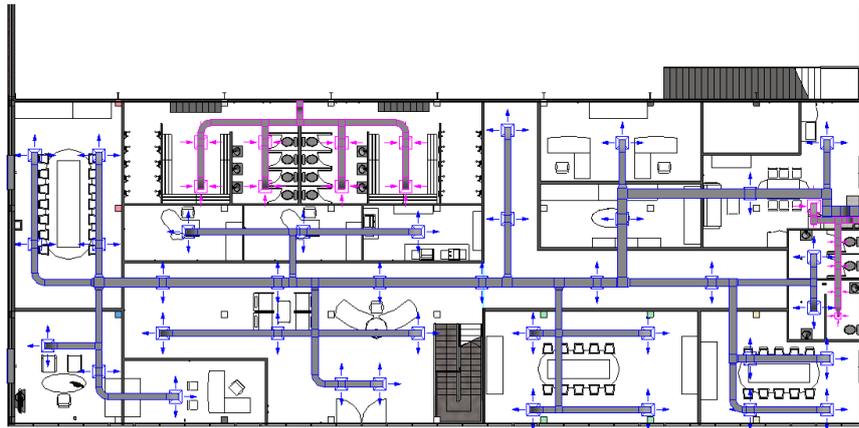


ILUSTRACIÓN 2.16. EJEMPLO PLANO INSTALACION VENTILACION Y CALEFACCION

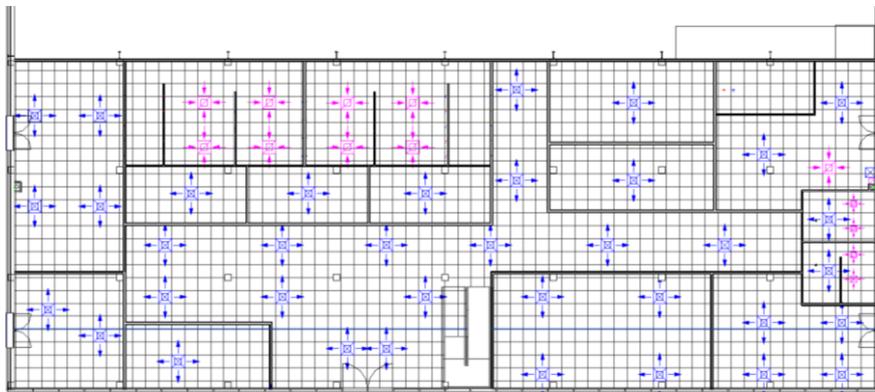


ILUSTRACIÓN 2.17. PLANO TECHO REFERENCIA SALIDAS VENTILACIÓN

2.3.4 Modelado de la instalación de Electricidad.

La sección de electricidad se divide en dos partes una de iluminación y otra de potencia.

Para adaptar la instalación a la normativa española, inicialmente deberemos definir la configuración eléctrica de la que dispondremos más adelante. Ficha Gestionar → configuración MEP → configuración eléctrica. Definiéremos los voltajes que vayamos a necesitar y los sistemas de distribución que tendremos.

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

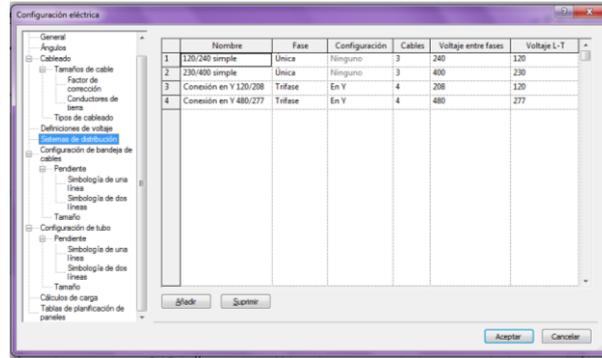


ILUSTRACIÓN 2.18. MODO CONFIGURACIÓN STMA. ELÉCTRICO

Una vez configurado el sistema de red eléctrica que va a tener el proyecto comenzaremos colocando los paneles del cuadro eléctrico, para ello iremos a la ficha *Sistemas* → grupo *electricidad* → *Equipos electrónicos*, y elegiremos uno de los paneles que más se adecúen a la instalación que vamos a realizar, en nuestro caso se han elegido paneles empotrados de 100A monofásicos y trifásicos, divididos de la siguiente manera. Planta Baja, primera planta y nave de bajo voltaje con paneles de 100A monofásicos y un panel trifásico y alto voltaje para la zona de la nave.

Nota: En este grupo debemos tener en cuenta que hay dos tipos de plantillas y subgrupos diferentes, uno de Iluminación y otro de potencia, lo que implica que no todos los elementos que coloquemos en el proyecto se verán en las distintas vistas. Aunque esto se puede solucionar en el apartado de modificaciones de visibilidad/gráficos descrito con anterioridad, es conveniente dejarlas como aparecen por defecto.

Ahora nos disponemos a colocar los elementos de potencia (tomas de corriente simples, dobles, cuádruples, monofásicas o trifásicas) tanto en la nave como en las oficinas, para ello nos dirigiremos a la ficha *Sistemas* → grupo *Electricidad* → *Dispositivo* → *Aparato eléctrico*. Siguiendo un criterio de colocación en cada una de las habitaciones, simularemos que dos de las paredes llevarán más carga y colocaremos tomas cuádruples y en las otras dos paredes colocaremos tomas dobles. En la primera planta al ser un espacio más diáfano se ha elegido otro tipo de distribución de modo que las tomas están colocadas en las columnas o empotradas en el suelo con una toma cuádruple y otra doble, así como otras dobles y simples por las paredes de alrededor. Con el mismo método seguido en las otras dos instalaciones, los elementos, en este caso las tomas de corriente deberán crear un circuito y conectarse al panel correspondiente. Se considerarán los sistemas de protección de 16A y para no

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

sobrepasarlos se crearan circuitos con una toma cuádruple y una simple en cada habitación, así como una similitud en la zona de trabajo de la primera planta. Después de haber conectado la iluminación sacaremos una tabla de planificación de cada panel para ver como se ha conectado todo.

Para ubicar las luminarias y los interruptores deberemos situarnos preferiblemente en los planos de techo de la iluminación y nos dirigiremos a la ficha *Sistemas* → grupo *Electricidad* → *Luminarias*. En este caso tenemos muchas más posibilidades donde elegir entre los distintos tipos, o incluso importarlos de un fabricante que tenga modelos de Revit. Después de haber colocado todas las luminarias que necesitamos, deberemos situar también los interruptores que posteriormente accionararan las luminarias, estos se encuentran en la ficha *Sistemas* → grupo *Electricidad* → *Dispositivo* → *Iluminación*. Ahora tendremos que crear los sistemas y circuitos de encendido de las luminarias, seleccionaremos todas las luminarias que queramos que se enciendan con un interruptor y clicaremos en la ficha *Modificar luminarias* → grupo *Sistemas* → *interruptor* para crear un sistema de luminarias e interruptor, seleccionaremos el comando *Seleccionar interruptor* y elegiremos el interruptor que activara esa selección de luminarias. Ahora seleccionaremos las luminarias que van a pertenecer a la misma línea de alimentación eléctrica, para crear un circuito de alimentación, en la ficha *Modificar luminarias* → grupo *Sistemas* → *Potencia*, editaremos el circuito para añadir los interruptores y seleccionaremos el panel al que pertenecerá.

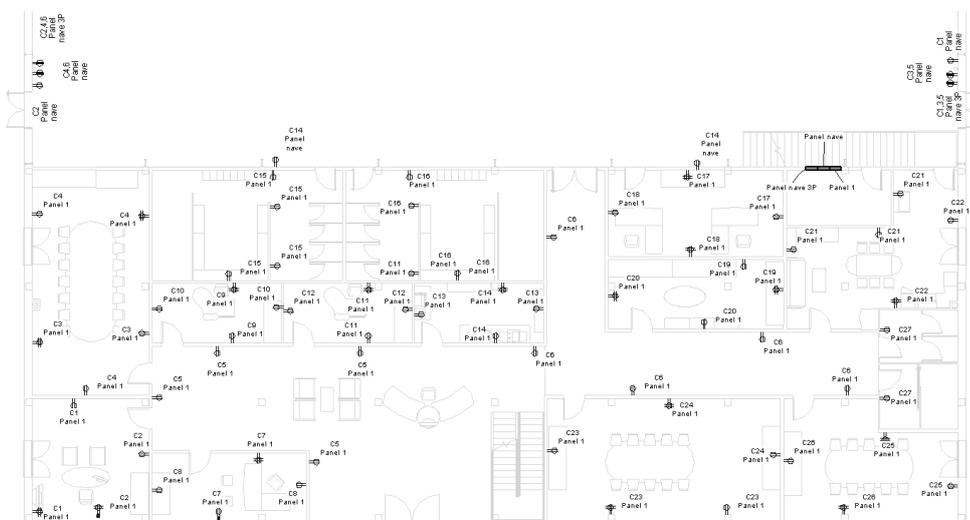


ILUSTRACIÓN 2.19. DISTRIBUCIÓN TOMAS DE POTENCIA

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

En la anterior ilustración podemos observar la distribución de las diferentes tomas schuko repartidas por la planta, así como el circuito y panel al que corresponden su sistema.

También se ha optado por colocar iluminación en el exterior de la fachada así como luminarias auxiliares en el entorno.

Un ejemplo muy visual con el que nos podemos ayudar a la hora de modelar nuestra instalación lumínica es la posibilidad de renderizar en una configuración de baja luminosidad y poder observar cómo se ilumina nuestro espacio.



ILUSTRACIÓN 2.20. RENDER VESTÍBULO CONDICIONES SOL, SIN ILUMINACIÓN.



ILUSTRACIÓN 2.21. RENDER VESTÍBULO CONDICIONES SIN SOL, ILUMINACIÓN ARTIFICIAL



ILUSTRACIÓN 2.22. EJEMPLO PLANO LUMINARIAS

2.4 Documentación disponible

Con Revit podemos obtener la documentación necesaria para nuestro proyecto, ya que como estamos trabajando en modelado BIM este es uno de los beneficios que tenemos a nuestro alcance. Ahora mostraremos algunos posibles ejemplos que podemos hacer.

Primeramente tenemos la posibilidad de documentar los planos como cabría de esperar, solo deberemos elegir el cuadro de rotulación que queramos, en el que posteriormente insertaremos las vistas que necesitemos así como poder colocar sus leyendas o tablas necesarias.

- Plano 1 Distribución general
- Plano 2 Distribución plantas oficina
- Plano 3 Estructuras
- Plano 4 Vistas alzados

Debido a que los modelados BIM nos realizan recuentos y mediciones tanto de materiales como de diversos elementos que hemos insertado en nuestro proyecto, tenemos la posibilidad de obtener *tablas de planificación*, computo de materiales, mediciones de las que podremos obtener cualquier necesidad requerida. Sobre nuestro proyecto.

- Plano 5 Descripción Habitaciones
- Plano 6 Materiales y descripciones suelos
- Plano 7 Computo de materiales

Ya que hemos realizado algunas instalaciones MEP, existe la posibilidad de resumir y obtener tablas que nos faciliten las conexiones de las instalaciones, ya que en un plano muchas veces no se puede detallar o aclarar con precisión ciertos elementos.

- Plano 8 Saneamiento Revit
- Plano 9 Saneamiento CYPE
- Anexo 10 Tabla de planificación de dispositivos de iluminación
- Anexo 11 Tabla de planificación de luminarias

Capítulo 2. APLICACION EN MODELADO BIM

- Anexo 12 Tablas paneles instalación eléctrica

Además de las presentes ilustraciones para ejemplificar los diferentes casos y pasos a seguir durante el modelado del proyecto, se adjunta como anexo más información e ilustraciones visuales del modelado.

- Anexo 13 Otras Visualizaciones y Render

3 INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

3.1 Interoperabilidad BIM

Una de las grandes ventajas que poseen los proyectos BIM es la posibilidad de que los distintos programas que intervienen en el desarrollo de un proyecto puedan interactuar entre sí mediante la extensión de los archivos *.ifc* que nos permiten traspasar toda la información del proyecto en una plataforma compatible, más concretamente se denominan archivos IFC 2x3. Actualmente algunas compañías de software están sacando una nueva extensión denominada IFC 4 que, al parecer, permitirá tener más información y ser más compatible con todos los programas ya que la versión 2x3 no permite la total interconexión, ni traspasa bien la información de un software a otro.



ILUSTRACIÓN 3.1. LOGO EXTENSIÓN ARCHIVOS IFC

El formato de archivo Industry Foundation Classes (IFC) es un modo estándar de intercambio de objetos en la industria de la construcción, pensado para evitar la pérdida de información al transferir archivos entre diferentes aplicaciones. Esto significa que en el entorno de los grandes proyectos o cuyos proyectos son desarrollados por diferentes grupos de empresas, cuando termina el proceso de modelado del edificio, y durante el mismo, para compartir información con distintos departamentos se puede enviar una versión de dicho modelado con la extensión *ifc* al contratista u otra

persona para que lo visualice, acepte o modifique aspectos sin la necesidad de tener el programa empleado por el diseñador. Existen en el mercado software libres que permiten la visualización del proyecto mediante los archivos IFC, como el mencionado BIM Vision.

Desde Revit para crear el archivo IFC de nuestro proyecto deberemos dirigirnos al menú principal localizable por el logotipo de la aplicación y elegir la opción *Exportar → Guardar como archivo IFC*. Donde se nos abrirá la típica ventana de comandos de guardar archivo y podremos elegir la versión IFC que más nos convenga.

Como se ha comentado, por el momento la última versión de archivos IFC se denomina 2x3 utilizando solo parte de toda la extensión del proyecto, pero se está empezando a implantar cada vez más por las compañías de software la versión IFC 4, la cual al parecer según las noticias y avances que hacen tanto

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

los compañías de software como primeras personas que prueban estas versiones es que cada vez es más compatible e interactivo entre distintas plataformas, lo que facilita la transmisión de información y contenidos, además una de las últimas novedades que se escucha sobre esta versión es la posibilidad de introducir la normativa ISO 2013 en este ámbito. Por el momento Revit no ha implementado la opción de archivo IFC 4, pero se espera que en versiones futuras lo implemente.

Del mismo modo Revit también es capaz de recibir y leer archivos IFC, para esto nos dirigiremos al menú principal y elegiremos la opción de *Abrir archivo*, donde tendremos la opción de seleccionar *Abrir IFC*. Como punto a destacar y aunque no ha sido posible encontrar nuevas librerías de importación de los archivos IFC ya que la compañía Autodesk no las facilita libremente y no existen por la RED, existe la posibilidad de definir las opciones de plantillas y mapeado de clases IFC, esto es lo que definiríamos como las opciones de como Revit interpreta los archivos IFC que abre.



ILUSTRACIÓN 3.2. GESTIÓN ARCHIVOS IFC DESDE REVIT

Como hemos mencionado durante el transcurso de este documento, existe la posibilidad de visualizar el proyecto desde un software libre, para que el contratista o persona ajena al modelado del proyecto tenga la posibilidad de ver el proyecto, pues con el archivo IFC de nuestro modelado en Revit y el software BIM Vision, podremos tener una visualización correcta del proyecto, aunque sin grandes detalles o calidades de materiales reales, pero aun así es una opción muy buena. Además podemos hacer cortes y secciones.

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

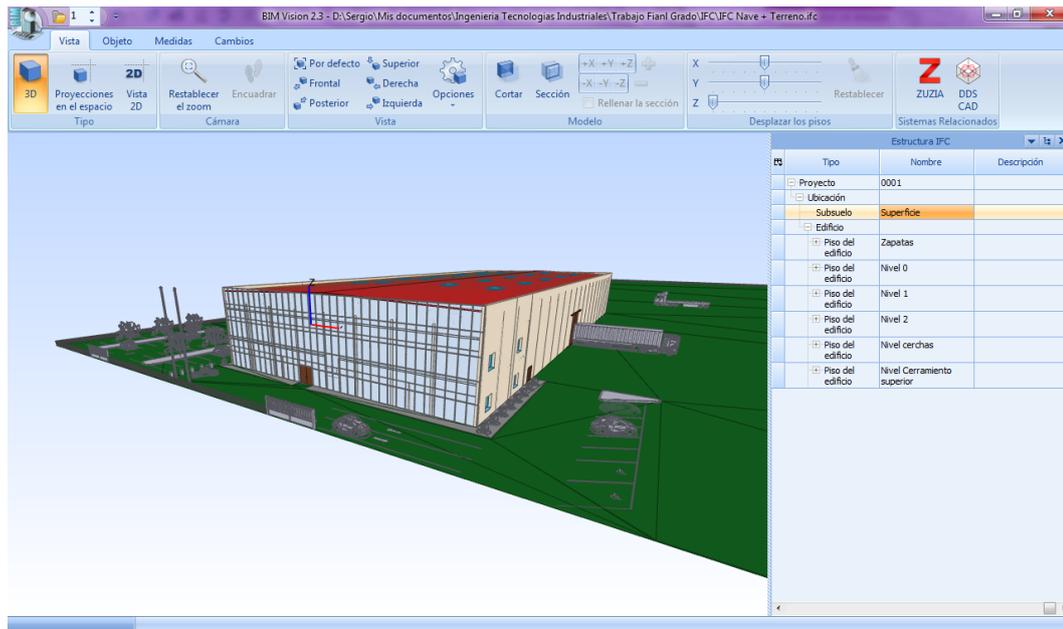


ILUSTRACIÓN 3.3. VISUALIZACIÓN EN BIM VISION DEL MODELADO EN REVIT



ILUSTRACIÓN 3.4. DETALLE DE VISTA DE SECCIÓN EN BIM VISION

3.2 Instalaciones calculadas con otros programas

La característica de los archivos IFC que permite poder abrirlos con programas específicos para poder calcular apartados concretos del edificio o realizar acciones no contempladas por el programa Revit, la utilizaremos, en este caso, para calcular una de las instalaciones realizadas por Revit, con el programa CYPECAD MEP, que tiene la ventaja de estar adaptado al CTE. Para ello se ha creado un archivo IFC del modelado realizado desde Revit.

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

Para el traspaso a CYPECAD MEP deberemos crear un nuevo proyecto en el cual el programa nos da la opción de construir el edificio o en nuestro caso importar un modelo BIM. Tras los procesos de recepción del archivo, deberemos realizar unas pequeñas configuraciones y definir unos parámetros sobre el edificio que nos solicita CYPE, que son necesarios para ciertos cálculos aunque todos no son relevantes en nuestro caso.

El entorno de trabajo de CYPECAD MEP es muy sencillo y conciso a la hora de empezar a trabajar. En nuestro caso se ha optado solo por calcular la parte de instalación de salubridad, en la que CYPECAD MEP engloba al saneamiento y fontanería, por lo que nos dirigiremos a la plantilla de *salubridad* situada en la parte inferior del entorno de trabajo.

Vamos a puntualizar que en este apartado no se pretende calcular todas las instalaciones modeladas anteriormente, sino que lo que pretendemos es analizar la interoperabilidad entre Revit y CYPE, por eso, con una de las instalaciones, en este caso la de salubridad es suficiente para tener un análisis efectivo. Pudiéndose aplicar la misma metodología en el caso del cálculo del resto de instalaciones de la nave industrial.

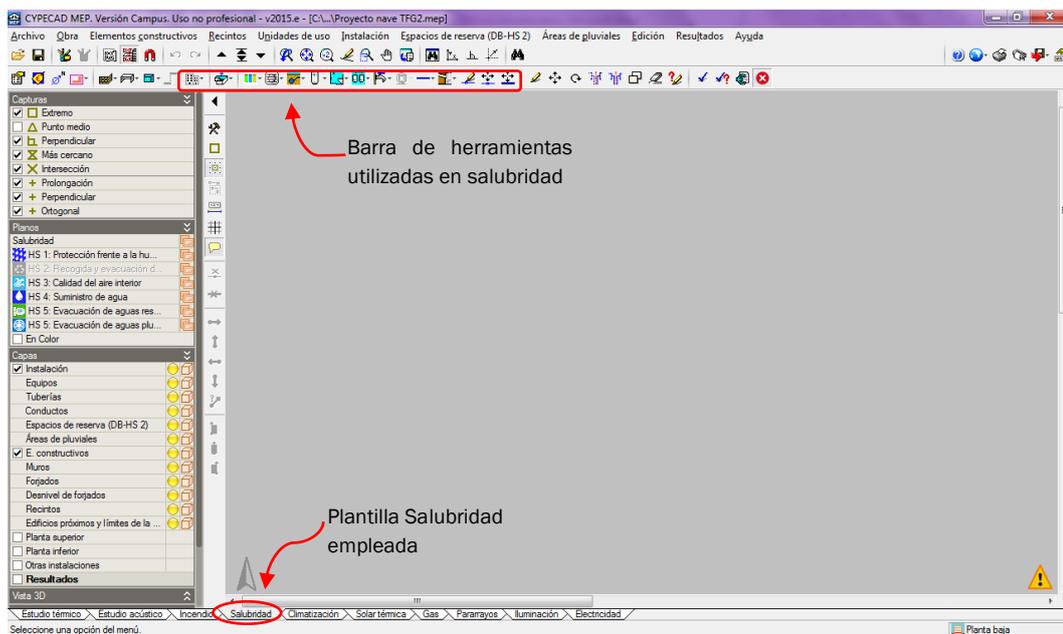


ILUSTRACIÓN 3.5. ENTORNO DE TRABAJO CYPECAD MEP

En la importación, CYPE nos traspasa la plantilla de edificación con cerramientos y suelos, los techos no los detecta correctamente pero tiene la posibilidad de crearlos en su pestaña específica. Solucionado este pequeño problema que no nos afecta realmente, nos dispondremos a realizar las instalaciones comenzando por colocar los elementos sanitarios (duchas, WC, etc.) que necesitemos. En este caso no se ha traspasado su ubicación exacta, por lo que deberemos fijarnos en nuestro modelo de Revit y situar nuestros elementos de CYPE donde los habíamos definido previamente. También deberemos situar donde estarán nuestras acometidas de aguas tanto de abastecimiento, como de red sanitaria, esto lo encontraremos en el grupo de *Suministro de agua (HS4)* y *Evacuación de aguas (HS5)*, los cuales son la normativa del CTE. Con los nombres de *Toma y llave de corte de acometida a la red de suministro*, y *conexión con la red general de saneamiento*.

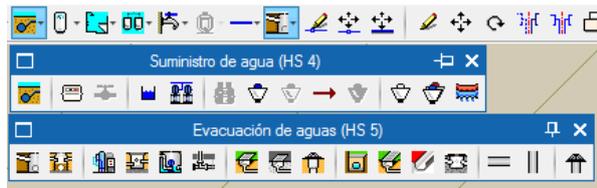


ILUSTRACIÓN 3.6. GRUPOS DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO HS4 Y HS5

Situaremos una primera tubería horizontal principal que será la que desagüe a la red general de saneamiento desde la conexión de saneamiento que acabamos de colocar, de ella podremos sacar ramales primarios a los que conectaremos los distintos aparatos sanitarios, lo mismo haremos con el sistema de tuberías de abastecimiento tanto de agua fría y caliente, pero estas las encontraremos en el grupo tuberías.

Asimismo, para la producción de agua caliente para las duchas y lavabos deberemos disponer de una caldera o calentador de agua. Este se coloca desde el grupo *Producción de A.C.S. (Agua Caliente Sanitaria)*, por lo que implícitamente deberemos realizar una instalación de retorno de agua caliente y posteriormente CYPE nos pedirá que ubiquemos una *bomba de circulación de retorno de A.C.S.*

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

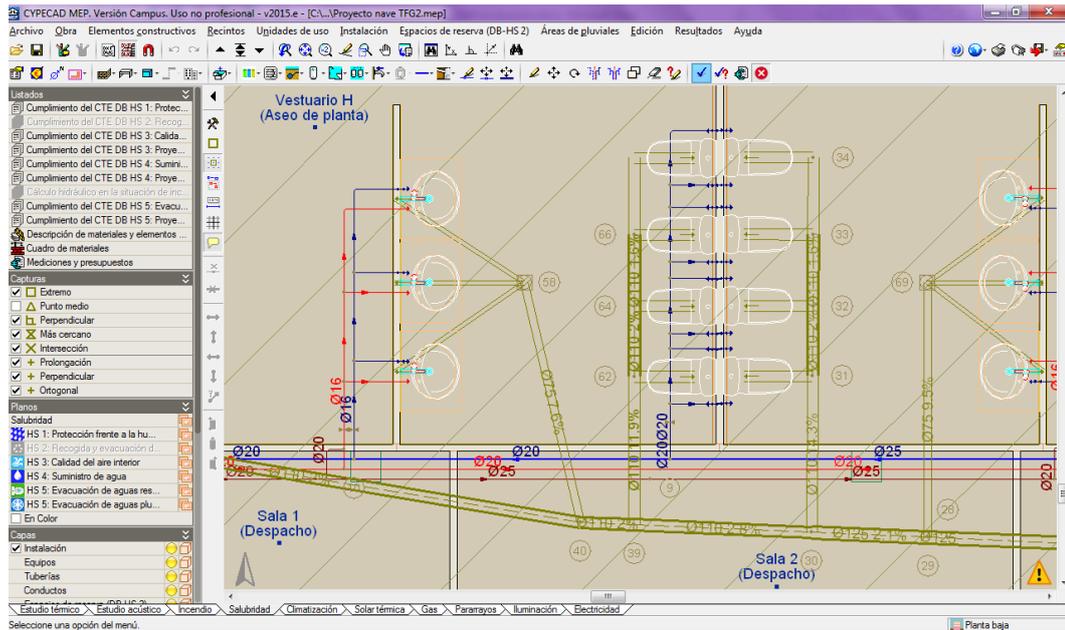


ILUSTRACIÓN 3.7. EJEMPLO DE DETALLE DE INSTALACIÓN SANITARIA Y FONTANERÍA

Para que CYPE pueda realizar con más facilidad los cálculos y tablas necesarias es conveniente que denominemos claramente cada una de las habitaciones según su uso más adecuado, es decir, zona de baños, salas de trabajo, hall, pasillos, que CYPE posee. Para ello buscaremos el grupo recintos y crearemos nuevos recintos delimitados por sus paredes, ya bien sean baños, zonas de trabajo u otros espacios.

Ahora que hemos asignado zonas de baños y cuartos húmedos como los denomina CYPE, existe la necesidad de colocar llaves de corte y llave local de los cuartos húmedos, por lo que colocaremos una llave de corte general y llaves locales a la entrada de cada cuarto húmedo creado. De este modo el corte se puede realizar individualmente sin necesidad de afectar al resto de las áreas. Así mismo y como necesidad de contabilizar los metros cúbicos consumidos se deberá disponer de un contador, aunque sea suministrado por la compañía de aguas en la propia acometida del agua, pero esto es necesario para realizar correctamente el dimensionado y cálculo de la instalación.

Para completar las instalaciones de saneamiento, se distribuirá la recogida de aguas pluviales. Empezaremos por colocarnos en el último nivel (cubierta en este caso) y definir cada una de las áreas de nuestra cubierta a modo que CYPE reconozca que es superficie de recogida de aguas pluviales. El agua de la cubierta será vertida al canalón correspondiente, desde donde colocaremos las correspondientes bajantes a una distancia de 10m, estas bajantes las

realizaremos colocando conductos verticales en el punto deseado, para delimitar el final de la bajante la conectaremos a una tubería horizontal a nivel del suelo como en el caso del saneamiento. Para la unificación de todas las bajantes se requiere la colocación de arquetas al pie de las bajantes, las cuales aprovecharemos para unir las entre ellas y generar la red de recogida de aguas pluviales. La conexión final de este sistema podría ir a una depuradora para posteriormente rellenar las cisternas de los WC; a una red específica de aguas pluviales; o como en nuestro caso que se ha optado por la conexión directa a la red de saneamiento por problemas con el programa a la hora de diseñar el saneamiento.

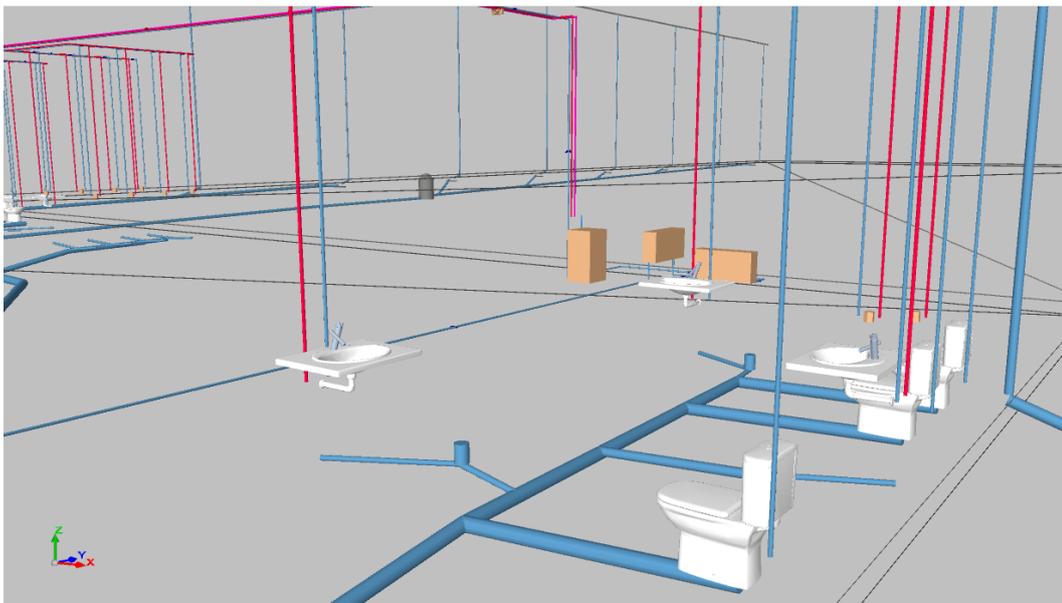
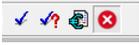


ILUSTRACIÓN 3.8. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA REALIZADO EN CYPECAD MEP

En CYPE tenemos la posibilidad de comprobar si está bien diseñado nuestro sistema y calcular automáticamente el tamaño de las tuberías, o donde tenemos algún error de incumplimiento del CTE, como pueden ser distancias o la necesidad de colocar botes sinfónicos, arquetas, pozos de registro u otros elementos donde lo requieran. En esta barra de herramientas  se encuentran los comandos necesarios para verificar y realizar los cálculos siguiendo el CTE. Este es un punto muy ventajoso a la hora de tener que adaptarse a la normativa vigente, ya que agiliza tanto el proceso de dimensionado de los sistemas como la corrección de errores en el caso de que se haya realizado algún apartado erróneamente o se haya cometido un error grave que invalida todo el sistema de saneamiento.

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

Aunque inicialmente y en apariencia no tiene nada que ver en cómo esta modelado comparado con Revit, en este caso CYPECAD MEP al poder aplicar el CTE y tener la posibilidad de realizar un cálculo y dimensionado automático de las tuberías, nos agiliza mucho el proceso, aquí también podemos ver cómo está diseñado en 3D nuestro sistema de tuberías.

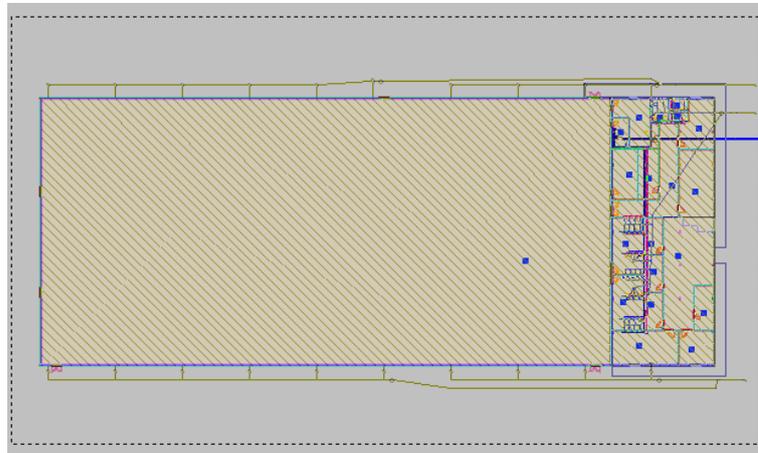


ILUSTRACIÓN 3.9. PLANO PLANTA SANEAMIENTO Y FONTANERÍA

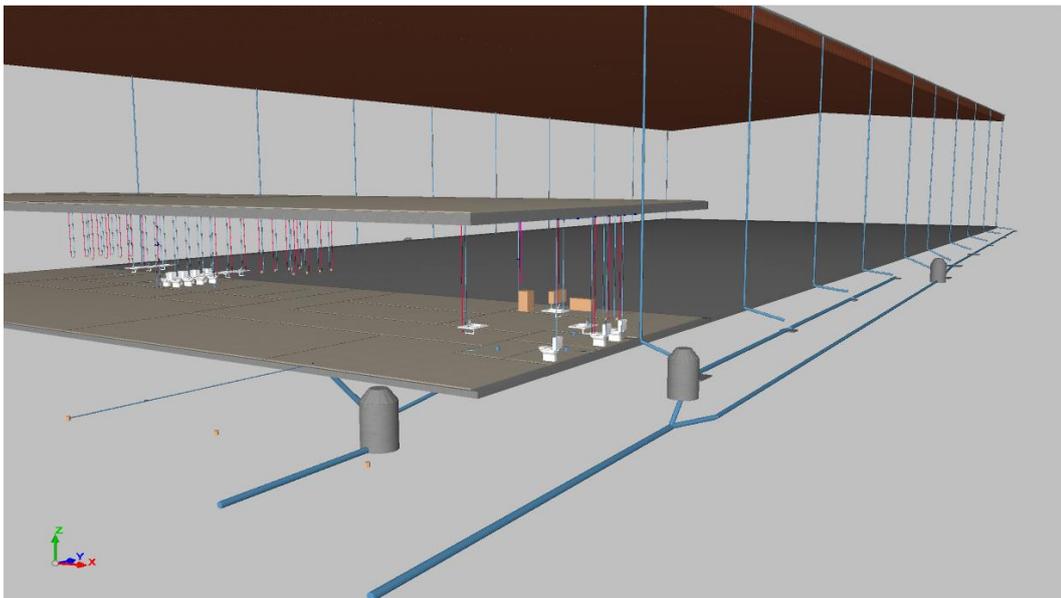


ILUSTRACIÓN 3.10. VISUALIZACIÓN 3D DE LAS INSTALACIONES EN CYPECAD MEP

3.3 Valoración y comparación entre los distintos métodos de modelado

En este apartado nos dedicaremos a analizar las diferentes maneras en cómo se ha ido desarrollando el proyecto constructivo y comparar los distintos métodos empleados. Partiendo del mismo modelo realizado desde Revit que constara únicamente de la parte arquitectónica. Compararemos y analizaremos puntos importantes como facilidad de manejo del entorno de trabajo, método de implementación de las instalaciones, posibilidad de aplicar la normativa y corrección de errores en los sistemas

Facilidad del entorno de trabajo

Si tenemos en cuenta que hemos realizado el modelado desde Revit y que conocemos bastante bien su entorno de trabajo y metodología, nos resultará más fácil el uso de este programa, a pesar de que CYPE tiene manuales muy avanzados y detallados debido a su larga vida ya de uso. Por ello pensamos que en principio resulta más sencillo el modelado presentado por Revit

Método de implementación de las instalaciones

En este aspecto deberemos diferenciar dos cosas, por un lado la diversidad de elementos y aplicaciones que podemos hacer y por otro la rapidez de realizar las instalaciones MEP. Si observamos la diversidad de aplicaciones y elementos a poder utilizar, Revit posee una amplia familia y la posibilidad de poder importar el propio modelo del fabricante con todas las características y especificaciones necesarias. Además como ya se ha mencionado antes se pueden crear o modificar los elementos y tipos de familias precargadas. Mientras que CYPE, aunque también posee la posibilidad de importar elementos, estos son más de cara al material empleado y a costes y cálculo del presupuesto. Por el aspecto de rapidez y fluidez de realizar las instalaciones, hay que destacar que si queremos realizar una buena estructura de las instalaciones y su correcta instalación, en CYPE con solo colocar los elementos y definir por donde se quiere realizar las conexiones, sería suficiente, ya que en la siguiente parte de cálculo y aplicación de normativa se encargará automáticamente de dimensionar y realizar correctamente el sistema. Por el contrario desde Revit tenemos que ir definiendo tanto las alturas que no sean predeterminadas, como el tamaño de las mismas y esto ralentiza mucho el realizar las instalaciones.

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

Aquí existe un empate técnico y dando más peso a la importancia de la versatilidad y poder de trabajo, este campo lo vuelve a ganar Revit.

Aplicación de la normativa

Como ya hemos dicho anteriormente, Revit no tiene la posibilidad de poder aplicar el cumplimiento de la normativa, y tener que nosotros mismos ir cumpliendo la normativa según vamos diseñando las instalaciones. Por el contrario CYPE si dispone de la normativa vigente según el CTE y por ello cuando tenemos el esquema de nuestras instalaciones y pulsamos en la herramienta calcular, CYPE revisa y aplica la normativa vigente, en este caso nos dimensiona las tuberías y calcula las pendientes que se necesitan en cada caso sobre el esquema inicialmente planteado.

En este campo clarísimamente gana CYPE

Corrección de errores en los sistemas

Uno de los problemas más comunes que existen a la hora de ejecutar un proyecto es la incompatibilidad de distintos sistemas y el cruce de estos mismos, por ello Revit posee un bloque que analiza y encuentra errores de los distintos sistemas lo cual suele ser muy frecuente en el caso de solapamientos de las tuberías. Por ello Revit tiene la posibilidad de localizar estos problemas y solventarlos antes de que se encuentren durante el proceso de construcción. Por el contrario CYPE no posee nada parecido a esto y solo si analizamos visualmente en 3D detalladamente podremos ver si existen incompatibilidades.

Por supuesto que esta sección la gana Revit

En el resumen y valoración final de los software podemos destacar que ambos poseen grandes cualidades diferenciadas y muy útiles si se complementan entre ambos. Aunque Revit se queda un poco escaso en ciertos aspectos, tenemos que darle la victoria final, ya que es el único que trabaja en la metodología BIM, que se enfoca al futuro de los proyectos y siempre los desarrolladores de los programas mejoran y complementan los software.

Pero mientras esto ocurre, el binomio Revit-CYPE es una buena elección de modelado-cálculo para desarrollar nuestro proyecto.

Como la mejor forma de entender este análisis de los modelados es mediante ejemplos visuales y observando in situ las posibilidades, vamos a ver varias imágenes comparativas.

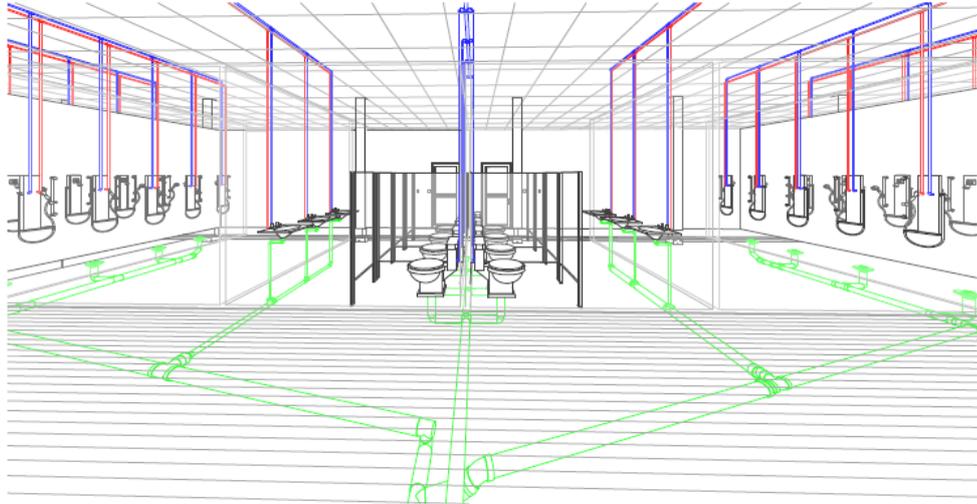


ILUSTRACIÓN 3.11. VISTA 3D DE INSTALACIONES SANITARIAS EN REVIT

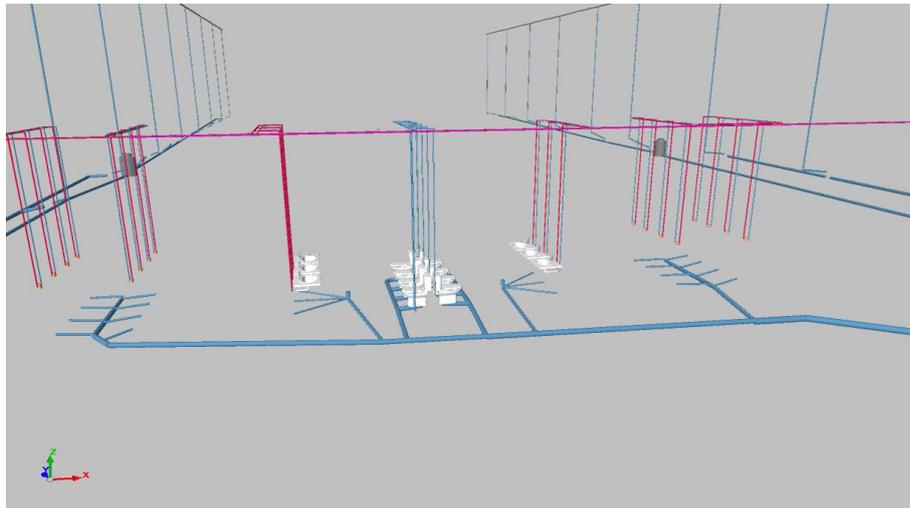


ILUSTRACIÓN 3.12. VISTA 3D DE INSTALACIONES SANITARIAS EN CYPECAD MEP

3.4 “La perla del BIM” el “Bidireccionalismo” de los datos.

Tras nuestra experiencia, y después de haber visto y seguido todo el proceso de modelado de un proyecto BIM ahora vamos a destacar, lo que a nuestro juicio constituyen las ventajas e inconvenientes que supone realizar un proyecto siguiendo esta filosofía de trabajo. Partiremos de que ya hemos

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

definido al principio del documento las características y un aspecto global del BIM.

Empezando por uno de los puntos fuertes y que se destacan en los proyectos BIM es la compartición de información entre distintos grupos de trabajo y personas encargadas del proyecto. Pues bien, creemos que esto solo es posible hoy en día si se trabaja con una misma compañía de software y por supuesto con la misma versión; aunque eso último parezca absurdo, la realidad es que es totalmente cierto, ya que los desarrolladores van introduciendo mejoras en sucesivas versiones creando pequeñas incompatibilidades con versiones predecesoras, que no son fácilmente resolubles para un usuario estándar. Con respecto al tema de trabajar con la misma compañía esto es una ventaja ya que poseen subprogramas o “plugins”, complementos al software principal que ayudan en la labor del modelado y cálculos necesarios.

Ahora bien ¿qué ocurre con esos software que no pertenecen a la misma compañía o no están apoyados por ella y que pertenecen a la metodología BIM siendo compatibles además de capaces de complementar el proyecto que estamos realizando? Pues esto tiene como todo en la ciencia parte de verdad y parte de falso, empezaremos por lo que más nos gusta, la parte cierta. Gracias a los archivos IFC y su compatibilidad con muchos software, es cierto que podemos traspasar información de nuestro modelo principal en el cual estamos inicialmente trabajando a otros programas que pueden ser más específicos o potentes a la hora de realizar cálculos de estructuras, instalaciones, presupuestos u otros estudios. Lo cierto es que la recepción de los datos se realiza correctamente y podemos llevar a cabo nuestras operaciones necesarias. Por ejemplo, en el caso de querer realizar el estudio y cálculo de la estructura como hemos mencionado antes uno de los programas más completos puede ser TRICALC, que realiza todo tipo de análisis y determina los perfiles y dimensiones más aconsejables para cumplir con la normativa vigente. Pues bien, a la hora de traspasar la información de nuevo hacia nuestro proyecto principal, es decir la bidireccionalidad, es precisamente donde reside el gran inconveniente ya que en ningún caso estamos trabajando sobre el proyecto original, sino sobre una *copia* perfecta y que no puede ser nuevamente integrada en nuestro proyecto, este es el punto en el que se considera que el BIM no es totalmente bidireccional como se define, porque entendemos que los cambios que realicemos en otro software deberían poderse actualizar e incluir en nuestro proyecto principal.

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

Un ejemplo de esta falta de conexión se refleja en la comparativa visual que tenemos en la exportación e importación. Siguiendo los mismos pasos que se han ido realizado durante el transcurso del mismo empezando por el modelado de Revit, se ha exportado en IFC a CYPE, del cual se puede volver a exportar en IFC y visualizar en BIM Vision.



ILUSTRACIÓN 3.13. PROYECTO ORIGINAL EN REVIT

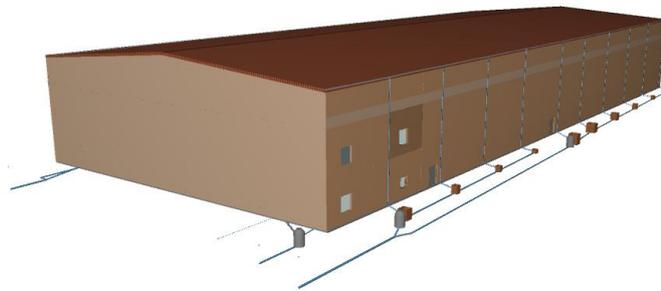


ILUSTRACIÓN 3.14. IFC REVIT EN CYPECAD

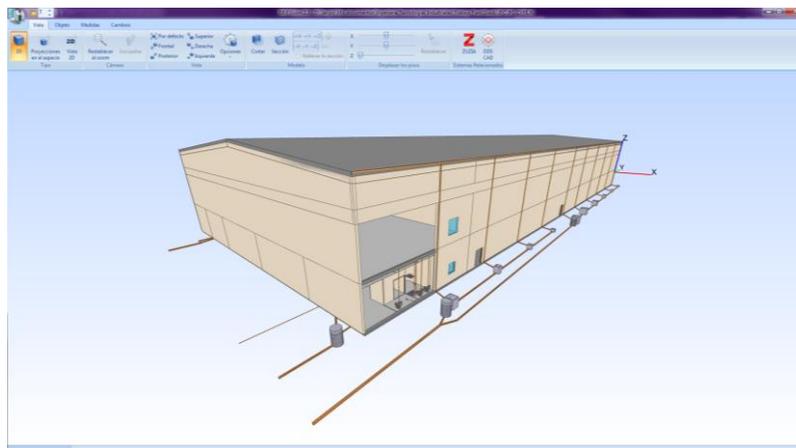


ILUSTRACIÓN 3.15. IFC CYPE EN BIM VISION

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

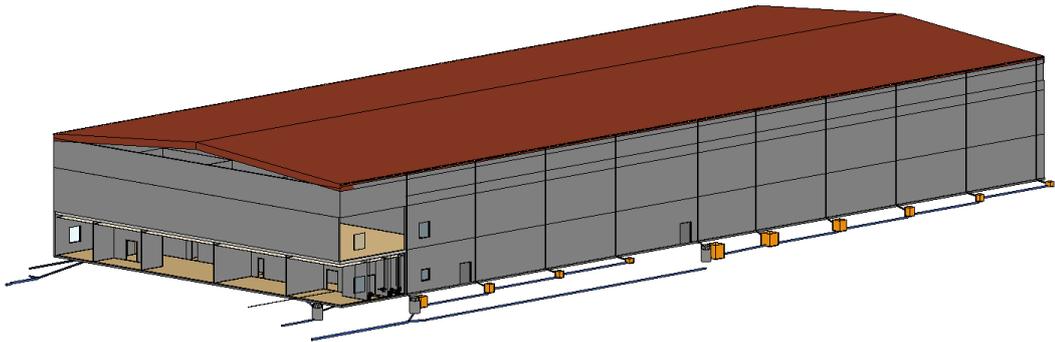


ILUSTRACIÓN 3.16. IFC CYPE EN REVIT

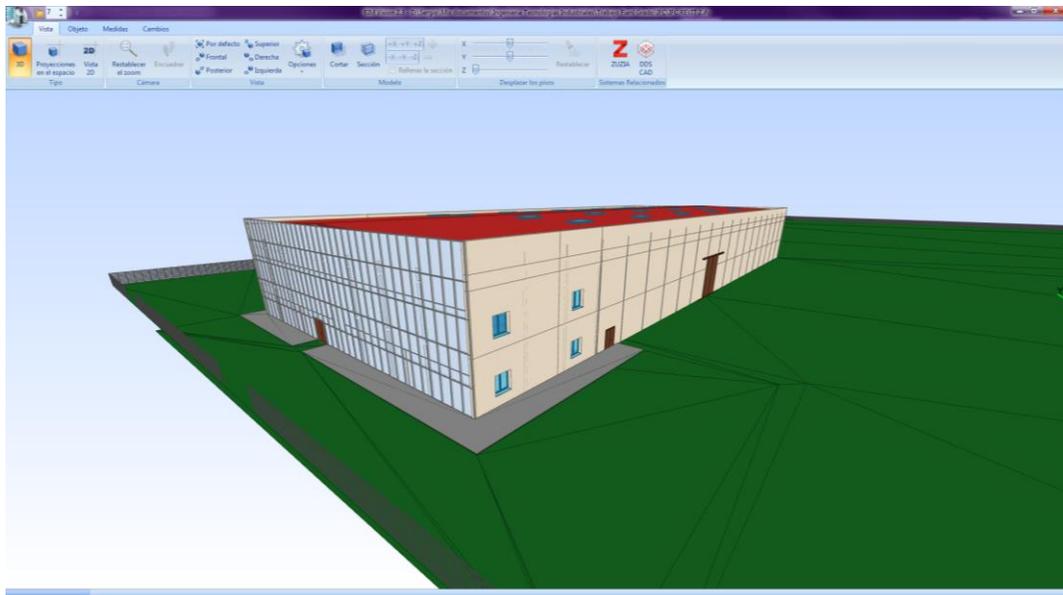


ILUSTRACIÓN 3.17. IFC REVIT EN BIM VISION

Claramente se observa una falta de lectura en información desde el programa CYPE, aunque esto también es debido a que no se pueden realizar con tanto detalle los diferentes elementos que componen nuestro proyecto.



ILUSTRACIÓN 3.18. CARTEL "I CONGRESO INTERNACIONAL BIM DE VALLADOLID. DEL BIM AL BIG DATA"

Coincidiendo con el desarrollo del presente Trabajo Fin de Grado, se celebró del 19 al 21 de noviembre de 2014, el "I CONGRESO INTERNACIONAL BIM DE VALLADOLID. DEL BIM AL BIG DATA", en el que se analizó el nivel de implantación del BIM tanto en España como en el resto de países. A este congreso acudieron como ponentes representantes e integrantes de las compañías de software de modelado y cálculo de más nivel, así como importantes arquitectos e ingenieros e incluso otras universidades que ya llevan algún tiempo trabajando sobre BIM. La Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid facilitó a profesores y alumnos la posibilidad de asistir a dicho congreso mediante videoconferencia, por lo cual

podimos participar de aquellas conferencias que pudieran arrojar algo de luz sobre nuestro estudio. De entre los temas tratados, destacamos como puntos fuertes y de interés para nosotros los relativos a la interoperabilidad y vinculaciones en BIM.

Paralelamente al congreso se realizó un concurso BIM y talleres de colaboración remota en BIM.

El centro de cada una de las ponencias y lo que más se resaltaba era la compatibilidad que nos ofrece el BIM, si bien ya hemos hablado de esto nosotros, en el transcurso de las ponencias y como argumento principal siempre se nombraba el IFC como la base de toda compatibilidad y conexión del BIM. En casi todas las conferencias hubo un pequeño ejemplo de cómo desde Revit o Archicad, los dos programas más usados en modelación, se trabajaba en el programa que se presentaba en cada caso y como ayudaba a realizar los cálculos, beneficios y mejoras que se iban introduciendo a este. En ciertos momentos más bien parecía un congreso de exposición de software que de demostración de los beneficios que debería suponer, por supuesto no empaña la gran utilidad del congreso, donde en una de las ponencias se mostró un macro-proyecto realizado por una de las empresas colaboradoras del congreso y explicando lo que les costó desde el inicio del diseño hasta el comienzo de la construcción y todos los beneficios que les había aportado

Capítulo 3. INTEROPERABILIDAD Y POTENCIAL DEL BIM

durante el transcurso del mismo por necesidad de modificar pequeños detalles de un proyecto inmenso y que fueron fácilmente de solventar gracias a esta forma de proyectar.

Pues si durante el transcurso de todo el congreso nos mostraron la conexión en una sola dirección de los archivos IFC, en algún caso se preguntó por el público asistente que pasaba cuando se quería devolver el cálculo o actuación realizada sobre el programa externo y volcarlo en el modelo original, tema este acorde con nuestro trabajo. Sobre este tema muy interesante se decía que dependía mucho de los software y aplicaciones con las que se trabaje si es posible o no actualizar la información original. Y que la intención es trabajar todos en conjunto y tener una base común de portabilidad de archivos que seguramente sea el nuevo IFC 4. Por lo que al haber trabajado sobre este tema, que se puede denominar *bidireccionalismo*, no está todo claro y especificado en cuanto a su versatilidad y veracidad.

Una de las ponencias que se realizaron y que era de gran interés para el desarrollo de la presente investigación fue precisamente la de la compañía CYPE, que presentaba como diseñar y realizar las instalaciones correspondientes al módulo de CYPECAD MEP. Expusieron que partiendo de un modelado en Archicad o Revit lo importaremos a nuestro software CYPE en su modalidad MEP, desde donde se podrán ejecutar las distintas instalaciones que nosotros deseemos siguiendo la normativa CTE implementada. En este caso se quiso hacer mucho hincapié en la parte de la normativa y cumplimiento de las normas ISO 2013. Debido al corto tiempo del que disponían los ponentes no se podían realizar completamente todos los pasos y como se habían realizado por ejemplo la importación o definición de ciertos parámetros necesarios para poder interpretar correctamente el modelo y luego realizar los cálculos oportunos. Como punto fuerte de las últimas versiones de CYPE se destacaba la posibilidad de exportar el proyecto a formato IFC4, y que cumplimenta con la normativa vigente.

CONCLUSIONES

Conclusiones

Como análisis final que se ha obtenido de este Trabajo Final de Grado podemos destacar tres puntos importantes como son: la nueva metodología de realización de los proyectos; las ventajas y facilidades del BIM en todo el desarrollo del proyecto, en nuestro caso utilizando el software Revit y la versatilidad que nos debe ofrecer los archivos de intercambio IFC.

Empezaremos por destacar la nueva forma de modelado de los proyectos, gracias a la implantación del BIM nos facilita y ayuda a tener una información más completa del diseñando o evolucionando nuestro proyecto. El aspecto más destacable y por el que la implantación hoy en día está teniendo mucho arraigo, es el beneficio y ahorro de hasta un 40% en costes y modificaciones que puede sufrir nuestro proyecto, y sin olvidarnos de que nos facilita el análisis de ciclo de vida, apartado que hoy en día empieza a tener más peso entre la forma de proyectar y ver el futuro del proyecto. Además de poder compartir la información y realizar cálculos desde diferentes programas todos los implicados en el proyecto están conectados entre sí y poseen simultáneamente la misma información completa. Para poder aplicar esta metodología de modelado de proyectos es necesario la utilización de un software que este diseñado para ello, en nuestro caso hemos utilizado Revit. Se trata de uno de los mejores software de modelado BIM que existe hoy en día en el mercado.

BIM permite trabajar con un modelado 3D muy realista y completo desde los primeros pasos, además de la mejoría de tener todo el proyecto conectado, es decir, un cambio en un elemento ya hemos visto que nos modifica y cambia tanto las vistas que le afectan, como los procesos o listas a las que pertenece, esto unido a la última metodología de proyecto que alcanza las siete dimensiones 7D anteriormente comentadas, genera un elevado potencial de realización del proyecto.

Respecto a Revit, nuestro software principal utilizado, podemos concluir que posee un gran potencial, partiendo de su facilidad de modelado hasta el amplio diseño de instalaciones y configuraciones adicionales, pero sin olvidarnos de un punto clave sobre el que se debería trabajar y ampliar, que es el cumplimiento de la normativa vigente según el CTE, aspecto que se ha echado en falta para poder tener un conjunto perfecto en todos los aspectos. Como todo programa nuevo lleva su proceso de asimilación y manejo, pero una vez

CONCLUSIONES

nos hemos familiarizado con el entorno de trabajo y la forma en cómo se realiza la modelación mediante los elementos de familias que además son fácilmente editables y modificables según nuestras necesidades, es muy fácil y rápido el desarrollo de nuestro proyecto. Además nos posibilita la obtención de listados y mediciones necesarias para un presupuesto o para tener un control del material empleado.

Continuando con el desarrollo de esta investigación un punto clave y fuerte es la interoperabilidad de los proyectos BIM, esto es posible gracias a que existe una forma de transferir la información del modelo a otra plataforma de visualización, cálculo o modelado, mediante el sistema de archivos IFC, esto genera un gran paso en el camino del modelado de proyectos, ya que permite compartir la información necesaria o requerida a otra área de trabajo que incluso puede ser externa al grupo de trabajo que está realizando el modelado del proyecto. Esto nos permite por ejemplo mandar la información necesaria: al contratista, constructor u otra persona para que pueda ver como se está desarrollando el diseño del proyecto o realice un seguimiento de la ejecución del mismo.

Si hacemos un pequeño inciso en el estudio que se ha realizado anteriormente entre la modelación de las instalaciones en Revit y CYPE podemos resaltar que con un desarrollo más avanzado del sistema de intercambio de información IFC, se podría crear un binomio muy fuerte con un potencial de trabajo y cálculo enorme, ya que hemos comprobado que a pesar de este defecto se pueden complementar muy bien, por lo que su evolución en el futuro debería ser bien vista por los ingenieros, arquitectos y demás personas que trabajen siguiendo el método BIM.

Un punto muy importante en la compartición de archivos IFC y como acabamos de mencionar es la posibilidad del “bidireccionalismo” de los archivos, aspecto muy a tener en cuenta para poder tener todo el trabajo y cálculos realizados en el software de inicio. Esto hoy en día no está del todo completado y en perfecto funcionamiento, debido a que la información trabajada en otro software distinto del principal no es posible actualizarlo a nuestro proyecto y mucho menos con las bases de datos y familias en el caso de Revit con las que trabaja. Por ello el paso que se está dando en la evolución hacia el futuro se prevé y aseguran los desarrolladores de software que es la unificación en la compartición de los archivos con una nueva plataforma que llaman IFC4 en la cual algunos se atreven a avecinar que podrá contemplar e incluir la normativa

MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

vigente ISO 2013. Mientras esto ocurre y gracias a la potente compañía Autodesk se puede trabajar con sus programas asociados y plugins.

Bibliografía

Libros

Barona Caparrós, Francisco. *REVIT ARCHITECTURE 2014 AVANZADO*. RA-MA. Madrid 2014. ISBN 978-84-9964-513-1

Código Técnico de la Edificación 2º Edición. MRCOBO. Barcelona 2009. ISBN 078-84-267-1572-2

Reyes Rodríguez, Antonio Manuel. *CYPECAD MEP Instalaciones del edificio*. ANAYA Multimedia. Madrid 2013. ISBN 978-84-415-3336-3

Páginas Web y Recursos electrónicos

2aCAD Global Group. [Enero 2015] <http://2acad.net>

Asistente Autodesk Revit 2014]

<http://help.autodesk.com/view/RVT/2014/ESP>

Autodesk Revit. *Learn & Explorer*. [Julio de 2014],

<http://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore>

B.I.M. Panamá. Modelo de Información del Edificio y sus aplicaciones

[Diciembre 2014] <https://comarqpanama.wordpress.com>

BIM Manager. Pilar Jiménez Abós [Octubre 2014]

<http://pilarjimenezabos.com>

Comgrap. [Enero 105] <http://www.comgrap.cl>

Curso Revit. [Diciembre 2014] <http://cursorevit.com/trabajar-en-red-revit/>

El BIM. [Noviembre 2014] [http://cmicsonora.org/wp-](http://cmicsonora.org/wp-content/uploads/archivos/Archivos2011/BIM-INCONET.pdf)

[content/uploads/archivos/Archivos2011/BIM-INCONET.pdf](http://cmicsonora.org/wp-content/uploads/archivos/Archivos2011/BIM-INCONET.pdf)

Graphisoft. [Enero 2015]. <http://www.graphisoft.es>

Miquel, Abigail. “El concepto del BIM el e-book que estabas esperando”. En:

CursoRevit.com [citado 15 enero de 2015 12:39]. info@cursorevit.com

Modelado de información para la edificación. Autodesk 2014. [Noviembre 2014]

<http://www.autodesk.es/adsk/servlet/index?siteID=455755&id=10200355>

Bibliografía

Revit MEP. [Septiembre 2014] <http://revitmep.es/>

Documentación oficial

Archivo de Planeamiento Urbanístico y Ordenación del Territorio vigente.
http://servicios.jcyl.es/PlanPublica/default_plau.do

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO DEL MINISTERIO DE HACIENDA Y
ADMINISTRACIONES PÚBLICAS <http://www.sedecatastro.gob.es>

Documentación CTE (Código Técnico de la Edificación)

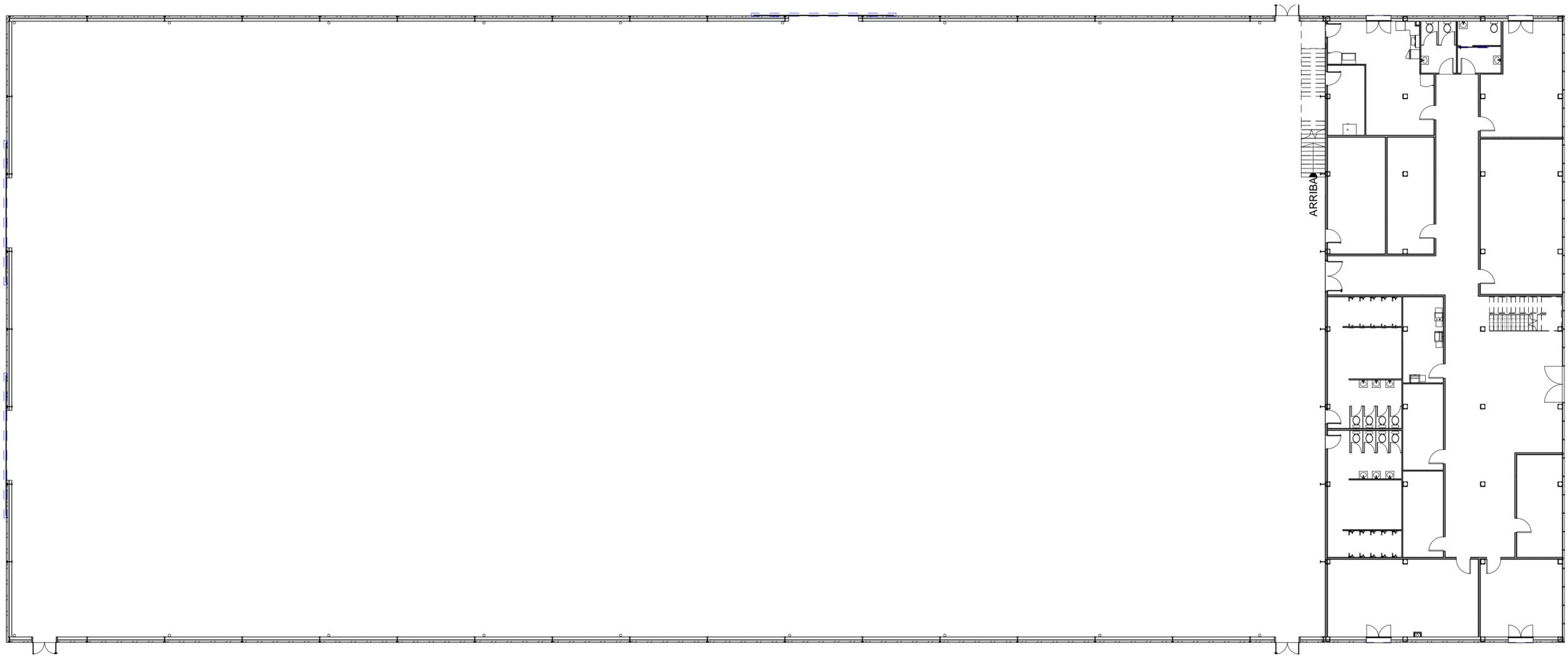
España. PLAN PARCIAL CORRESPONDIENTE AL DESARROLLO DE SUELO
INDUSTRIAL EN CABEZÓN DE PISUERGA, CIGALES Y CORCOS DEL VALLE.
Boletín Oficial de Castilla y León, 5 de marzo de 2009, Suplemento al N.º 44.

Anexos

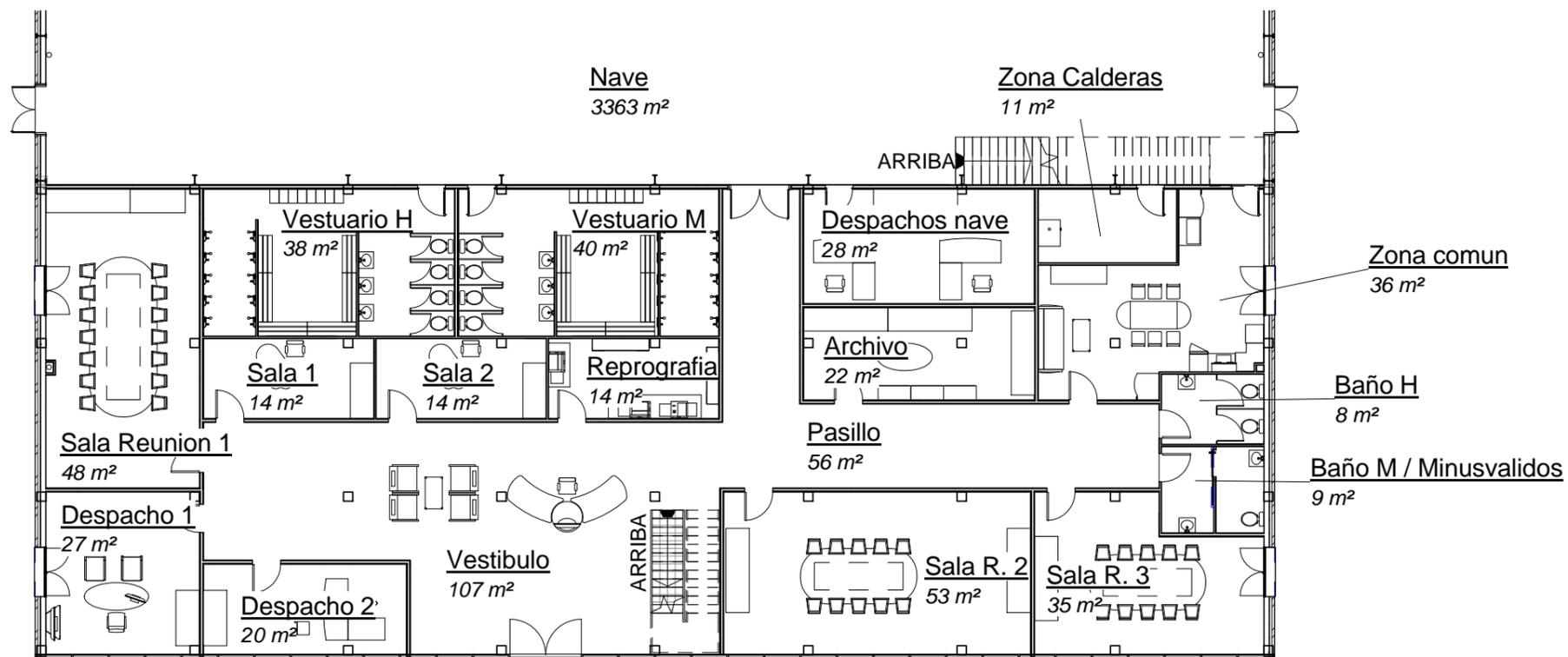
MODELADO Y ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM

Índice anexo

Plano N1 Distribución general.....	91
Plano N2 Distribución plantas oficina.....	92
Plano N3 Estructuras	93
Plano N4 Vistas alzados.....	94
Plano N5 Descripción Habitaciones.....	95
Plano N6 Materiales y descripciones suelos	96
Plano N7 Computo de materiales	97
Plano N8 Saneamiento Revit.....	98
Plano N9 Saneamiento CYPE	99
Anexo 10 Tabla de planificación de dispositivos de iluminación.....	101
Anexo 11 Tabla de planificación de luminarias.....	105
Anexo 12 Tablas paneles instalación eléctrica	119
Anexo 13 Otras Visualizaciones y Render.....	123



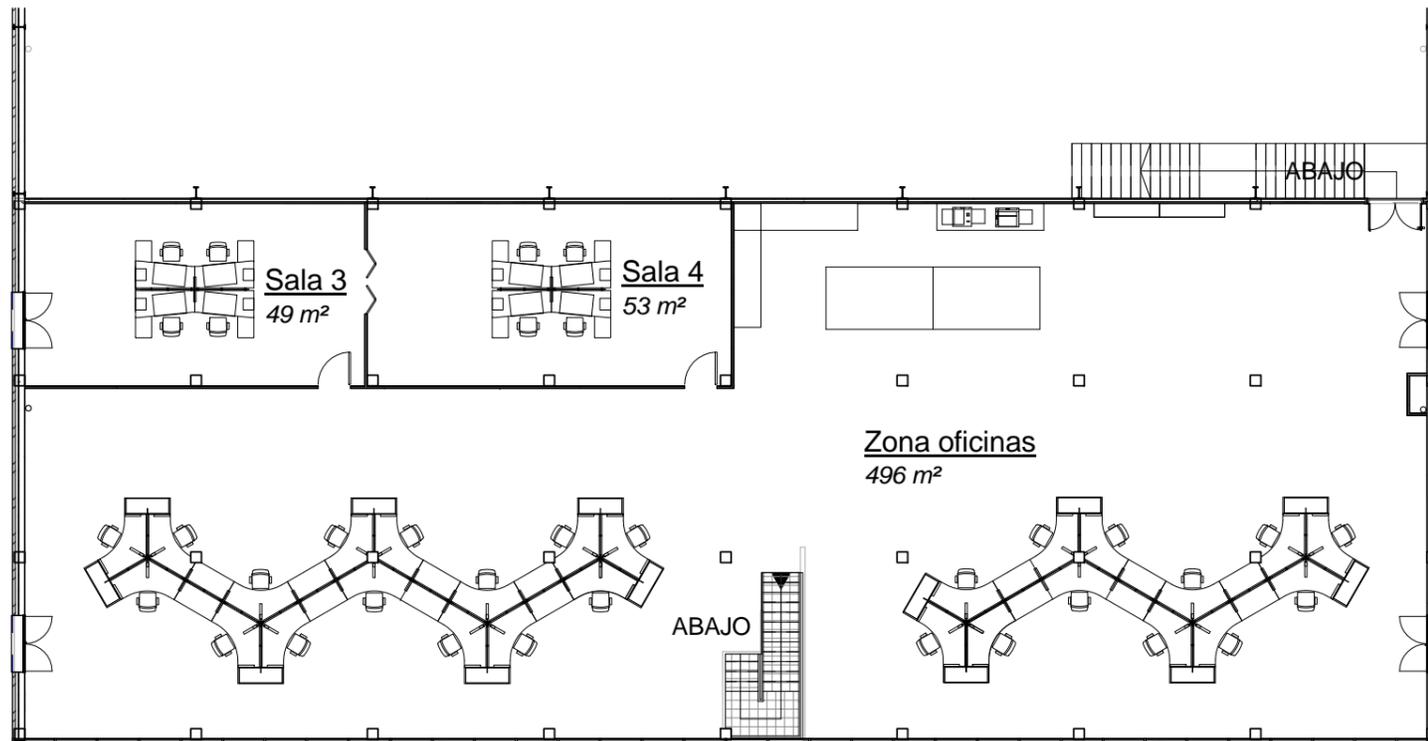
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES		
Titulo TFG MODELADO Y ANALISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM		
Plano		Distribucion general
Autor: Sergio Machin Moreno		Fdo.:
Titulacion Grado Ingenieria en Tecnologias Industriales		
Escala: 1 : 500	Fecha: Mayo/2015	Plano Nº 1



1

Plano planta Baja

1 : 200

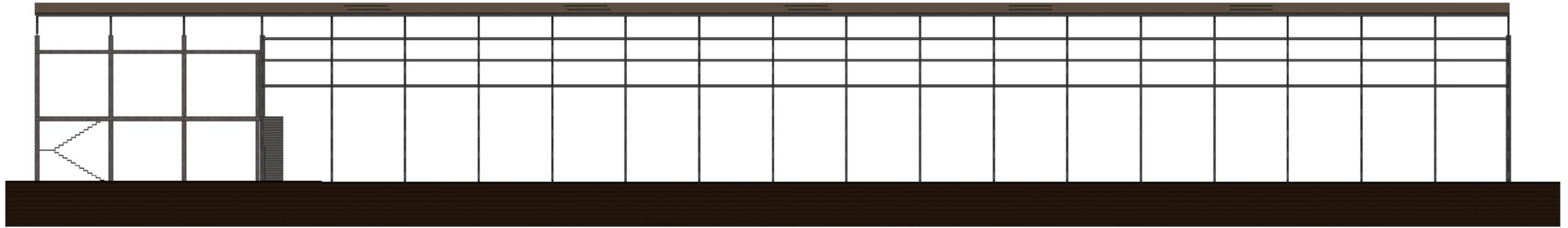


2

Plano planta Primera

1 : 200

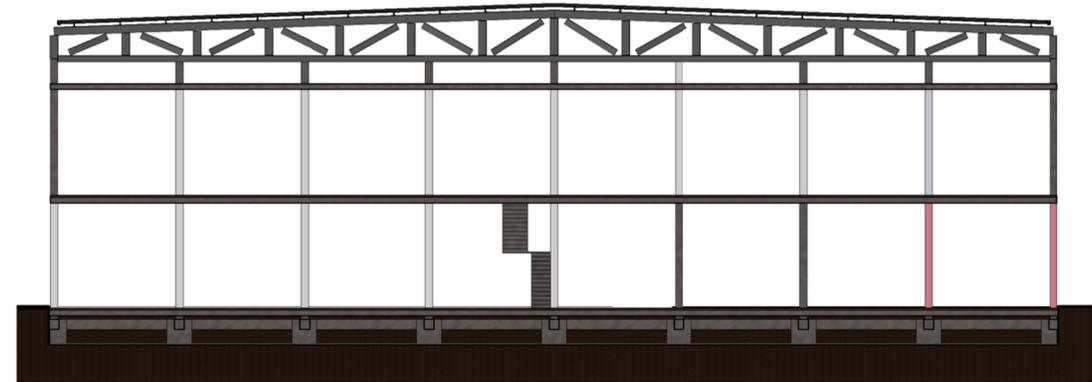
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES		
Titulo TFG	MODELADO Y ANALISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM	
Plano	Distribucion plantas oficinas	
Autor: Sergio Machin Moreno	Fdo.:	
Titulacion	Grado Ingenieria en Tecnologias Industriales	
Escala: 1 : 200	Fecha: Mayo/2015	Plano N° 2



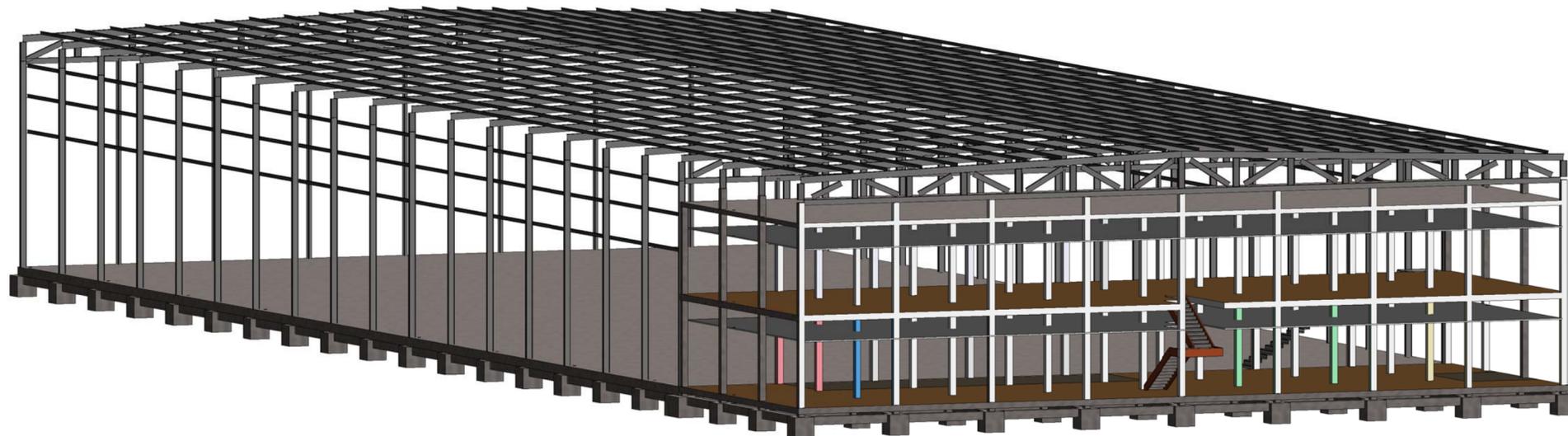
2 Sección Estructura perfil
1 : 200



3 Alzado estructura
1 : 200

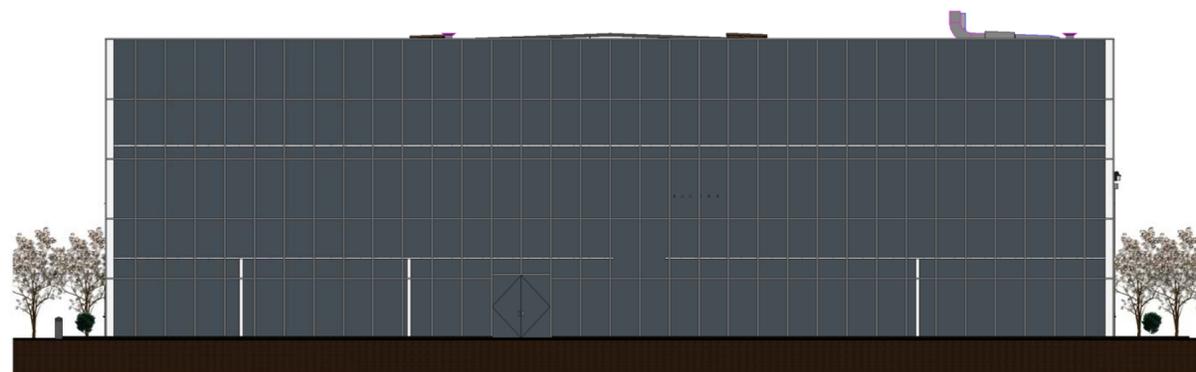
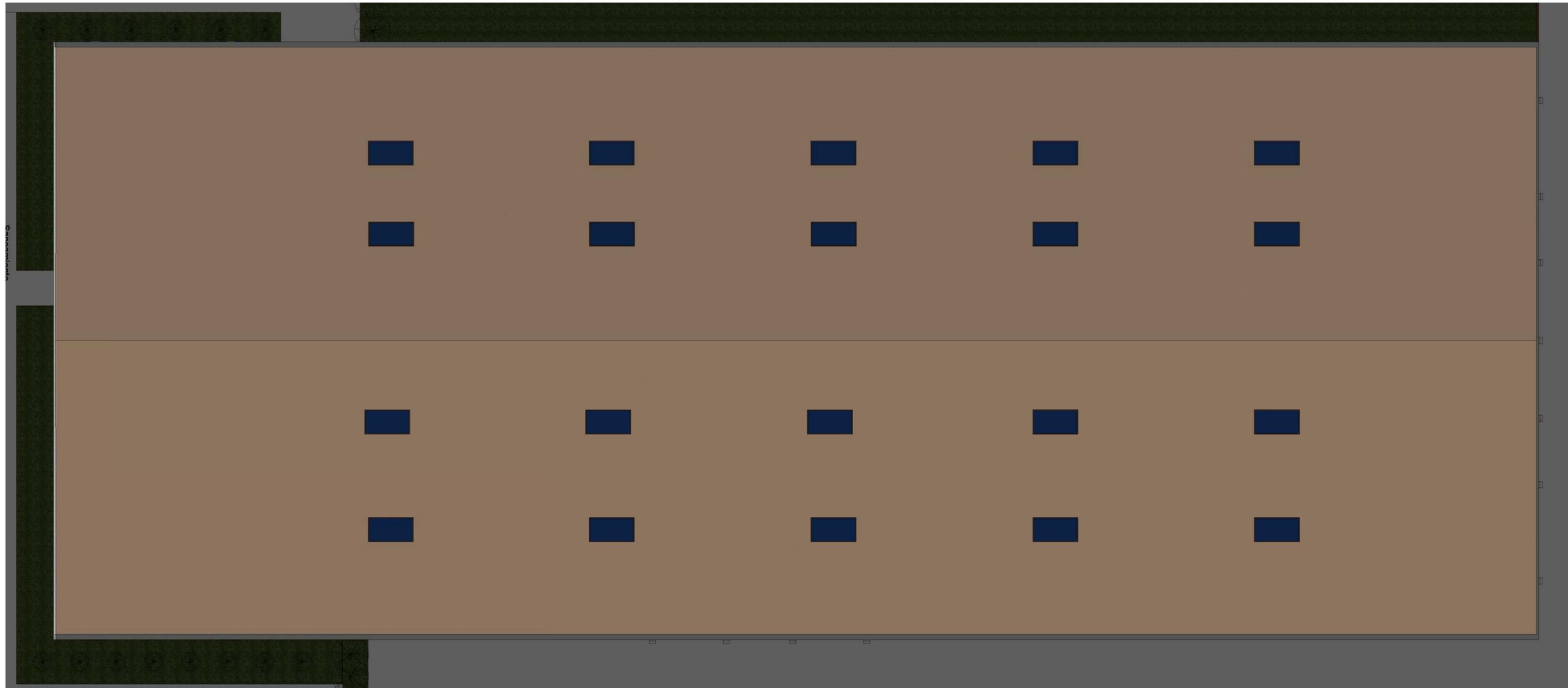
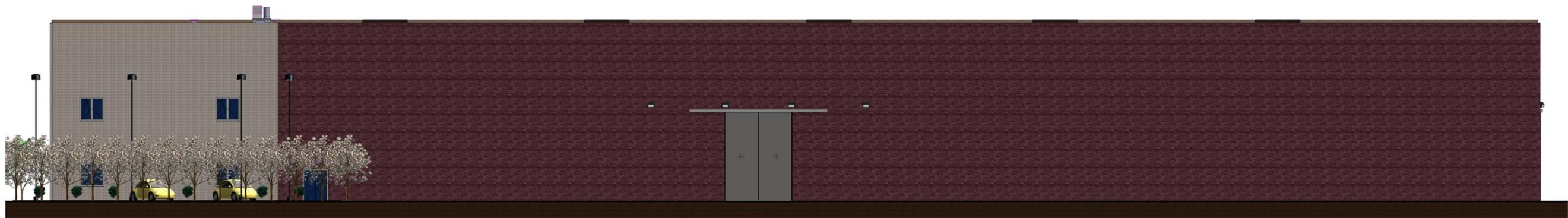


4 Sección Estructura alzado
1 : 200

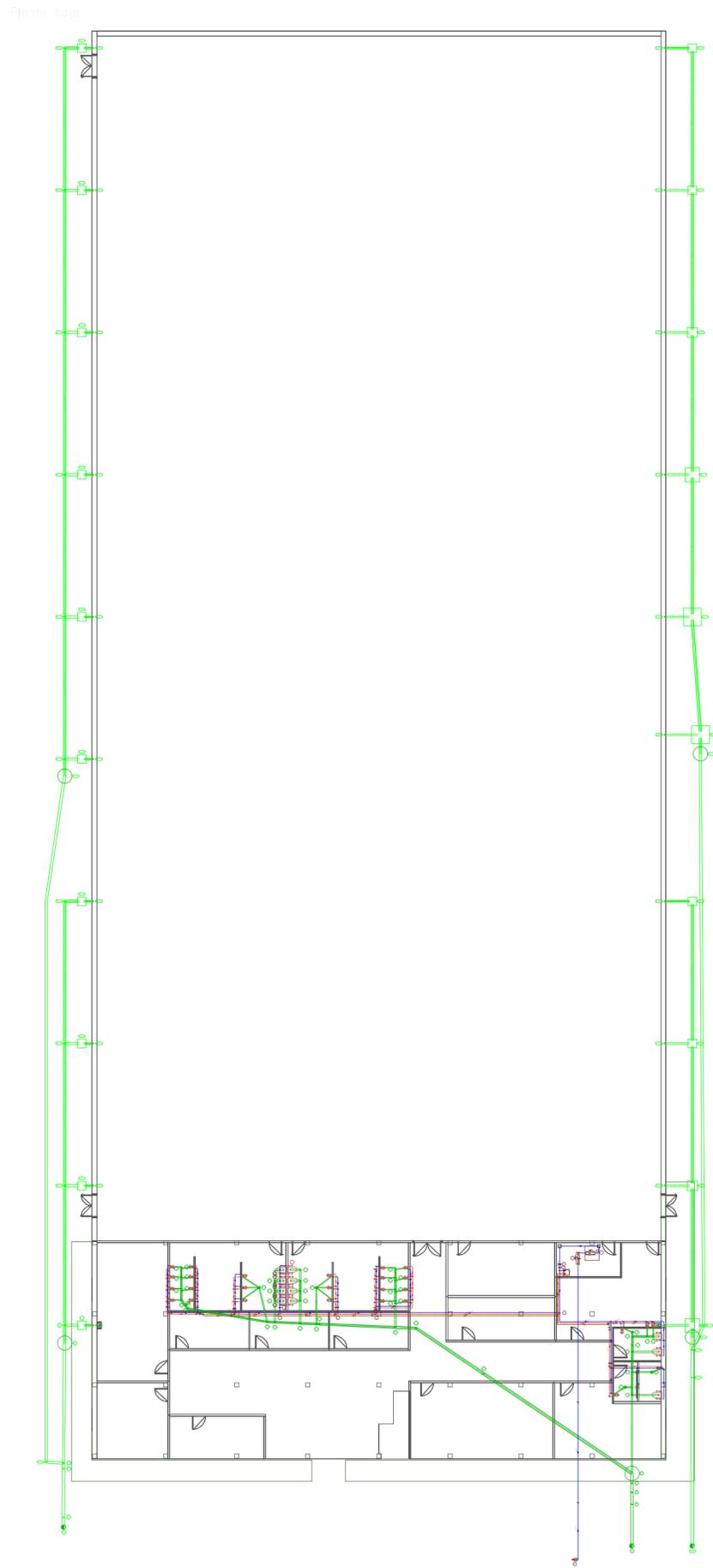


1 Render Estructura

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES		
Titulo TFG MODELADO Y ANALISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM		
Plano		Estructuras
Autor: Sergio Machin Moreno		Fdo.:
Titulacion Grado Ingenieria en Tecnologias Industriales		
Escala: 1 : 200	Fecha: Mayo/2015	Plano Nº 3



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES		
Titulo TFG MODELADO Y ANALISIS DE INTEROPERABILIDAD MEP EN UN ENTORNO BIM		
Plano		Alzados
Autor: Sergio Machin Moreno		Fdo.:
Titulacion Grado Ingenieria en Tecnologias Industriales		
Escala: 1 : 200	Fecha: Mayo/2015	Plano N° 4



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua fría con presión más desfavorable
	Toma y llave de corte de acometida
	Preinstalación de cortador
	Grupo de presión
	Llave de abonado
	Caldera eléctrica para calefacción y ACS
	Bomba de circulación
	Llave de corte
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Arqueta de paso o de registro sin llaves

Referencias y dimensiones de arquetas	
94	60x60x50 cm
103	60x60x50 cm
111	60x60x50 cm
119	60x60x50 cm
129	60x60x50 cm
137	60x60x50 cm
145	60x60x50 cm
153	60x60x50 cm
161	60x60x50 cm
169	60x60x50 cm
180	100x100x110 cm
190	70x70x30 cm
191	60x60x70 cm
192	60x60x50 cm
213	125x125x145 cm
214	125x125x130 cm
215	100x100x110 cm
216	70x70x30 cm
224	60x60x70 cm
225	60x60x50 cm

Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Pozo de registro
	Colector maestro de aguas residuales
	Bate sifónico
	Consumo con hidromezclador
	Bañera / Ducha
	Inodoro con cisterna

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	40 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Ducha con rociador hidromezclador antivibratorio (Hroc)	16 mm
Fregadero doméstico (F-)	16 mm
Lavavajillas doméstico (Lvd)	16 mm

Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general	Tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Colector enterrado	Tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Colector en losa de cimentación	Tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Bajante asociado al canalón	Bajante circular de PVC con óxido de titanio, según UNE-EN 12200-1

Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general (1)	Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2
Alimentación	Tubo de acero galvanizado según UNE 13048
Instalación interior	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2
Aislamiento térmico (A.C.S.)	Coquilla de espuma elastomérica

Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Pozo de registro
	Colector maestro de aguas pluviales
	Arqueta

Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general	Tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Colector en losa de cimentación	Tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Red de pequeña evacuación	Tubo de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1

Diámetros utilizados en la red de pequeña evacuación	
Inodoro con cisterna (Sd)	110 mm
Lavavajillas (Lvv)	50 mm
Fregadero de cocina (Fr)	50 mm
Lavabo (Lvb)	40 mm
Ducha (Du)	50 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Título TFG MODELADO Y ANALISIS DE INTEROPERABILIDAD
MEP EN UN ENTORNO BIM

Plano **Saneamiento - Fontanería CYPE**

Autor: SERGIO MACHIN MORENO **Fdo.:**

Titulación **Grado en Ingenierías en Tecnologías Industriales**

Escala: 1:200 **Fecha: Mayo/2015** **Plano Nº 9**

Anexo 10 Tabla de planificación de dispositivos de iluminación

Tabla de planificación de dispositivos de iluminación					
Familia y tipo	Panel	Datos eléctricos	Número de circuito	ID de interruptor	Habitación: Nombre
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	14	Archivo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	16	calderas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	17	descanso
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	18	descanso
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	17	descanso
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	18	descanso
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	29	5	Dsp. Jefe
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	29	4	Dsp. 2
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	15	Dsp. nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	10	Reprografía
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	32	13	Reunion3
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	32	11	Reunión 2
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	32	12	Reunión 2
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	8	Sala 1
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	9	Sala 2
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	29	6	Sala Reunión 1
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	29	7	Sala Reunión 1
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	28	2	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	28	1	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	28	1	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	28	2	Vestíbulo

M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	34	Exterior 3	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	34	Exterior 2	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	35	Exterior 1	Vestíbulo
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	21	Vestuario H
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	22	Vestuario H
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	23	Vestuario M
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 1	230 V/1-0 VA	30	24	Vestuario M
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	15	1	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	15	2	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	13	3	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	13	4	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	17	5	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	17	6	oficinas
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	17	8	Sala 3
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel 2	230 V/1-0 VA	17	7	Sala 4
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	19	1	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	19	2	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	20	3	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	20	4	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	21	5	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	21	6	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	22	7	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	22	8	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	23	2 Ext.	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje	Panel nave	230 V/1-0 VA	24	1 Ext.	Nave
M_Interruptores de iluminación: Bajo voltaje: 46					

M_Sensor de ocupación de techo - Infrarrojo pasivo - 230V	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	19	Baño H
M_Sensor de ocupación de techo -Infrarrojo pasivo - 230V	Panel 1	230 V/1-0 VA	31	20	Baño M
M_Sensor de ocupación de techo - Voltaje normal: Infrarrojo pasivo - 230V: 2					

Anexo 11 Tabla de planificación de luminarias

Tabla de planificación de luminarias								
Familia	Datos eléctricos	Número de circuito	Panel	ID interruptor	Voltaje	Lámpara	Nivel	Habitación: Nombre
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	21	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	22	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M

63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	23	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	30	Panel 1	24	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Vestuario M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	16	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Calderas
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	16	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Calderas
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	16	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Calderas
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	16	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Calderas
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	18	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Descanso
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	18	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Descanso
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	19	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	19	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	19	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	19	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño H
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	20	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	20	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	20	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño M

63_PHILIPS_fugato-FBS271_f	230 V/1-35 VA	31	Panel 1	20	35W	PL-T/4P32W	Nivel 1	Baño M
63_PHILIPS_fugato-FBS271_f: 48								
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	1	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	2	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	2	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	2	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	2	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	19	Panel nave	2	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave

Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	3	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	20	Panel nave	4	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave

Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	5	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	6	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	6	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	6	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	6	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	21	Panel nave	6	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave

Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	7	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	8	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	8	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	8	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	8	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL	Luminaire 230 V/1-450 VA	22	Panel nave	8	276 W	400wPSMH	Nivel 3	Nave
Lighting-High_Bay-Philips_Day-Brite-HB-HBE_Acrylic-AR22TFL: 48								
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 2	400 W	T-3	Nivel 1	Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 2	400 W	T-3	Nivel 1	Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 2	400 W	T-3	Nivel 1	Exterior

M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 2	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 2	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 3	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 3	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 3	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	34	Panel 1	Exterior 3	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar	230 V/1-400 VA	35	Panel 1	Exterior 1	400 W	T-3	Nivel 1 Exterior
M_Farola - Estándar: 18							
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	3	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	13	Panel 2	4	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	1	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	15	Panel 2	2	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	5	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	5	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	5	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	6	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	6	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	6	64 W	T-12	Nivel 2 oficinas
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	7	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 4
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	7	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 4

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	7	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 4
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	8	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	8	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	17	Panel 2	8	64 W	T-12	Nivel 2 Sala 3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 pasillo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 pasillo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	1	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 pasillo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 pasillo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 pasillo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	28	Panel 1	2	64 W	T-12	Nivel 1 Vestíbulo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	4	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	4	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	5	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. Jefe
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	5	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. Jefe
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	6	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	6	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	6	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	7	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	7	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	29	Panel 1	7	64 W	T-12	Nivel 1 Sala Reunión 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	8	64 W	T-12	Nivel 1 Sala 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	8	64 W	T-12	Nivel 1 Sala 1
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	9	64 W	T-12	Nivel 1 Sala 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	9	64 W	T-12	Nivel 1 Sala 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	10	64 W	T-12	Nivel 1 Reprografía
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	30	Panel 1	10	64 W	T-12	Nivel 1 Reprografía
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	14	64 W	T-12	Nivel 1 Archivo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	14	64 W	T-12	Nivel 1 Archivo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	14	64 W	T-12	Nivel 1 Archivo
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	15	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. nave
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	15	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. nave
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	15	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. nave

M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	15	64 W	T-12	Nivel 1 Dsp. nave
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	17	64 W	T-12	Nivel 1 descanso
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	17	64 W	T-12	Nivel 1 descanso
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	18	64 W	T-12	Nivel 1 descanso
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	31	Panel 1	18	64 W	T-12	Nivel 1 descanso
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	11	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	11	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	11	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	12	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	12	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	12	64 W	T-12	Nivel 1 Reunión 2
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	13	64 W	T-12	Nivel 1 Reunion3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	13	64 W	T-12	Nivel 1 Reunion3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas	230 V/1-64 VA	32	Panel 1	13	64 W	T-12	Nivel 1 Reunion3
M_Luz colgante - Lineal - 2 lámparas: 89							

M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	23	Panel nave	2 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	24	Panel nave	1 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	24	Panel nave	1 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	24	Panel nave	1 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior	230 V/1-70 VA	24	Panel nave	1 Ext.	70 W	Lámpara Exterior	Nivel 1	Exterior
M_Luz de muro - Exterior: 11								
Total general: 214								

Anexo 12 Tablas paneles instalación eléctrica

<p>Panel 1</p> <p>Ubicación: Voltios: 230/400 simple Capacidad de... Suministro de: Fases: 1 Tipo de red eléctrica: Montaje: Empotrado Cableado: 3 Potencia de red... 100 A Recinto: Potencia de disyuntor... 100 A</p>									
Circ	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	Polos	Desconexión	Descripción de circuito	Circ
1	Toma de corriente Despacho Jefe	20 A	1	2000 VA 2000 VA		1	20 A	Toma de corriente Despacho Jefe	2
3	Toma de corriente Reunion	20 A	1		2000 VA 2500 VA	1	20 A	Toma de corriente Reunion	4
5	Toma de corriente Entrada	20 A	1	2000 VA 2500 VA		1	20 A	Toma de corriente Pasillo	6
7	Toma de corriente Sala 1	20 A	1		2000 VA 1000 VA	1	20 A	Toma de corriente Sala 1	8
9	Toma de corriente Despacho 1	20 A	1	2000 VA 1000 VA		1	20 A	Toma de corriente Despacho 1	10
11	Toma de corriente Despacho 2	20 A	1		2000 VA 1000 VA	1	20 A	Toma de corriente Despacho 2	12
13	Toma de corriente Despacho 3	20 A	1	1000 VA 2000 VA		1	20 A	Toma de corriente Despacho 3	14
15	Toma de corriente Vestuarios 1	20 A	1		2000 VA 2000 VA	1	20 A	Toma de corriente Vestuario 2	16
17	Toma de corriente Sala nave	20 A	1	2000 VA 2000 VA		1	20 A	Toma de corriente Sala nave	18
19	Toma de corriente Archivo	20 A	1		2000 VA 2000 VA	1	20 A	Toma de corriente Archivo	20
21	Toma de corriente Sala comun	20 A	1	1500 VA 2000 VA		1	20 A	Toma de corriente Sala comun	22
23	Toma de corriente Reuniones 2	20 A	1		2500 VA 2000 VA	1	20 A	Toma de corriente Reuniones 2	24
25	Toma de corriente Reuniones 3	20 A	1	2000 VA 2000 VA		1	20 A	Toma de corriente Reuniones 3	26
27	Toma de corriente Baños	20 A	1		1000 VA 1024 VA	1	20 A	Iluminación -Entrada+ Pasilo	28
29	Iluminación -Dsp. Jefe + Sala 1	20 A	1	640 VA 1559 VA		1	20 A	Iluminación - Dsp. Varios + Vestuarios	30
31	Iluminación - Zonas Comunes +Baños + archivo	20 A	1		1179 VA 576 VA	1	20 A	Iluminación - Reuniones 2-3	32
33	Iluminación - Exterior 1	20 A	1	3600 VA					34
35	Iluminación -Exterior 2	20 A	1		3600 VA				36
37									38
39									40
41									42
				Carga total:	31799 VA	30379 VA			
				Total de...	158 A	152 A			

Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel
Iluminación - Unidad de vivienda	3328 VA	93.59%	3115 VA	
Iluminación - Exterior	7200 VA	125.00%	9000 VA	Carga total conectada: 62208 VA
Otro	0 VA	0.00%	0 VA	Total de demanda estimada: 43795 VA
Toma de corriente	50000 VA	60.00%	30000 VA	Total conectada: 156 A
Lighting	1680 VA	100.00%	1680 VA	Total de demanda estimada: 109 A

Notas:

Panel 2

Ubicación:
 Suministro de:
 Montaje: Empotrado
 Recinto:

Voltios: 230/400 simple
 Fases: 1
 Cableado: 3

Capacidad de...
 Tipo de red eléctrica:
 Potencia de red... 100 A
 Potencia de disyuntor... 100 A

Notas:

Circ	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	Polos	Desconexión	Descripción de circuito	Circ
1	Toma de corriente Oficinas 1	20 A	1	4500 VA 6000 VA		1	20 A	Toma de corriente Oficinas 2	2
3	Toma de corriente Oficinas 3	20 A	1		4500 VA 4500 VA	1	20 A	Toma de corriente Oficinas 4	4
5	Toma de corriente Oficinas 5	20 A	1	4500 VA 3000 VA		1	20 A	Toma de corriente Oficinas 6	6
7	Toma de corriente Oficinas 7	20 A	1		2500 VA 3000 VA	1	20 A	Toma de corriente Oficinas 8	8
9	Toma de corriente Dpto.1	20 A	1	2000 VA 1500 VA		1	20 A	Toma de corriente Dpto. 1	10
11	Toma de corriente Dpto.2	20 A	1		2000 VA 1500 VA	1	20 A	Toma de corriente Dpto.2	12
13	Iluminación - Unidad de vivienda	20 A	1	832 VA 1500 VA		1	20 A	Toma de corriente Aux	14
15	Iluminación - Unidad de vivienda	20 A	1		768 VA				16
17	Iluminación - Unidad de vivienda	20 A	1	768 VA					18
19									20
21									22
23									24
25									26
27									28
29									30
31									32
33									34
35									36
37									38
39									40
41									42
		Carga total:		24600 VA	18768 VA				
		Total de...		119 A	94 A				

Legenda:

Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel
Iluminación - Unidad de vivienda	2368 VA	100.00%	2368 VA	
Otro	0 VA	0.00%	0 VA	Carga total conectada: 43368 VA
Toma de corriente	41000 VA	62.20%	25500 VA	Total de demanda estimada: 27868 VA
				Total conectada: 108 A
				Total de demanda estimada: 70 A

Notas:

Panel nave

Volgios: 230/400 simple
 Fases: 1
 Cableado: 3

Capacidad de...
 Tipo de red eléctrica:
 Potencia de red... 100 A
 Potencia de disyuntor... 100 A

Ubicación:
 Suministro de:
 Montaje: Empotrado
 Recinto:

Notas:

Circ	Descripción de circuito	Descone xión	Polos	A	B	Polos	Descone xión	Descripción de circuito	Circ
1	Toma de corriente nave 1	20 A	1	1500 VA 1500 VA		1	20 A	Toma de corriente nave 2	2
3	Toma de corriente nave 1 AT	20 A	2	8250 VA 8250 VA	8250 VA 8250 VA	2	20 A	Toma de corriente nave 2 AT	4
5		--	--	8250 VA 8250 VA		--	--		6
7	Toma de corriente nave 3	20 A	1	1500 VA 1500 VA	1500 VA 1500 VA	1	20 A	Toma de corriente nave 4	8
9	Toma de corriente nave 3 AT	20 A	2	8250 VA 8250 VA		2	20 A	Toma de corriente nave 4 AT	10
11		--	--	8250 VA 8250 VA	8250 VA 8250 VA	--	--		12
13	Toma de corriente nave 4	20 A	1	1500 VA 1000 VA		1	20 A	Toma de corriente nave 5	14
15	Toma de corriente nave 4 AT	20 A	2	5500 VA	5500 VA 813 VA	1	20 A	Refrigeración	16
17		--	--	5500 VA		--	--		18
19	Iluminación Nave 1	30 A	1		5400 VA 5400 VA	1	30 A	Iluminación Nave 2	20
21	Iluminación Nave 3	30 A	1	5400 VA 5400 VA		1	30 A	Iluminación Nave 4	22
23	Iluminación - Exterior Nave 1	20 A	1		490 VA 280 VA	1	20 A	Iluminación - Exterior Nave 2	24
25									26
27									28
29									30
31									32
33									34
35									36
37									38
39									40
41									42
		Carga total:		54800 VA	53883 VA				
		Total de...		273 A	269 A				

Leyenda:

Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel
Refrigeración	813 VA	100.00%	813 VA	
Iluminación - Exterior	770 VA	125.00%	963 VA	Carga total conectada: 108683 VA
Otro	0 VA	0.00%	0 VA	Total de demanda estimada: 71126 VA
Toma de corriente	85500 VA	55.85%	47750 VA	Total conectada: 272 A
Lighting	21600 VA	100.00%	21600 VA	Total de demanda estimada: 178 A

Notas:

Panel nave 3P

Ubicación:
 Suministro de:
 Montaje: Empotrado
 Recinto:

Voltios: Conexión en Y 480/277
 Fases: 3
 Cableado: 4

Capacidad de...
 Tipo de red eléctrica:
 Potencia de red... 100 A
 Potencia de disyuntor... 100 A

Notas:

Circ	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	C	Polos	Desconexión	Descripción de circuito	Circ
1	Toma de corriente nave 3F 1	20 A	3	5500...	5500...		3	20 A	Toma de corriente nave 3P 2	2
3		--	--		5500...		--	--		4
5		--	--			5500...	--	--		6
7	Toma de corriente nave 3F 3	20 A	3	5500...	5500...		3	20 A	Toma de corriente nave 3F 4	8
9		--	--		5500...		--	--		10
11		--	--			5500...	--	--		12
13	Toma de corriente nave 3P 5	20 A	3	1833...						14
15		--	--		1833...					16
17		--	--			1833...				18
19										20
21										22
23										24
25										26
27										28
29										30
31										32
33										34
35										36
37										38
39										40
41										42
		Carga total:		23833 VA	23833 VA	23833 VA				
		Total de...		86 A	86 A	86 A				

Leyenda:

Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel
Toma de corriente	71500 VA	56.99%	40750 VA	Carga total conectada: 71500 VA
				Total de demanda estimada: 40750 VA
				Total conectada: 86 A
				Total de demanda estimada: 49 A

Notas:

Anexo 13 Otras Visualizaciones y Render

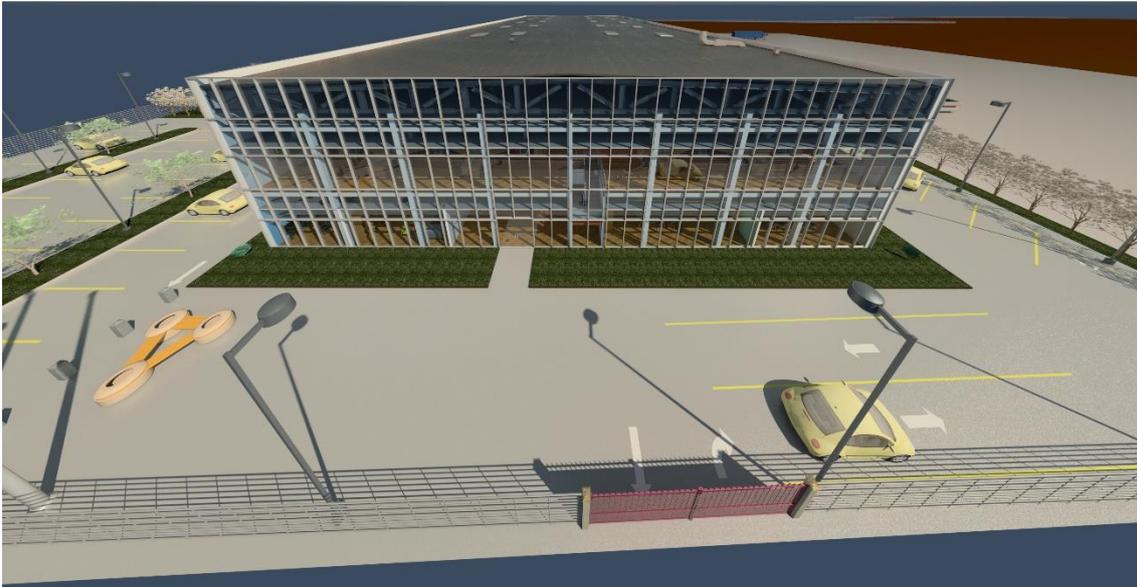


ILUSTRACIÓN A.1. FACHADA PRINCIPAL



ILUSTRACIÓN A.2. ZONA DESCANSO



ILUSTRACIÓN A.3. SALAS OFICINAS



ILUSTRACIÓN A.4. VISTA GENERAL IZQUIERDA

