
Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo (Llíria)

12 sep. 14

AUTOR:

HÉCTOR FERRER SÁNCHEZ

TUTOR ACADÉMICO:

[Begoña Fuentes Giner] [Construcciones Arquitectónicas]

[Inmaculada Oliver Faubel] [Construcciones Arquitectónicas]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

Durante estos últimos años se está dando a conocer una nueva metodología de realización de proyectos de construcción llamada Building Information Modeling (BIM), en los sectores de la arquitectura, ingeniería y construcción, que está llamada a ser el futuro.

Con este Trabajo Fin de Grado, se pretende comparar y demostrar la eficacia de la metodología BIM frente la metodología tradicional de elaboración de proyectos. Para llegar alcanzar dicho objetivo, se ha realizado un trabajo teórico y otro práctico.

Por un lado, con la parte teórica se pretende explicar la metodología BIM y las diferencias existentes frente a la metodología tradicional.

Por otro lado, en la parte práctica, se demostrará la eficacia de esta metodología desarrollando un modelo BIM del edificio el Olmo situado en la localidad valenciana de Llíria.

Palabras clave: BIM, Building Information Modeling, Gestión de la información, Proyecto de construcción, Software BIM.

Abstract

In the last few years a new methodology about execution of construction projects is getting the word out and it is called Building Information Modeling (BIM) which is located in the areas of architecture, engineering and construction, and it is called to be the future.

The aim of this TFG is to compare and demonstrate the effectiveness of BIM methodology in contrast with the traditional methodology of project development. To achieve this objective, it has been made a theoretical and a practical work.

On the one hand, the theoretical part tries to explain the BIM methodology and the differences compared with the traditional methodology.

On the other hand, the practical part will demonstrate the effectiveness of this methodology through the development of a BIM model of the Olmo building, which is located in a Valencian town of Llíria.

Keywords: BIM, BIM Software, Building Information Modeling, Construction Project, Information Management.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a las profesoras Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel por su dedicación y apoyo durante este tiempo, y por haberme introducido en el mundo BIM.

A Alberto Cerdán, por la formación recibida durante el curso, además de su implicación y ayuda en todo momento.

También querría agradecer a Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P. por haber cedido el uso de toda la documentación necesaria para el desarrollo de este Trabajo Final de Grado.

Al Equipo BIM, por haber permanecido unidos y motivados durante todas estas horas de trabajo así como las experiencias compartidas, tanto buenas como malas.

Por último a la familia, amigos y compañeros por su apoyo y confianza durante estos años.

Acrónimos utilizados

AEC: Architecture/Engineering/Construction

AIA: American Institute of Architects

BIM: Building Information Modeling

CAD: Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

IAI: International Alliance for Interoperability

IFC: Industry Foundation Classes

LOD: Level Of Development

PGOU: Plan General de Ordenación Urbana

TFG: Trabajo Fin de Grado

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Agradecimientos	3
Acrónimos utilizados	4
Índice	5
Introducción	8
1 Antecedentes	8
2 Objetivos	9
3 Metodología	10
4 Motivación personal	11
Building Information Modeling	15
1 Origen del BIM: del CAD al BIM	15
2 Concepto	18
3 Características del BIM	19
4 Diferencias entre CAD-BIM	21
5 Forma de trabajo	25
6 Niveles de desarrollo (LOD)	31
7 Dimensiones	36
7.1 BIM-4D.	37
7.2 BIM-5D	38

7.3	BIM-6D	38
7.4	BIM-7D	38
8	Interoperatividad - Formato IFC	40
9	Ventajas e inconvenientes	43
9.1	Ventajas	43
9.2	Inconvenientes	44
Proyecto El Olmo		45
1	Descripción del edificio	45
Modelo BIM “El Olmo”		50
1	Herramienta	50
2	Estudio del proyecto	51
2.1	Incongruencias	51
3	Modelo “El Olmo”	54
3.1	LOD 100	54
3.1.1.	Incongruencias	65
3.2	LOD 200	71
3.3	LOD 300	80
3.3.1.	Incongruencias	91
4	Gestión de la información	92
Conclusiones		102
Referencias Bibliográficas		104
Índice de Figuras		106

Anexo I: Planos LOD 300 Edificio el Olmo

111

Introducción

1 Antecedentes

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG), parte de la visión de la situación actual de las empresas en el sector de ingeniería, arquitectura y construcción (AEC).

Durante estos últimos años nuestro sector pasa por un momento de gran dificultad, por tanto hace pensar que es un buen momento para cambiar la metodología de trabajo tradicional en España.

En la actualidad es bastante común encontrar proyectos con infinidad de fallos e incoherencias entre documentos. Probablemente, esto se deba a la falta de coordinación que suele existir entre los distintos agentes intervinientes.

De ahí que estas incoherencias puedan generar en muchos casos, problemas a la hora de la ejecución, pudiendo producirse retrasos y pérdidas económicas.

Así pues, estos problemas seguramente se podrían haber evitado si todo hubiera estado coordinado desde un primer momento.

En definitiva, para evitar la falta de coordinación y sus posibles consecuencias nace el concepto de BIM, una nueva metodología de trabajo que centra en una única base de datos toda la información de un proyecto.

2 Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es comparar la metodología tradicional de elaboración de proyectos con la metodología BIM y demostrar su eficacia.

Para poder demostrar que BIM es una buena forma de trabajo, se deben alcanzar una serie de objetivos secundarios que nos ayuden a conseguirlo.

Para ello, debemos:

- Conocer la metodología BIM.
- Analizar las ventajas e inconvenientes de la metodología BIM.
- Demostrar la eficacia que esta tecnología aporta a la hora de tomar decisiones en la fase de proyecto.
- Realizar una comparativa entre ambas metodologías.

Una manera de llevar a cabo estos objetivos será a través de un caso práctico, donde se realizará un modelo BIM, hasta un nivel de desarrollo en concreto con la herramienta Revit de Autodesk.

3 Metodología

En este Trabajo Fin de Grado, nos hemos marcado el objetivo de comparar y demostrar la eficacia de la metodología BIM, frente a la metodología tradicional. Por tanto, para llegar a este objetivo, hemos estructurado el trabajo en dos partes, una teórica y otra práctica.

La primera parte consiste en realizar un trabajo teórico sobre la metodología BIM.

Dicho trabajo ha sido posible gracias al tiempo empleado para el aprendizaje de esta metodología, a través del curso impartido por Alberto Cerdán, y a las actividades programadas por mis tutoras (cursos, charlas, talleres, etc.) relacionadas con BIM que nos han ayudado a entender esta metodología de trabajo.

Por otra parte, el trabajo práctico consiste en la realización de un modelo BIM de un edificio con software Revit. Dicho modelo servirá para comprobar la eficacia y validez de esta metodología.

Para llevar a cabo este trabajo práctico, partimos de un Proyecto de Ejecución de un edificio formado por planta sótano, 2 locales comerciales en planta baja y 15 viviendas en C/ Colón nº 22 Lliria (Valencia), proporcionado por mis tutoras y del cual se dispone de toda la documentación.

4 Motivación personal

El Trabajo Fin de Grado *“Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo”*, se ha realizado dentro de la modalidad de Proyecto Técnico de Construcción, concretamente en el tema de Gestión de Proyectos de Construcción.

Este TFG ha estado tutelado y revisado en todo momento por las profesoras Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel.

La metodología BIM era totalmente desconocida para mí, sin embargo a la hora de enfrentarme a este TFG se me despertó un gran interés por aprender.

De ahí que, realizara y obtuviera el curso *“iniciación al BIM con Revit”* externo a la universidad, impartido por Alberto Cerdán, el cual me ha ayudado a introducirme en la metodología BIM y en la herramienta Revit.

Por otro lado, gracias a la iniciativa de mis tutoras, se han producido reuniones semanales denominadas *“Café con BIM”* donde hemos conocido y disfrutado de especialistas BIM de máximo nivel en el ámbito nacional e incluso internacional, teniendo charlas y demostraciones muy interesantes.



Figura 1. Cartel Café con BIM. 2014. Begoña Fuentes Giner.

De todos ellos cabe destacar la implicación y el gran apoyo recibido en sus charlas y las demostraciones ofrecidas, como fue por ejemplo el escaneo del Salón Dorado de la Lonja, el pasado 29 de Abril, por parte de la empresa Leica.

Como he mencionado anteriormente, mi desconocimiento sobre el tema hace apenas unos meses era absoluto, por tanto me motivó la publicación que se realizó en la página web de Avatar BIM (2014) en la que decía:

“Estos alumnos de final de ciclo han elegido entre múltiples propuestas meterse de lleno en el desarrollo de un proyecto de ejecución con Revit a un nivel de detalle mínimo de 300. Un camino nada fácil pero que les va a convertir en unos profesionales altamente cualificados en modelado de proyectos BIM.” [Avatar BIM, 2014].

Por otra parte, durante este tiempo, también realicé y obtuve el certificado del curso online “Autodesk Building Performance Analysis Certificate”.



Figura 2. Autodesk Building Performance Analysis Certificate. 2014. Héctor Ferrer Sánchez.

Curso que me ayudó a conocer más aspectos sobre la eficiencia energética y a utilizar software de Autodesk.

Finalmente el pasado 23 y 24 de Mayo se celebró el 2º Congreso Nacional BIM (EUBIM 2014) en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de Valencia.

A todo esto, tuve la oportunidad de poder asistir a este congreso pudiendo realizar los diferentes talleres programados, como fue el caso de Lumion y Medit. Además de disfrutar de ponencias de grandes figuras del BIM.



Figura 3. Cartel EUBIM 2014. 2014. EUBIM.

En definitiva, este evento, fue una experiencia enriquecedora, que no dudaría en volver a repetir.

Building Information Modeling

1 Origen del BIM: del CAD al BIM

A principio de la década de los 80, el CAD (Computer Aided Design), se convirtió en una plataforma de trabajo imprescindible en el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC).

Ha sido tan importante que las herramientas CAD se han implantado de forma generalizada, siendo AutoCAD el software líder más conocido y comercializado.

Esta plataforma de trabajo, consiste en el uso de programas informáticos para crear representaciones gráficas de los objetos físicos, en dos o tres dimensiones.

De ahí que se empezaron a hacer todas las representaciones con dicho software, ahorrando tiempo y ganando en eficacia y calidad en los sistemas de representación.

Aun así, como argumenta el profesor Eloi Coloma (2008), a pesar de haber sustituido el papel por la pantalla, el diseño arquitectónico tradicional sigue dependiendo de representaciones literales de modelos independientes.

Es decir, las representaciones se realizan una a una y no están necesariamente conectadas entre sí, pudiéndose encontrar incoherencias entre ellas. Incoherencias que podrían acabar generando problemas en la fase de ejecución.

No obstante, hasta hace apenas unos años no había elección, ya que no existía otra alternativa para el desarrollo de los proyectos de construcción.

Pero gracias a los sectores de ingeniería, que hace años abandonaron esta tecnología, se empezó a utilizar un diseño en base a objetos paramétricos, permitiendo trabajar con modelos de información, naciendo lo que se conoce actualmente como tecnología BIM.

No obstante, aunque el término BIM sea reciente, en realidad los conceptos, enfoques y metodología se remontan unos cuarenta años.

Uno de los primeros ejemplos que se pudieron ver con el concepto que hoy en día conocemos como BIM, fue publicado en el AIA Journal por Charles M. “Chuch” Eastman en 1975.

En dicho artículo se decía que cualquier cambio que se produjera en el dibujo, se debería hacer sólo una vez, y que la estimación de costes y cantidad de materiales, se podrían generar con facilidad a partir de una única base de datos.

Charles M. Eastman ya predecía un modelo paramétrico, donde los contratistas podrían encontrar ventajosa esta información para la programación y cantidad de materiales a demandar.

Sin embargo, quien popularizó este término, unos años más tarde, para la representación digital de procesos de construcción fue Jerry Laiserin.

Así pues, en la actualidad ya existen diversas empresas que comercializan con software BIM (Autodesk, Graphisoft, etc.), ya que se trata de una metodología de trabajo que está siendo adoptada por la mayor parte de países fuera de España.

Por tanto, cabe destacar la iniciativa del gobierno de Inglaterra, el cual ha decidido que a partir del 2016 será obligatorio el uso de BIM para todos los proyectos de arquitectura gestionados por el estado.

2 Concepto

No se puede empezar a hablar de BIM sin conocer qué es BIM.

“BIM es el acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información del edificio) y se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar.”
[Coloma, 2008].

Este nuevo paradigma tecnológico ha sido una revolución en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción.

3 Características del BIM

Una vez conocido el concepto de BIM, es importante conocer cuáles son las características más importantes de esta metodología.

Estas características son:

- Única base de datos.
- Diseño paramétrico.
- Interoperatividad entre distintos softwares.

Única base de datos

En primer lugar, hay que tener en cuenta que un modelo BIM, no es un modelo 3D.

Un modelo BIM, además de ser un modelo en tres dimensiones, también incorpora toda la información del proyecto, la cual queda almacenada en una **única base de datos**, pudiendo ser consultada en todo momento.

Diseño paramétrico.

El término **paramétrico** se refiere a las relaciones existentes entre todos los elementos del modelo que permiten la coordinación y la gestión de cambios.

Por tanto, para que el modelado sea controlable y rápido, estos elementos se definen como objetos paramétricos cuyas características y comportamientos vienen preestablecidos.

Gracias a ello, al hacer cualquier modificación en el modelo, automáticamente todas las vistas se actualizan eliminando posibles incoherencias.

Interoperatividad entre diferentes programas.

Se define **interoperatividad** como la capacidad de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre diferentes herramientas.

Esta interoperatividad es gracias al formato IFC (Industry Foundation Classes) un estándar creado para facilitar el intercambio de información entre los programas del sector de la construcción.

Este concepto se verá detallado más adelante en el capítulo 8.

4 Diferencias entre CAD-BIM

En este apartado pretendemos explicar, cuáles son las diferencias más destacables que existen entre la metodología tradicional CAD y la metodología BIM.

Para ello, en primer lugar, observamos el diagrama publicado por el AIA, a través de Patrick MacLeamy (2004), el cual ha sido fundamental para la propagación de los beneficios y efectos de BIM en la industria de la construcción.

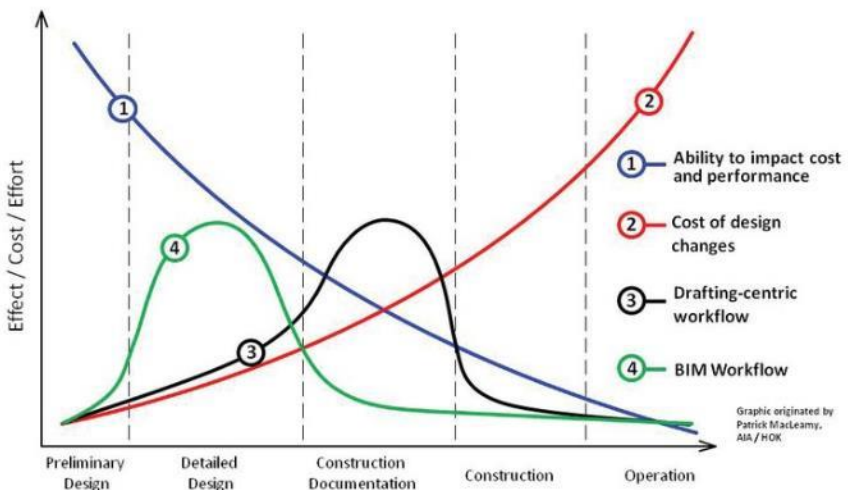


Figura 4. MacLeamy curve. 2004. Patrick MacLeamy.

En él, podemos ver dibujados los diferentes flujos de trabajo existentes en cada una de estas metodologías.

Por tanto, para poder explicar los distintos trabajos, MacLeamy traza un eje de ordenadas donde se representa el efecto/esfuerzo/coste, frente al eje de abscisas donde se representa el tiempo. [Holzer, 2011]

En primer lugar, la línea negra (3), describe el flujo de trabajo tradicional, donde el mayor esfuerzo y coste se centra en la realización de la documentación para la construcción.

Sin embargo la línea verde (4), que representa el flujo de trabajo BIM, observamos cómo se ha desplazado hacia la izquierda. Concentrándose el mayor esfuerzo y coste en las primeras etapas de proyecto.

Este cambio permite detectar y resolver los problemas en fases tempranas de proyecto, evitando así posibles complicaciones en las etapas posteriores.

Dicho de otra manera, como se ve en la línea azul (1), si se concentra el mayor esfuerzo en la etapa de diseño, podemos detectar y resolver los distintos problemas que hayan podido ir apareciendo. Por tanto en las etapas posteriores el esfuerzo y coste es mínimo ya que nos hemos preocupado de dejar definido totalmente el proyecto en las primeras etapas.

Todo lo contrario a lo que ocurre en la metodología tradicional, línea roja (2), donde se observa que los cambios de diseño que no se habían definido se realizarían en las fases posteriores, produciendo un aumento del esfuerzo y del coste.

Por tanto, aquí vemos la ventaja a la hora de tomar decisiones al principio del proyecto, siendo posible resolver los problemas que puedan aparecer sin sufrir ningún aumento del coste.

Una vez conocido el flujo de trabajo existente en cada una de estas metodologías, vemos las características de cada una de ellas.

El CAD, como sus siglas indican, es el Diseño Asistido por Ordenador. De ahí que las aplicaciones CAD imiten el tradicional proceso de dibujo a mano, sólo que dibujados con software informático, utilizando elementos genéricos como líneas, tramas, etc. Obteniendo así un **dibujo virtual**.

Los dibujos de CAD, al igual que los dibujos en papel, son creados de forma independiente, por lo que cada cambio en el diseño, debe ser modificado manualmente en todos aquellos dibujos que sean necesario. Pudiendo dar lugar a la aparición de incoherencias si no se le presta demasiada atención.

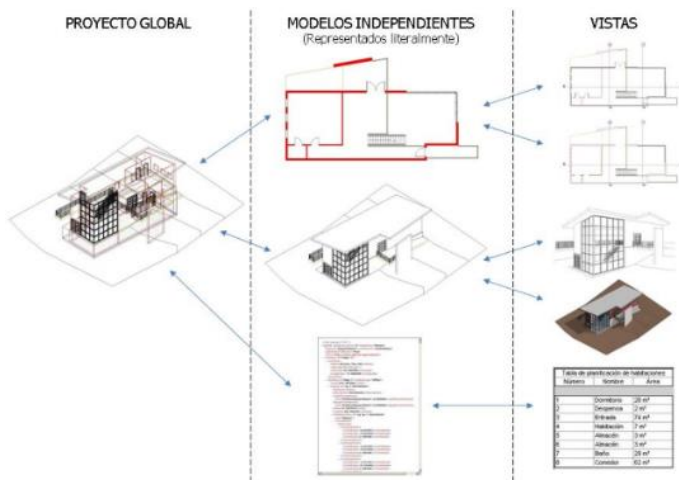


Figura 5. Metodología CAD. 2008. Eloi Coloma Picó.

Por el contrario, las aplicaciones BIM, imitan el proceso real de construcción. Es decir, se construyen los edificios de forma virtual, modelándolos con elementos reales de construcción como muros, forjados, cubiertas, etc.

En este caso, a diferencia del CAD, obtenemos una **construcción virtual**.

Por tanto, la posibilidad que ofrece BIM de realizar una construcción virtual, nos ayuda a la hora de enfrentarnos al modelado del edificio pudiendo estar visualizándolo en todo momento.

Por último, en BIM, utilizamos un modelo de información paramétrico, por tanto todos aquellos cambios realizados en el diseño son automáticamente detectados y corregidos en todas las vistas generadas.

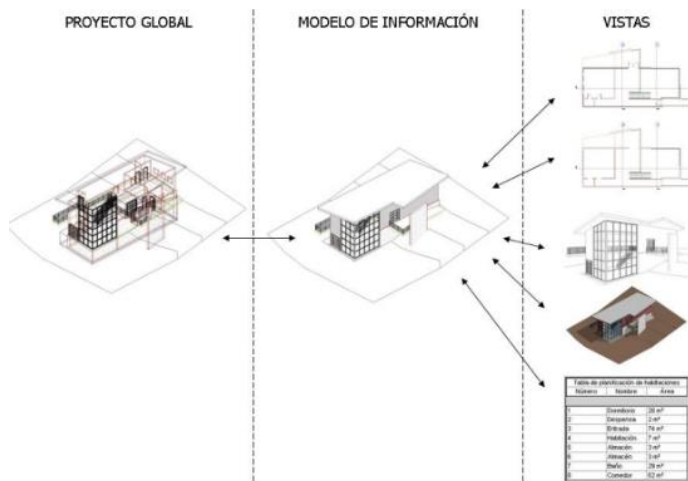


Figura 6. Metodología BIM. 2008. Eloi Coloma Picó.

5 Forma de trabajo

Como bien apunta el profesor Eloi Coloma (2008) en su libro, BIM es una metodología de trabajo el cual se caracteriza por el uso de la información de manera **coordinada**, **coherente**, **computable** y **continua**, en una única base de datos

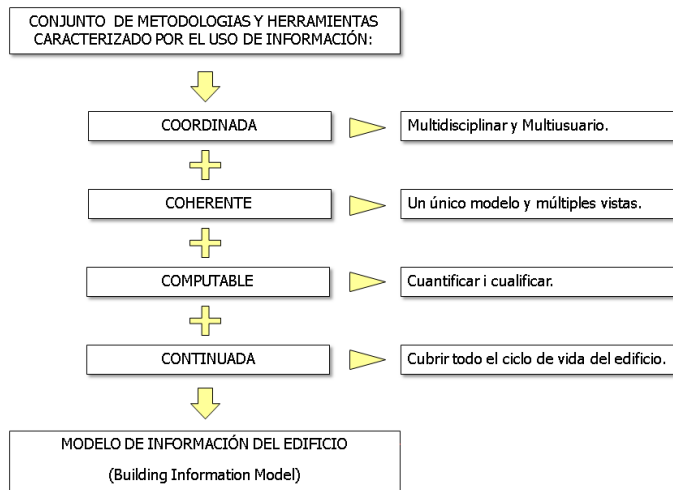


Figura 7. Metodología de trabajo BIM. 2008. Eloi Coloma.

Estos conceptos son claves, luego la filosofía BIM nos plantea una nueva forma de trabajo.

En primer lugar, para poder trabajar en BIM, y llegar a realizar un modelo BIM, es imprescindible la **coordinación** en un proyecto desde el primer momento. Por tanto todos aquellos profesionales intervinientes deben de comunicarse para lograr que el proyecto final sea coherente.

Dicho proceso actualmente se lleva a cabo de una manera caótica. Sí bien es cierto que existe una comunicación y retroalimentación entre los diferentes agentes, pero esta no se lleva a cabo de una manera ordenada y centralizada. [Rojas, 2011]

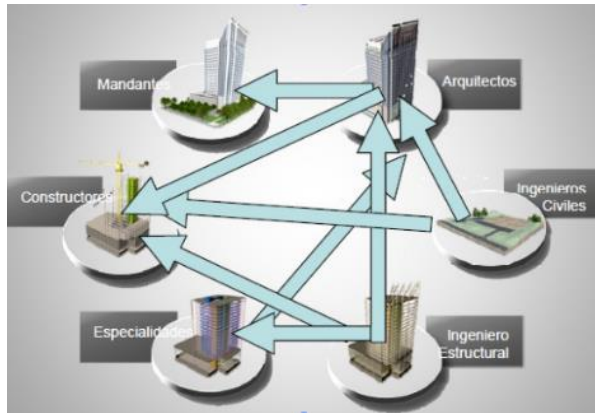


Figura 8. Proceso de coordinación de proyectos actualmente. 2011. BIM Inconet.

Además, es muy común en esta práctica encontrar abundantes archivos que hacen complicada la coordinación, ya que cada agente trabaja con archivos e información diferentes y su actualización suele hacerse manualmente, lo cual es fuente de errores y de pérdida de información.

Así pues, esta falta de coordinación hace que los problemas que deberían ser evitados o corregidos en la etapa de diseño, se traspasen a la ejecución de la obra, generando retrasos en la programación y pérdidas económicas para la constructora y el cliente.

Por tanto, conseguir que la información en el desarrollo de un proyecto este coordinada no es fácil, pero es imprescindible para que pueda llevarse a cabo un buen trabajo en un equipo multidisciplinar y multiusuario, y con BIM esto es posible.

Es posible el trabajo colaborativo entre los diferentes agentes intervinientes, pudiendo estos trabajar desde cualquier lugar, teniendo la información permanentemente actualizada gracias a trabajar todos en un mismo archivo de información.

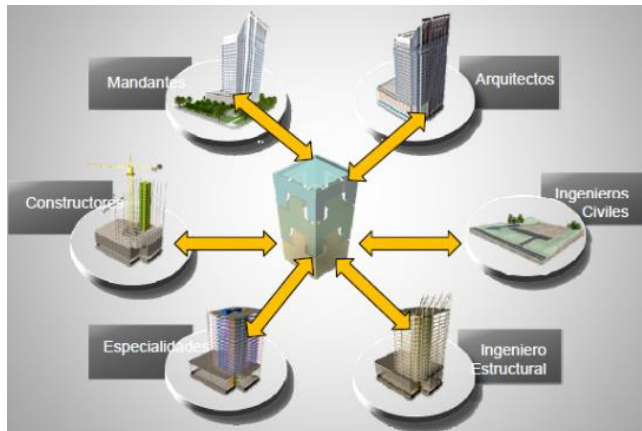


Figura 9. Proceso de coordinación de proyectos BIM. 2011. BIM Inconet.

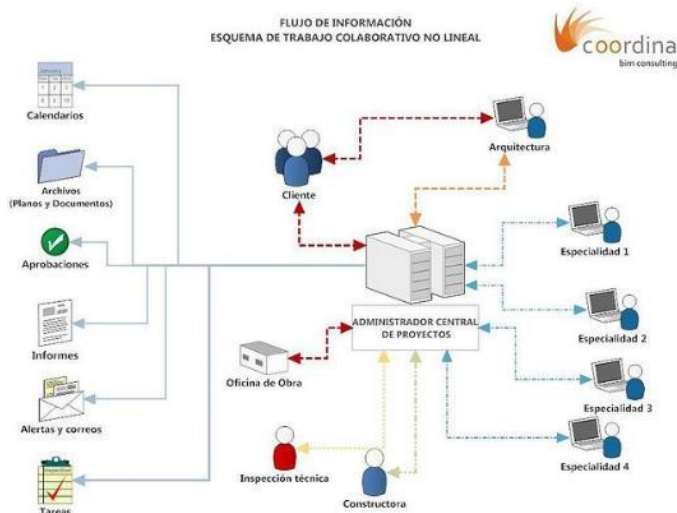


Figura 10. Esquema de trabajo colaborativo. 2014. Coordina BIM Consulting.

En la imagen anterior, podemos observar el esquema de un trabajo colaborativo, donde gracias a la coordinación de todos los agentes que intervienen en un proyecto, pueden estar trabajando todos sobre una misma fuente de información permanentemente actualizada.

Este es uno de los aspectos fundamentales que destacamos a la hora de defender BIM frente a otras metodologías.

Otro de los conceptos importantes que hemos comentado al principio es la **coherencia**.

En la metodología tradicional, es muy común ver incoherencias entre los documentos de un proyecto.

Esto se debe a la falta de coordinación entre los distintos agentes intervinientes y la inexistencia de un único modelo que contenga toda la información, como se ha comentado anteriormente.

Un error habitual es encontrarse que las representaciones no están conectadas entre sí, ya que cada representación se trata de un modelo independiente. Esto nos lleva a hallar vistas totalmente incoherentes entre ellas, si no se ha prestado suficiente atención durante su ejecución.

Sin embargo, en la metodología BIM, no son representaciones, sino visualizaciones que serán totalmente actualizables de manera automática y en tiempo real, gracias a la utilización de un modelo paramétrico.

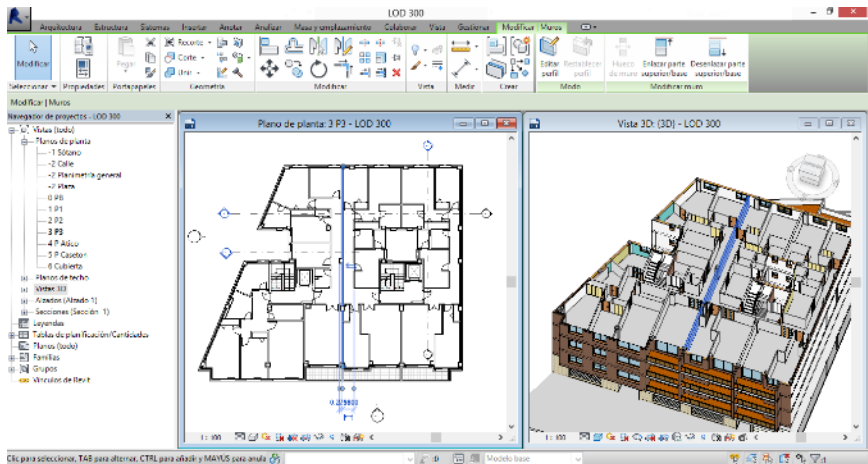


Figura 11. Visualización Proyecto el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

Otro aspecto significativo en la tecnología BIM es la capacidad de medición. Es decir, es importante la capacidad de **cuantificar**.

Para ello, el software utilizado, debe ser capaz de realizar mediciones exactas de materiales, calcular áreas de habitaciones, recorridos, consumo energético, etc. Y todo esto de manera automática, gracias a que toda esta información está contenida en el modelo.

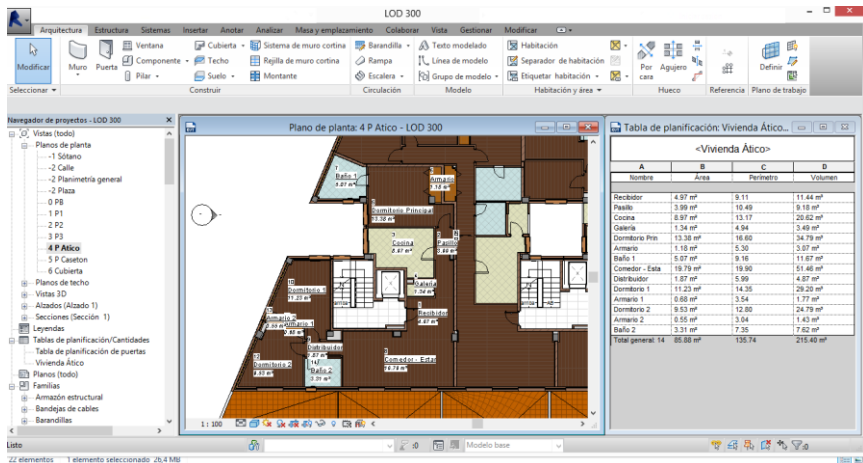


Figura 12. Cálculo habitaciones. 2014. Elaboración propia TFG.

Finalmente, en relación al concepto de continuidad, en la tecnología BIM se tiene en cuenta que un edificio se debe poder estudiar durante todo su **ciclo de vida**, pudiendo así, los usuarios del edificio consultar aquella información que les sea útil, por ejemplo en tareas de mantenimiento del edificio u obras a realizar.

6 Niveles de desarrollo (LOD)

En esta metodología de trabajo podemos diferenciar distintos niveles de desarrollo que puede tener un modelo BIM. Por lo tanto, los Level Of Development (LOD), miden la cantidad y calidad de la información de cada nivel.

En nuestro país no existe aún una estandarización de estos niveles de desarrollo, pero existe una iniciativa llamada uBIM, la cual pretende crear un documento que sirva de referencia a todos los usuarios de BIM en español y este es uno de los temas a tratar.

En cambio, The American Institute of Architects (AIA) desarrolló en 2008 un documento (E202-2008) donde se establece los LOD existentes y sus definiciones. Posteriormente, este documento fue actualizado el año 2013.

Según desarrolló The American Institute of Architects en el documento citado anteriormente, definimos los diferentes niveles de desarrollo existentes:

- LOD 100:

El modelo es un diseño conceptual el cual se centra en definir los elementos del edificio (área, altura, volumen, orientación).

- LOD 200:

En este nivel el modelo aporta una visión general de los sistemas constructivos e instalaciones del edificio. Esto nos permite realizar un primer análisis aproximado de cantidades y costo de las obras.

- LOD 300:

El modelo se desarrolla con la información precisa de los elementos constructivos. Este modelo, nos permitirá generar los documentos necesarios para la construcción.

- LOD 400:

En este nivel, el modelo contiene la información y detalle necesario para la construcción, por tanto alcanza una medición exacta.

- LOD 500:

El modelo contiene toda la información del edificio construido. Gracias a ello se permite iniciar las tareas de mantenimiento del edificio.

Además, en la actualización del año 2013, se consideró la necesidad de desarrollar el LOD 350.

Los requisitos de este nuevo nivel son más altos que los requeridos en el 300, pero no tan altos como los de 400. [Rojas, 2014]

Para entender mejor estas definiciones referente a los distintos niveles de detalle existentes, se puede ver mejor con el ejemplo descrito a continuación.

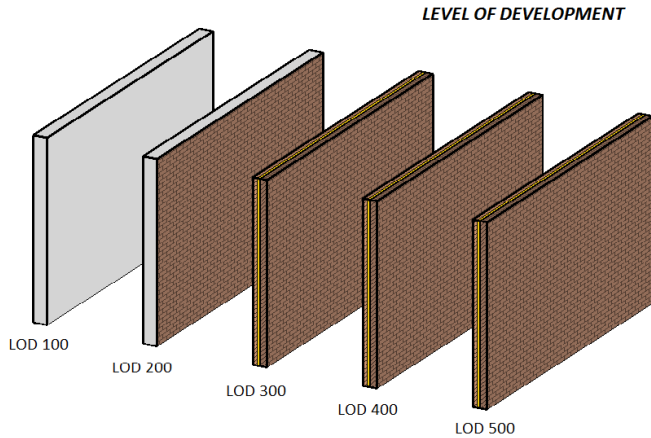


Figura 13. Level Of Development (LOD). 2014. Elaboración propia TFG.

LOD 100: Hay un muro básico de 25cm.

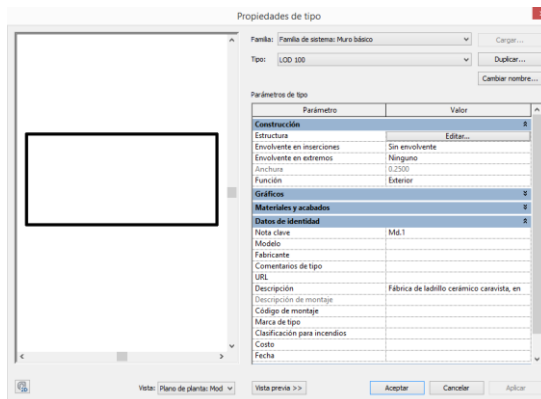


Figura 14. LOD 100. 2014 Elaboración propia TFG.

LOD 200: Hay un muro básico de 25cm. con acabados superficiales.

LOD 300: Hay un muro con materiales.

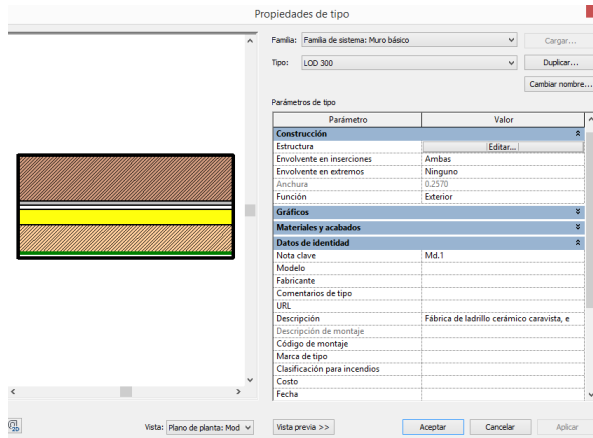


Figura 15. LOD 300. 2014 Elaboración propia TFG.

LOD 400: El muro tiene definido su modelo y fabricante.

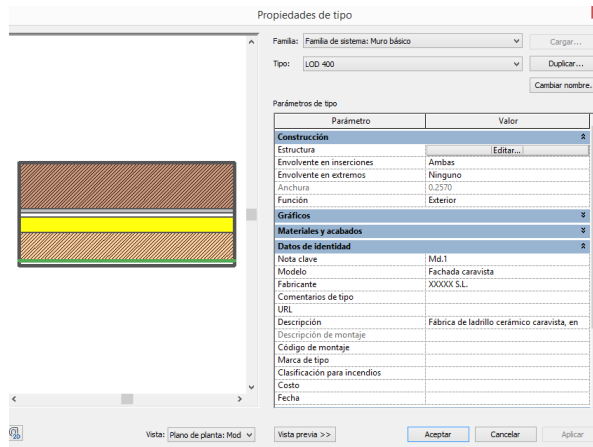


Figura 16. LOD 400. 2014 Elaboración propia TFG.

LOD 500: El muro tiene definido su modelo, fabricante., fecha de compra/instalación, etc.

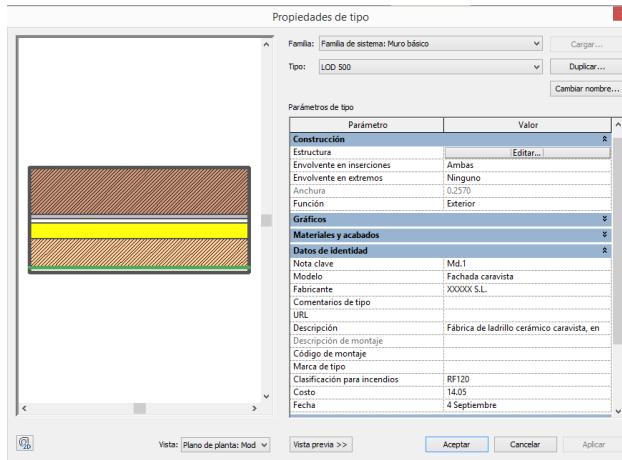


Figura 17. LOD 500. 2014 Elaboración propia TFG.

7 Dimensiones

Un modelo BIM en 3D, es ideal para la visualización de cómo será el proyecto.

Pero el verdadero valor del BIM es la gestión de datos, por tanto como se ha comentado anteriormente, las herramientas BIM deben de poder interrelacionarse entre unas y otras.

Por tanto surgen nuevas dimensiones, hasta ahora desconocidas.

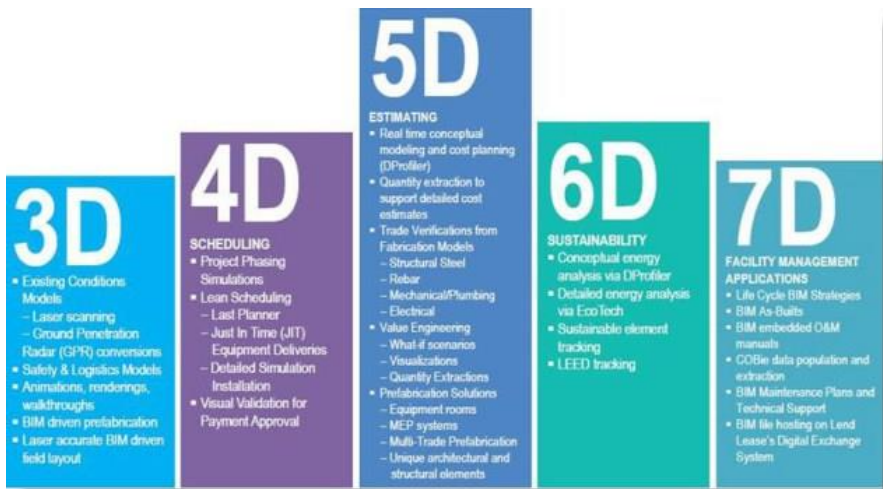


Figura 18. Dimensiones del BIM. 2014. Guillermo García Pedraza.

7.1 BIM-4D.

El BIM-4D consiste en integrar el tiempo al modelo BIM en 3D.

Uno de los principales usos del 4D en proyectos de construcción es la capacidad de hacer una planificación de la ejecución de la obra, obteniendo un análisis detallado de ejecución constructiva dirigida por una línea de tiempo y optimizando los plazos. [Rodríguez, 2012]

Por tanto, se puede vincular cada actividad al diagrama Gantt, generado con software de gestión de proyectos como puede ser Primavera o Microsoft Project, al modelo BIM

Además, ésta dimensión puede incluir simulaciones animadas en las que se indica el orden en que los trabajos van a ser completados, junto con el tiempo que tardará en completarse.



Figura 19. Secuencia BIM 4D. 2012. Eugenio Rodríguez.

7.2 BIM-5D

El BIM-5D hace referencia a los costes y estimación de gastos de un proyecto, logrando tener un mayor control sobre la información contable y financiera.

Esta quinta dimensión logra mejorar la rentabilidad del proyecto, detallando cuándo, cómo y dónde se está gastando el dinero.

Para ello, podemos utilizar software como Presto o Cype.

7.3 BIM-6D

El BIM-6D hace referencia a sostenibilidad del edificio, es decir, en la sexta dimensión es posible realizar análisis energéticos de un proyecto.

Gracias a poder realizar estos análisis energéticos con software específico para ello, el proyecto puede reducir un importante consumo de energía.

7.4 BIM-7D

Por último, el BIM-7D hace referencia a la gestión y mantenimiento del edificio a lo largo de su ciclo de vida.

El modelo existente, se actualiza durante la fase de construcción para convertirse en un modelo “as-built”.

Esto quiere decir que existe un modelo exacto, de lo que está construido, para entregarlo al propietario del edificio para su posterior utilización y mantenimiento.

La séptima dimensión permite consultar el estado del proyecto, el manual de mantenimiento, planificar reparaciones y tareas de mantenimiento, etc.

Por tanto permite controlar y gestionar de forma más eficiente los costos relacionados de dichas tareas.

En BIM-7D, surge un nuevo agente llamado Facility Management, profesión que empezó a ser reconocida hace poco.

8 Interoperatividad - Formato IFC

En un proceso constructivo, es habitual que se requiera de varias aplicaciones. Por lo tanto, es muy importante el intercambio de información entre ellas para facilitar el trabajo.

Como se ha comentado anteriormente en el apartado de características, la interoperatividad es la capacidad de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre diferentes softwares.

Esta capacidad de compartir la información es gracias al formato IFC (Industry Foundation Classes).

El formato IFC, fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual Building Smart, una asociación privada sin ánimo de lucro que integra los diferentes agentes del sector de la construcción.

El objetivo principal de esta asociación es fomentar la eficacia en nuestro sector a través del uso de estándares.

Por tanto, este formato se realizó con el propósito de convertirse en un estándar que facilitase la interoperatividad entre los distintos programas del sector de la construcción.



Figura 20. Logo IFC. Building SMART.

Todos aquellos programas de software que soportan IFC pueden leer e intercambiar información, con otros programas.

Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones, pues cada programa tiene sus condiciones. Aun así es posible ahorrar mucho tiempo y es una herramienta eficaz a la hora del desarrollo de un proyecto.

Como sabemos, en BIM, existe una comunicación permanente entre los distintos agentes intervinientes en un proceso constructivo, por tanto, poder trabajar con un formato estándar, hace que esta comunicación sea mucho más fácil.

De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes.

Por ejemplo, una vez se ha obtenido el modelo BIM con cualquier software de modelado como puede ser Revit o ArchiCad. Se podría

como se indica en la Figura 21, utilizar otras herramientas, gracias al formato IFC, como pueden ser:

- El 3D max para renderizado.
- El Lumion para animaciones y renderizados.
- Navisworks para gestión de modelos BIM.
- Ms Project para programación de obra.
- Presto para mediciones y presupuesto.



Figura 21. Interoperatividad con otros programas. 2014. Ibim Building twice.

9 Ventajas e inconvenientes

Se está de acuerdo de que el BIM, es una metodología muy interesante y con un gran potencial. Pero claro está, que no todo es perfecto.

Por tanto, una vez conocida esta metodología se pretende enumerar las ventajas y sus inconvenientes, aunque muchas de ellas se han ido enumerando durante el trabajo.

9.1 Ventajas

- Mejora la comunicación y coordinación de todos los agentes del proyecto, evitando contradicciones entre las diferentes partes y haciendo posible el trabajo colaborativo.
- Permite tener toda la información del proyecto de manera centralizada y no dispersa. Gracias a ello se evita tener varias copias de la misma información con los problemas que esto puede conllevar.
- Detecta y soluciona interferencias dentro del modelo digital, en lugar de encontrar estos problemas durante la etapa de construcción, ayudando a la toma de decisiones anticipada.
- La documentación se encuentra siempre actualizada.
- Mejora la calidad de los documentos.
- Todas estas ventajas finalmente producen un ahorro importante de tiempo y dinero.

9.2 Inconvenientes

Obviamente, no todo son ventajas. El obstáculo más difícil de superar es el cambio de metodología de trabajo, pasar de CAD a BIM.

Asimismo, todo lo que ello conlleva. Ya que esta metodología requiere de software específico además de la formación suficiente para entender y trabajar la tecnología BIM.

Por tanto requiere un gran esfuerzo económico y de tiempo.

Proyecto El Olmo

Una vez conocida la metodología BIM, en este capítulo se procede a presentar el edificio “El Olmo” que posteriormente realizaremos con dicha metodología.

1 Descripción del edificio

El presente edificio, se trata de un bloque de viviendas diseñado el año 2008 en la C/ Colón, nº22 de la localidad de Lliria (Valencia), por Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.



Figura 22. Alzado Principal. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

El número de plantas proyectadas sobre rasante es de cinco, máximo permitido por el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU).

El edificio fue proyectado en dos bloques y está compuesto por planta sótano, planta baja diáfana, tres plantas tipo de viviendas y una planta ático.

La entrada se produce por la C/ Colón, nº22, según el número de policía y Plaza del Olmo por ubicación.

La **planta bajo rasante** tiene uso de garaje con 14 plazas para coches y una plaza para motocicletas. El acceso a este se produce por la C/Colón.

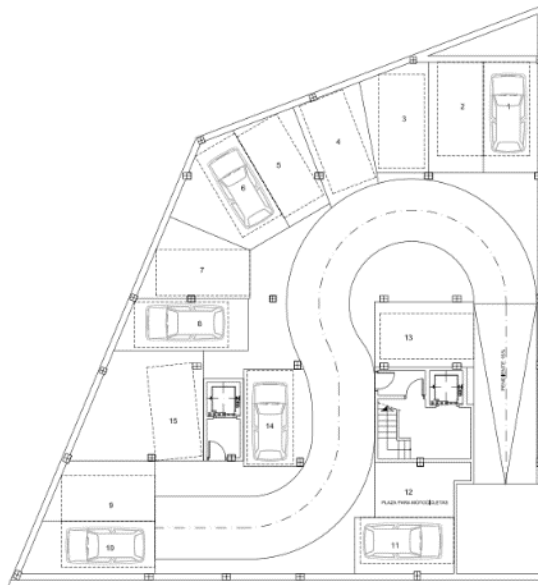


Figura 23. Planta sótano. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

En **planta baja** se accede a los zaguanes de los bloques I y II.

En cada zaguán se proyectaron los recintos para la caja general de protección, contadores de luz, armario RITI, contadores de agua, cuarto de limpieza y buzones, así como la escalera de subida a las plantas superiores y ascensor con capacidad de 6 personas, que comunica todas las plantas del edificio, incluidas la planta sótano.

Además de los zaguanes, se proyectaron dos bajos comerciales según el programa solicitado por el promotor, sin acabados ni distribución interior.

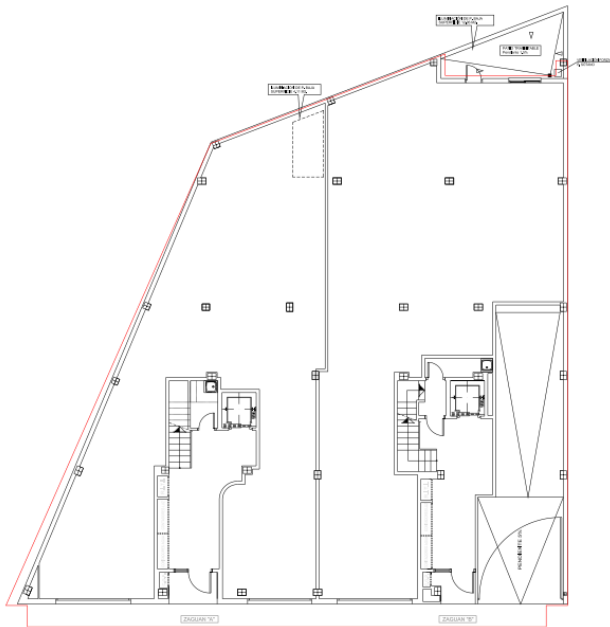


Figura 24. Planta baja. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

En la **planta tipo** existen dos viviendas en cada bloque, a las que se accede mediante ascensor y escalera ventilada e iluminada a patio de luces.

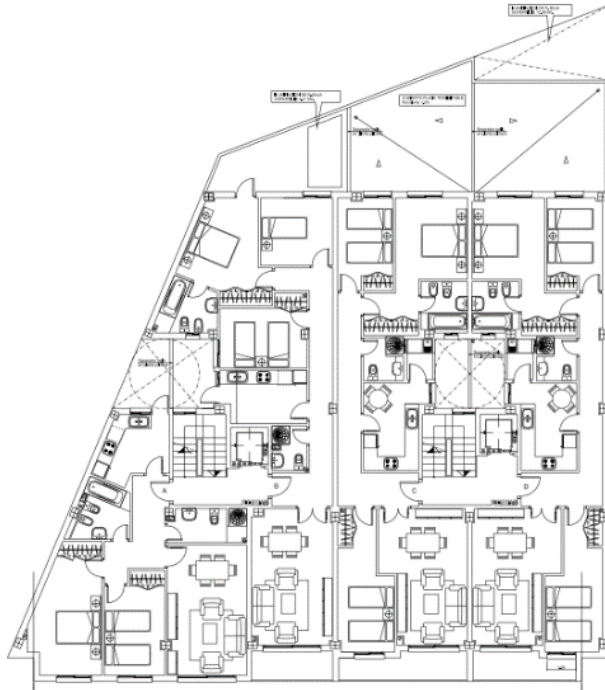


Figura 25. Planta tipo. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

En cambio, en **planta ático**, el bloque I cuenta con una única vivienda mientras que el bloque II sigue contando con dos viviendas

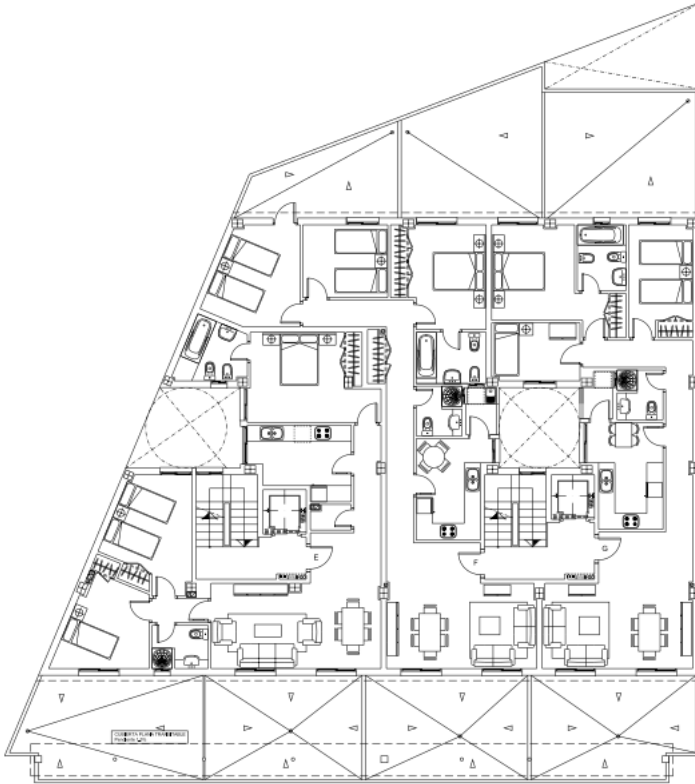


Figura 26. Planta ático. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

Por último, en la **planta de cubierta** se encuentran los cuartos de máquinas del ascensor y los cuartos de RITI.

Modelo BIM “El Olmo”

1 Herramienta

Para este TFG, se decidió emplear, de entre la gran variedad de software BIM existentes en el mercado, el programa Revit de Autodesk el cual nos ofrece una licencia de estudiantes de 3 años.

Esta decisión es consecuencia de la realización del curso de formación en BIM con la herramienta Revit, como se ha mencionado en los apartados iniciales del presente trabajo.



Figura 27. Autodesk Revit 2014. 2014. Autodesk.

2 Estudio del proyecto

En primer lugar, una vez adjudicado el edificio “El Olmo” para la realización de este TFG por parte de mis tutoras, se comprobaron todos los documentos aportados y se procedió a hacer un estudio del proyecto.

Este primer estudio nos permitió formarnos una idea general de las características del edificio.

2.1 Incongruencias

Como hemos ido comentando durante este TFG, en la metodología tradicional, es muy común encontrar incoherencias entre los distintos documentos del proyecto.

Así pues, gracias al estudio inicial realizado y el desarrollo del modelo BIM se han ido encontrando incongruencias del tipo geométrico.

En primer lugar, una vez observados los planos del edificio (alzado, secciones y plantas), hicimos una visita virtual a través de la aplicación de Google Maps. Con ello, vimos su ubicación y apariencia.

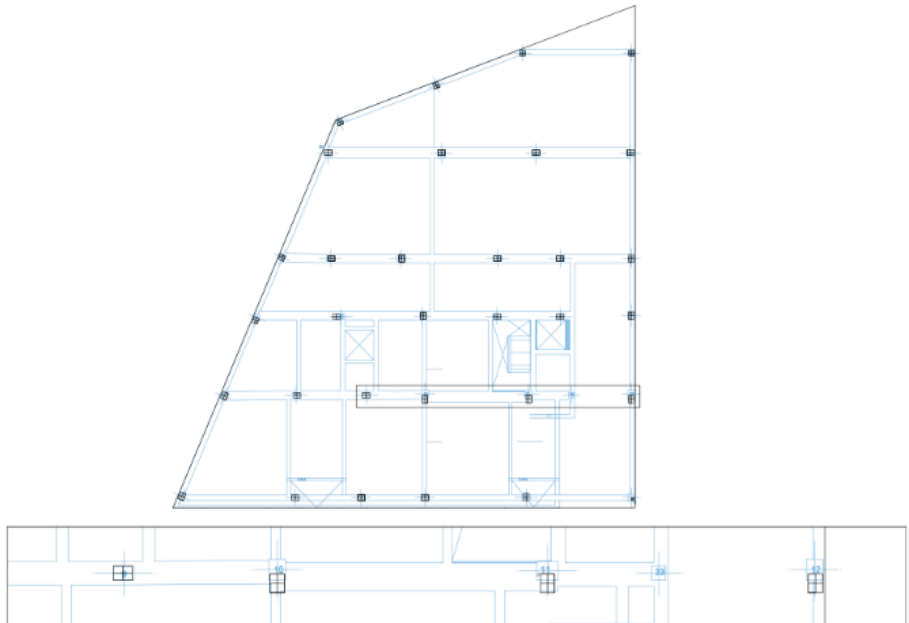
A causa de esta visita virtual, nos dimos cuenta de que la entrada de garaje y, por tanto, la rampa que accede a él, están a distinta altura respecto a la entrada del edificio.

Esta incongruencia fue debida a que los planos facilitados no eran exactamente los del proyecto de ejecución sino otros modificados por razones que no vienen al caso.

Es por ello que, para poder empezar con el modelado, debido a la alteración de los planos, decidimos situar la entrada al garaje y la rampa

en el lugar correcto. Por lo tanto, se calculó el desfase y se dibujó de nuevo la sección para su posterior uso.

Otra incongruencia geométrica muy habitual en los proyectos de ejecución es la diferencia existente entre plantas estructurales y plantas de distribución.



*Figura 28. Superposición distribución y estructura de la planta ático. 2014.
Elabocación propia TFG.*

En esta imagen es posible ver la superposición de los pilares del plano de arquitectura de planta primera (negro), frente al plano de estructura de ese mismo forjado (azul).

Gracias a ello pudimos observar que los pilares estaban desplazados o no coincidían. Por tanto, debido a este error, decidimos utilizar los planos de arquitectura para el desarrollo de nuestro modelo.

Este es un claro ejemplo de la posible falta de coordinación existente en la metodología tradicional entre los distintos agentes intervinientes.

Es evidente que en el caso de haber utilizado la metodología BIM, dicho error, hubiera sido detectado y solucionado en la fase de diseño, gracias a la coordinación entre los distintos agentes y la comprobación entre los modelos de estructura y arquitectura.

Además, gracias a que en BIM realizamos un modelo virtual del edificio, cualquier plano que obtengamos a partir de él, no es una representación gráfica como ocurre en CAD, sino la visualización del modelo en ese mismo instante. Por tanto, cada modificación en el modelo queda reflejada en todas las visualizaciones.

3 Modelo “El Olmo”

Una vez realizado el estudio inicial del proyecto procedimos a empezar el modelado en Revit de nuestro edificio.

En este Trabajo Fin de Grado el modelo BIM del edificio “el Olmo” debe llegar hasta un nivel de desarrollo 300.

A través de este modelo, podremos demostrar la eficacia y validez de esta metodología.

3.1 LOD 100

El primer nivel de desarrollo del proyecto, se trata de un diseño conceptual del mismo, el cual nos aportará una visión general, y que nos permitirá comprobar el cumplimiento de la normativa del municipio donde se ejecuta.

Para empezar el modelado de un edificio en Revit podemos seguir dos caminos diferentes. El primer camino consiste en realizar el edificio desde un proceso nativo, es decir, empezar a construirlo desde cero. En cambio, el segundo consiste en utilizar archivos base para empezar el modelado.

En nuestro caso, se ha seguido la segunda opción ya que a través de la información del edificio facilitado por mis tutoras hemos importado los archivos CAD a Revit.

En primer lugar, importamos una sección constructiva como base para colocar los niveles necesarios y poder definir el edificio.

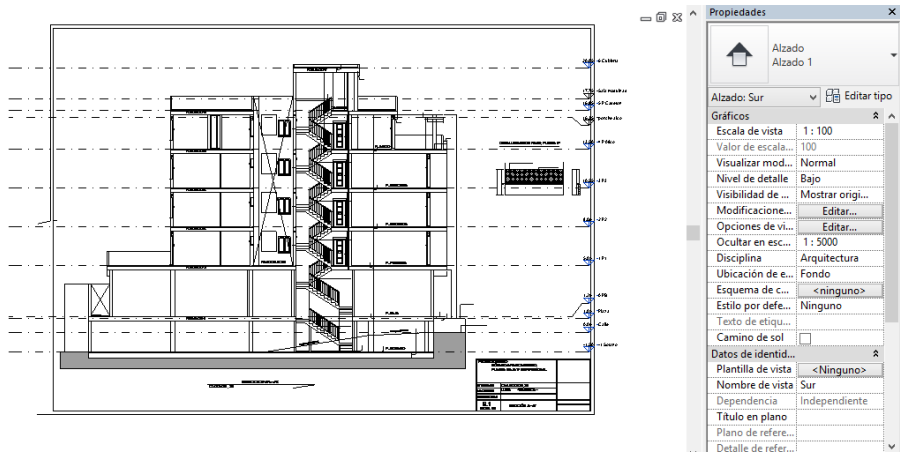


Figura 29. Niveles de referencia. 2014. Elaboración propia TFG.

Una vez creados los niveles, al mismo tiempo, Revit crea vistas asociadas a cada nivel. A continuación, importamos en cada vista creada su correspondiente planta, al igual que hemos hecho con la sección.

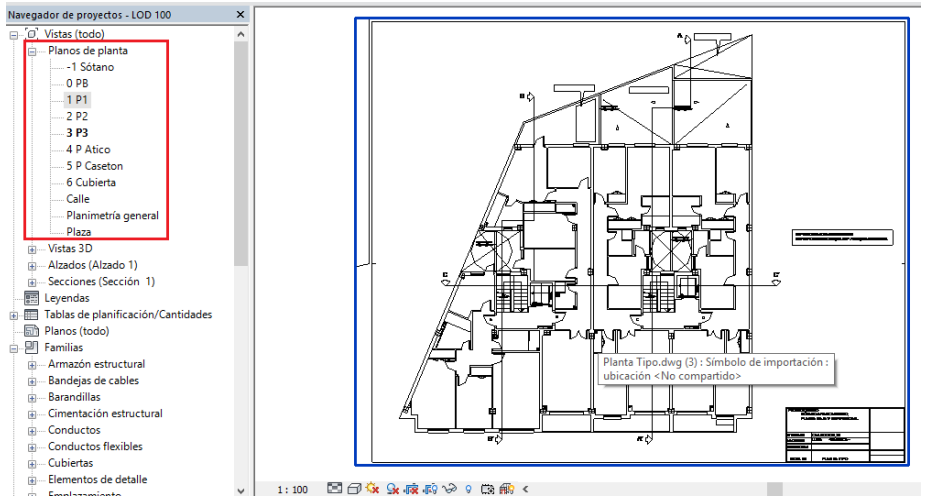


Figura 30. Planta tercera. 2014. Elaboración propia TFG.

A partir de aquí, comenzamos la construcción del edificio siguiendo el orden de colocación de muros, suelos y cubiertas.

Primero, construimos muros básicos por defecto en todas las plantas, resolviendo de manera genérica el edificio. Para ello será preciso crear nuevos muros dependiendo de su espesor.

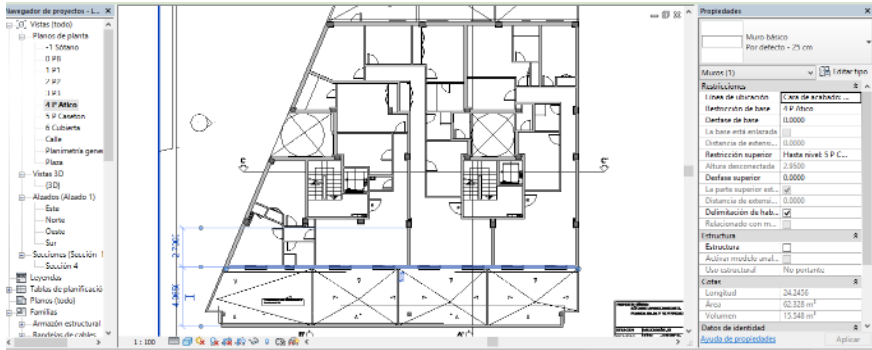


Figura 31. Colocación muros. 2014. Elaboración propia TFG.

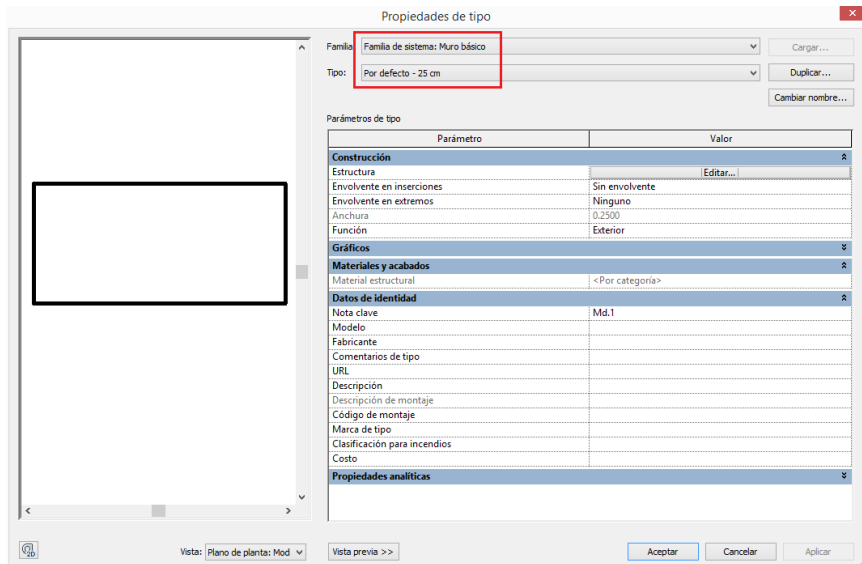


Figura 32. Propiedades del muro. 2014. Elaboración propia TFG.

En este primer estadio de desarrollo, ya vemos la posibilidad que ofrece BIM de realizar una construcción virtual, permitiendo visualizarlo en todo momento.

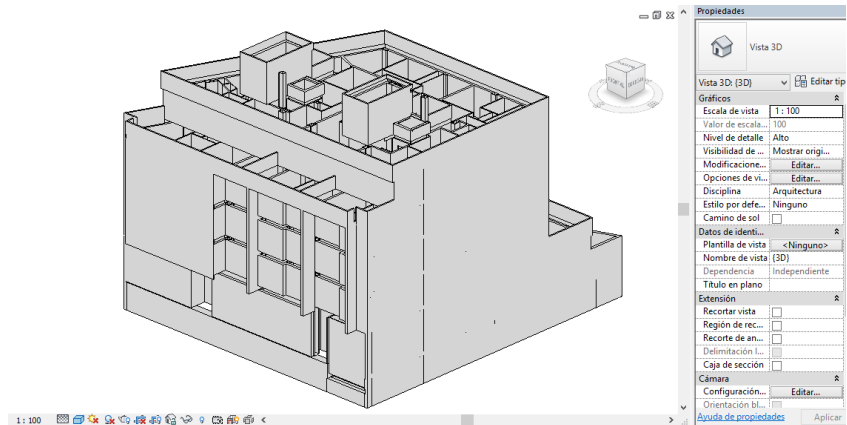


Figura 33. Visualización muros. 2014. Elaboración propia TFG.

Al igual que los muros, este proceso lo repetimos con los suelos y cubiertas, todos ellos utilizando elementos genéricos por defecto.

Como vemos en la Figura 35, el suelo también es un elemento genérico que no contiene ninguna información.

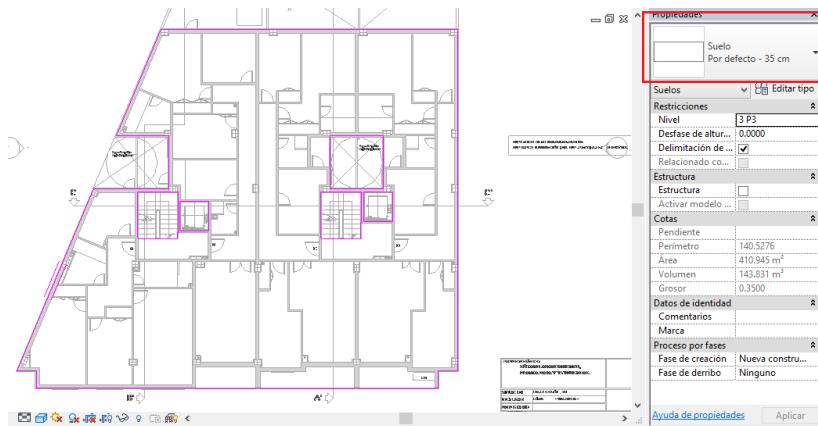


Figura 34. Contorno suelo. 2014. Elaboración propia TFG.

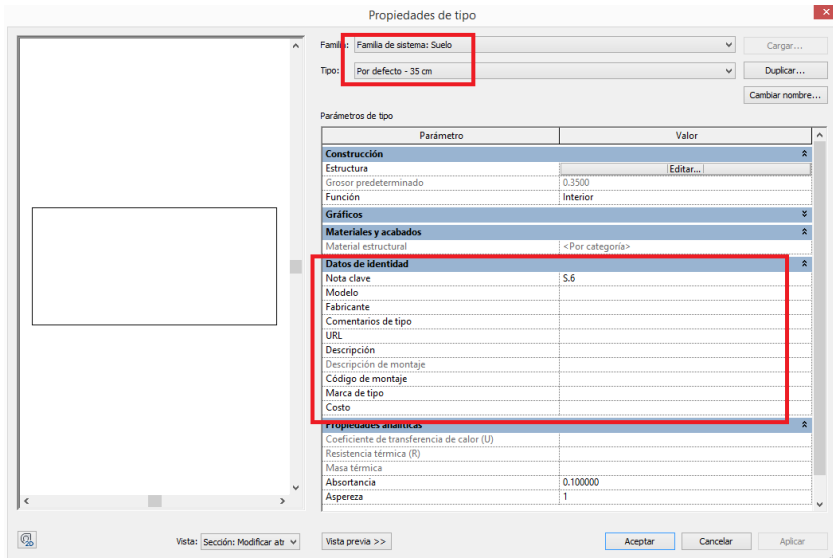


Figura 35. Propiedades suelo. 2014. Elaboración propia TFG.

Una de las ventajas que hemos podido encontrar durante el desarrollo del modelo con la herramienta Revit, es la capacidad que tiene para detectar algún problema en el modelo, mostrándolo en forma de aviso.

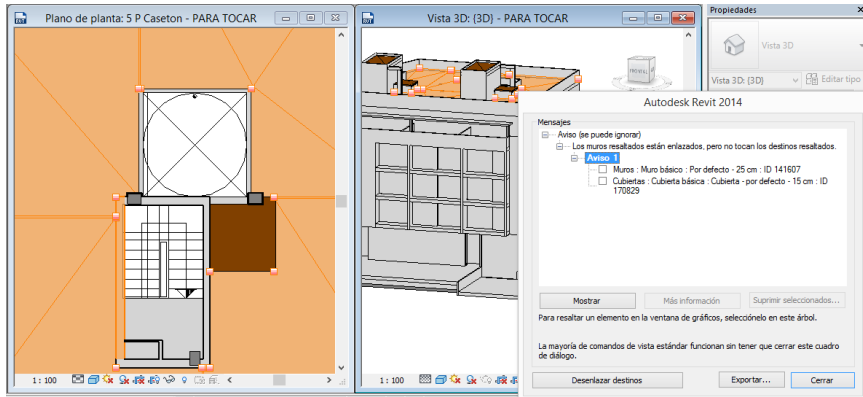


Figura 36. Ejemplo aviso. 2014. Elaboración propia TFG.

Dichos avisos se han ido resolviendo a medida que se modelaba el edificio y, una vez resueltos, el programa automáticamente los eliminaba.

Una vez terminamos con el modelado de los muros, suelos y cubiertas, procedimos a colocar las escaleras.

A diferencia de los otros elementos constructivos, las escaleras pueden llegar a ser un problema a la hora de modelar con Revit, ya que se trata de un elemento constructivo no muy desarrollado en este software y al que le falta mejorar.

En este trabajo hemos realizado las escaleras sin ningún problema, pero aun así, Revit detecta errores como se muestra en la Figura 37.

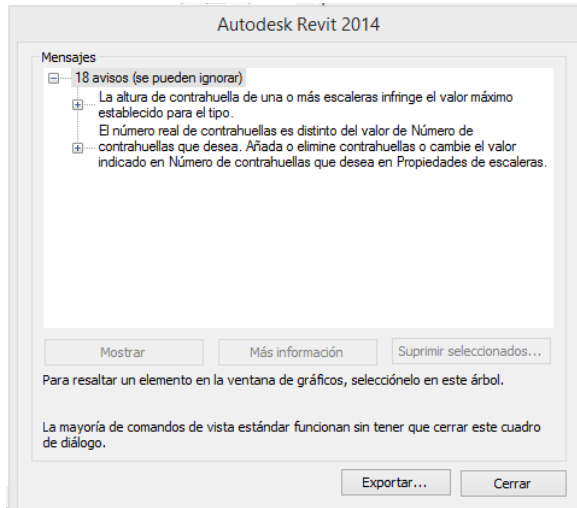


Figura 37. Avisos escaleras. 2014. Elaboración propia TFG.

Como consecuencia del problema de Revit a la hora de hacer las escaleras, los avisos de altura y número real de contrahuellas que aparecen pueden ser ignorados.

Una vez modelado todos los elementos constructivos del edificio, siendo estos elementos básicos sin definición de materiales, tenemos un modelo como se ve en la Figura 38.

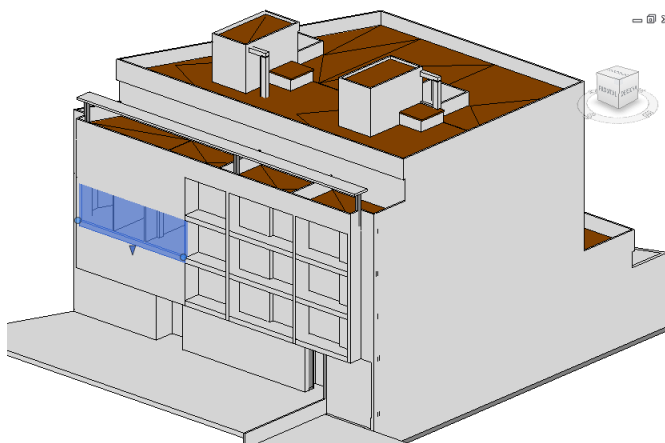


Figura 38. Modelo edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

Propiedades

Muro básico
Por defecto - 25 cm

Muros (1) Editar tipo

Restricciones

Linea de ubicación: Cara de acabado...

Restricción de base: 2 P2

Desfase de base: -0.3500

La base está enlaz...:

Distancia de exten...: 0.0000

Restricción superior: Hasta nivel: 3 P3

Altura desconecta...: 3.3000

Desfase superior: 0.0000

La parte superior e...:

Distancia de exten...: 0.0000

Delimitación de h...:

Relacionado con ...:

Estructura

Estructura:

Activar modelo an...:

Uso estructural: No portante

Cotas

Longitud: 9.1008

Área: 26.774 m²

Volumen: 6.058 m³

Datos de identidad

Comentarios

Marca

[Ayuda de propiedades](#) Aplicar

Editar montaje

Familia: Muro básico

Tipo: Por defecto - 25 cm

Grosor total: 0.2500

Resistencia (R): 0.0000 (n°+)/W

Masa límite: 0.09 kJ/K

Altura de muestra: 6.0000

Capas

Función	Material	Grosor	Envoltivos	Material estructural
1	Contorno del nido Capas por encima	0.0000		
2	Envoltorio (1) Capas por debajo	0.2500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Contorno del nido Capas por debajo	0.0000		

CARA EXTERIOR

Inserir Suprimir Arriba Abajo

Envoltivo por defecto: En los insertos: Sin envoltivo Sin insertos

Modificar estructura vertical (sólo en vista previa de sección)

Modificar Fusionar regiones Borrarlas

Asignar capas Dividir región Telaras

Vista: Plano de planta: Mod Vista previa >>> Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 39. Propiedades muro LOD 100. 2014. Elaboración propia TFG.

Finalmente, se procede a realizar la correspondiente programación de huecos de las carpinterías existentes, tanto interiores como exteriores.

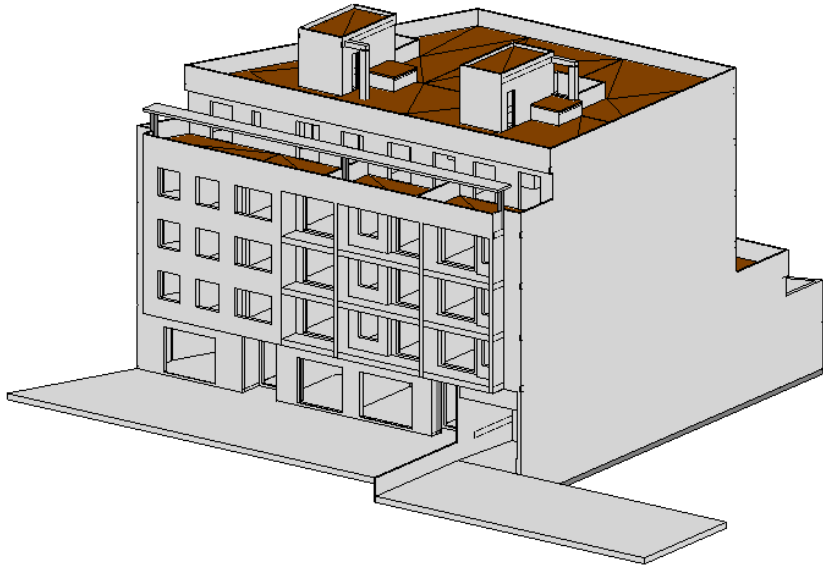


Figura 40. LOD 100 edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

Con todo ello, hemos llegado al objetivo de conseguir un modelo LOD 100. Modelo que podría equivaler a la fase de anteproyecto en la metodología tradicional, donde se nos permite tener una idea general de cómo va a ser nuestro edificio.

En este nivel de desarrollo obtenemos un diseño conceptual del edificio. Para ello, hemos realizado un modelado genérico con elementos constructivos básicos por defecto, que nos permitirá definir y justificar el programa de necesidades del promotor.

Este primer modelo nos serviría, también, para comprobar si nuestro edificio cumple a efectos de normativa urbanística, comprobando: superficie de parcela, frente mínimo, altura de cornisa, plantas, etc.

Del mismo modo, se podría aprovechar este modelo para comprobar normativa de habitabilidad, recorridos de evacuación, etc.

Además, con este nivel poco desarrollado, tendríamos la posibilidad de realizar un estudio de soleamiento, justificando las dimensiones de los huecos programados o las distribuciones interiores del edificio.

3.1.1. Incongruencias

Como hemos mencionado anteriormente, durante el desarrollo del modelo, nos hemos encontrado con distintas incongruencias geométricas.

Se observaron errores gráficos y de trazado entre las distintas vistas (plantas, secciones y alzados), consecuencia de la falta de conexión entre las diferentes representaciones, ya que, como sabemos, los dibujos CAD son creados de forma independiente.

Por contra, en BIM, gracias al modelo virtual del edificio, cualquier plano que se obtenga es la visualización del modelo en ese mismo instante. Por tanto, cada modificación que se realice en el modelo queda reflejada en todas las visualizaciones.

Un ejemplo de error gráfico, lo observamos al comparar la sección A-A' del proyecto con la obtenida del modelo BIM, ya que siendo la misma sección existen diferencias entre ellas.

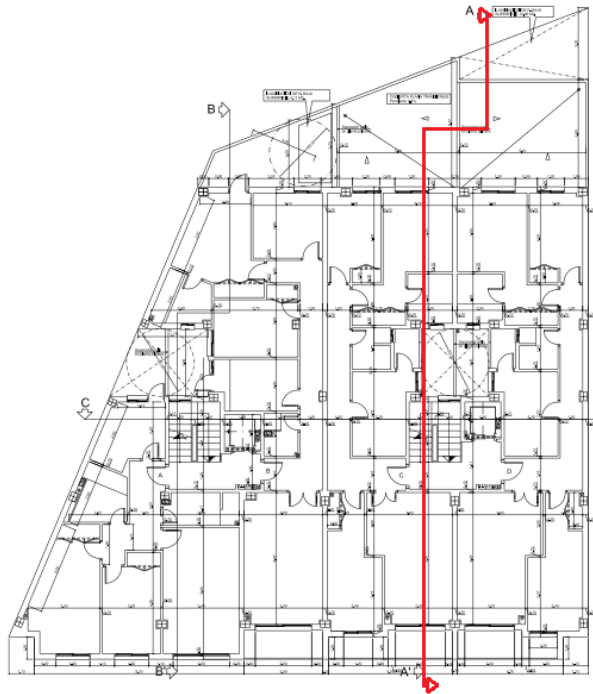


Figura 41. Planta tipo. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

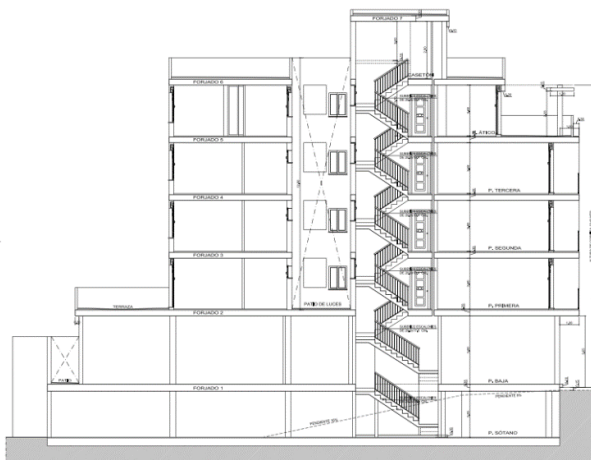


Figura 42. Sección A-A'. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

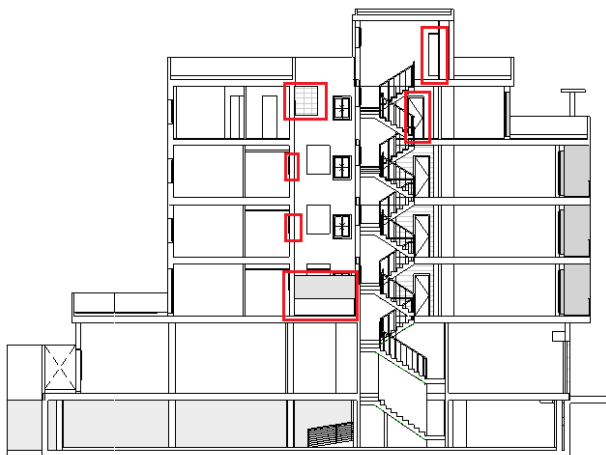


Figura 43. Sección A-A'. 2014. Elaboración propia TFG.

Otro error lo encontramos en la planta ático. Como vemos, aparece una puerta donde en realidad debería haber una ventana, puesto que la puerta provocaría una caída al vacío.

Un error provocado seguramente por la copia incorrecta de la planta primera, cosa que en BIM no podría ocurrir ya que el plano es la visualización exacta del modelo. Por tanto si en nuestro modelo no existiera dicha puerta, en el plano correspondiente tampoco.

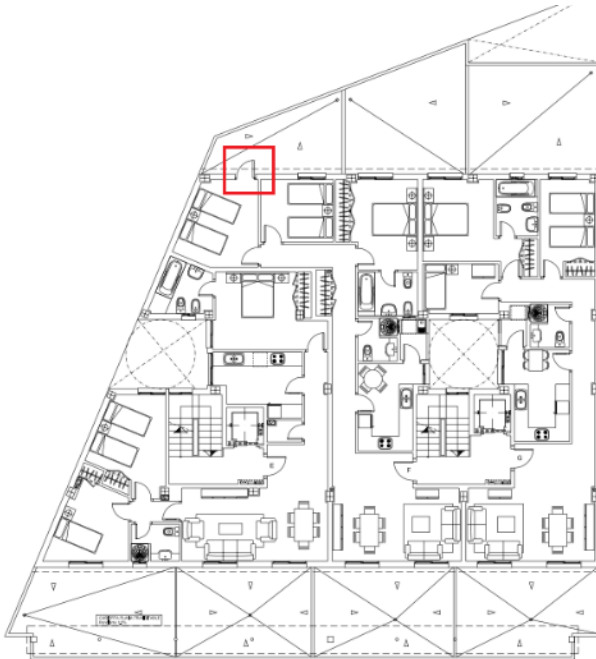


Figura 44. Planta ático. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

Por último, pudimos detectar otra incongruencia geométrica gracias a los avisos de Revit.

Es el caso del encuentro existente entre la escalera y la ventana de iluminación de ésta en uno de los patios de luces.

Este encuentro, realizado conforme lo dispuesto en los planos, sería imposible de resolver dado que la ventana coincide con la escalera como se puede apreciar en la Figura 45.

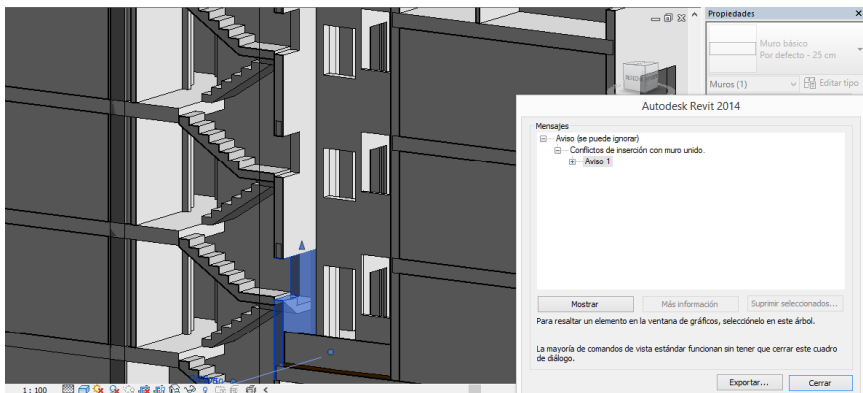


Figura 45. Encuentro ventana-escalera. 2014. Elaboración propia TFG.

Por tanto, para solucionar este problema, barajamos dos opciones. O bien se decide poner la ventana menos alta y en la misma posición, o más estrecha y desplazada.

Finalmente para seguir avanzando con el modelo optamos por la segunda opción, hacer la ventana más estrecha y desplazarla unos centímetros, siendo este el resultado (Figura 46).

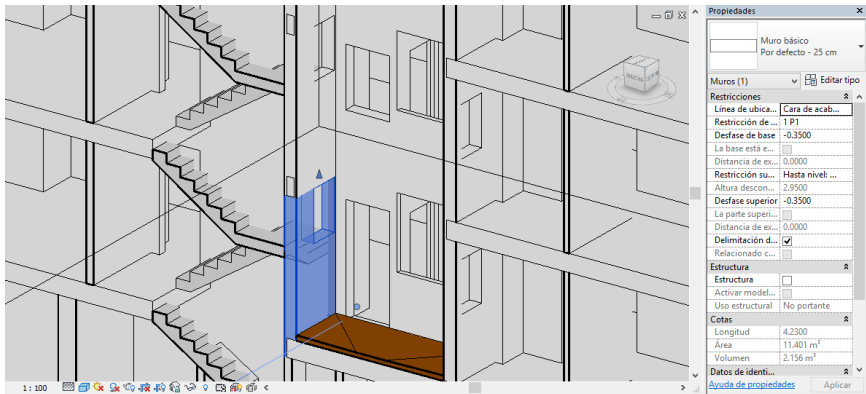


Figura 46. Resolución encuentro ventana-escalera. 2014. Elaboración propia TFG.

He aquí un ejemplo de las ventajas que tiene el BIM, ya que si no hubiéramos detectado este error y tomado una decisión en la fase de diseño, probablemente éste hubiera sido detectado en la fase de ejecución pudiendo provocar retrasos en la obra o un aumento del presupuesto.

3.2 LOD 200

Una vez terminado el LOD 100, en el que hemos realizado un modelado genérico del edificio con elementos constructivos básicos por defecto, y la planificación de los huecos de ventanas y puertas, empezamos a realizar el modelo a un nivel de desarrollo 200.

Este nivel nos permitirá proporcionar a los elementos constructivos básicos que habíamos definido en el LOD 100, un acabado que simule la materialidad, aportando una visión general al cliente de cómo va a ser.

Sin embargo, esto no supone que el modelo contenga información sobre el tipo de material, la forma de colocación, etc.

Antes de empezar con el modelado a un nivel de desarrollo 200, consultamos la memoria constructiva y el presupuesto para ver cuáles eran los acabados, tanto interior como exterior del edificio.

Así, una vez conocidos los acabados de los materiales, se prosiguió con el desarrollo del nivel 200 a partir del nivel anterior.

En primer lugar, colocamos los pilares y la carpintería tanto interior como exterior, en los huecos que habíamos planificado en el LOD 100. La carpintería debe tener las dimensiones exactas de los huecos planificados.



Figura 47. Modelo BIM con carpintería. 2014. Elaboración propia TFG.

En segundo lugar, una vez realizado el estudio previo de los documentos, procedimos a editar los materiales de acabado necesarios.

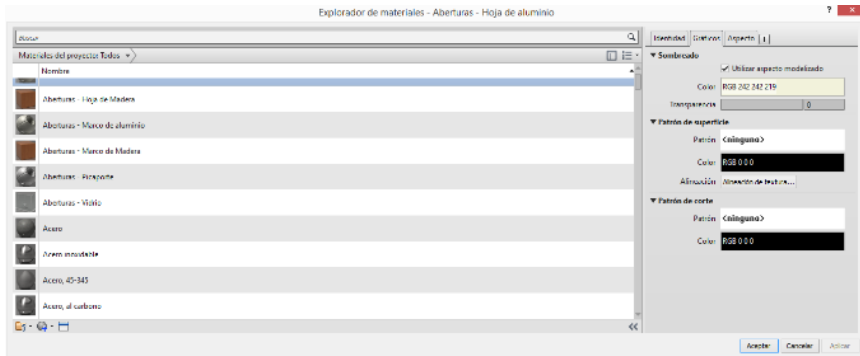


Figura 48. Biblioteca de materiales Revit. 2014. Elaboración propia TFG.

Para ello, una vez dentro de la biblioteca de materiales de Revit, se crearon los materiales necesarios para definir los acabados.

Es el caso, por ejemplo, del pavimento en los baños. Un pavimento realizado con baldosas de gres de 30x30 cm. como se indica en el presupuesto.

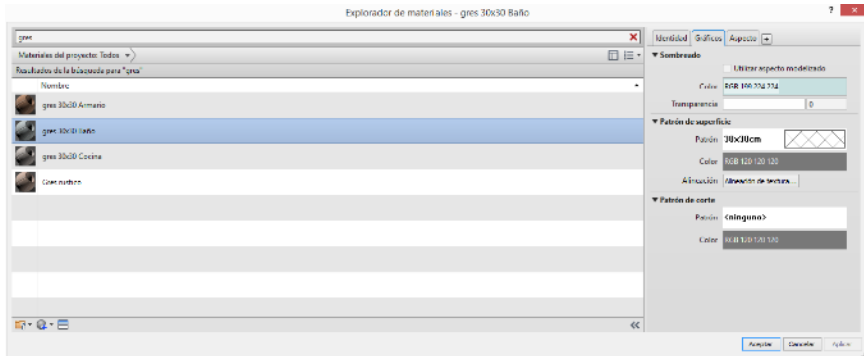


Figura 49. Materiales creados. 2014. Elaboración propia TFG.

A continuación procedimos a dividir las caras de cada muro y suelo, separándolas por estancias.

Una vez divididas las caras, procedemos a dar a los elementos constructivos genéricos texturas de acabado.

Todo esto se verá mejor con el ejemplo descrito a continuación:

Paso 1: Seleccionamos el muro que queremos dividir.

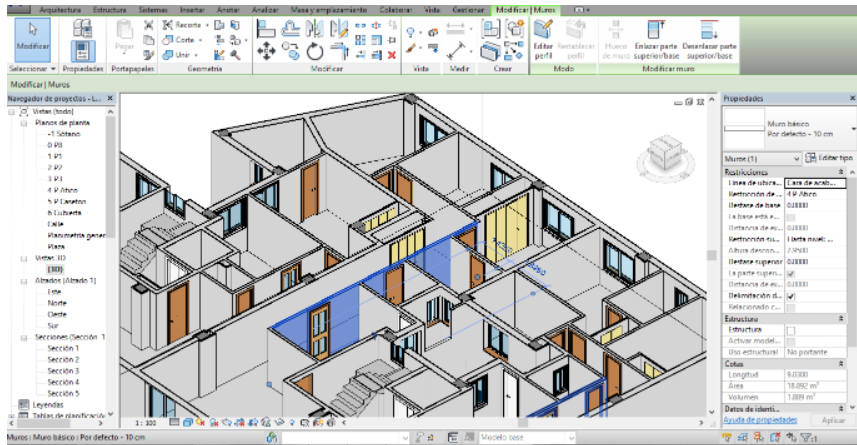


Figura 50. Elección del muro a dividir. 2014. Elaboración propia TFG.

Paso 2: Dividimos caras de muros delimitando cada acabado.

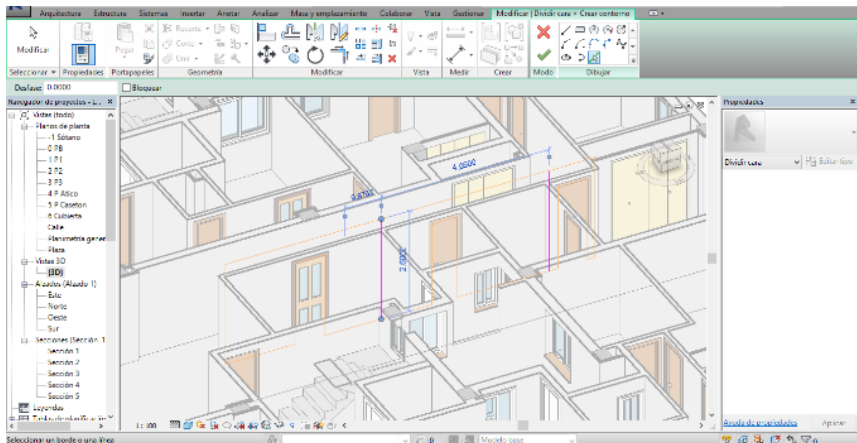


Figura 51. Dividir caras de muros. 2014. Elaboración propia TFG.

Paso 3: Damos a cada elemento su acabado correspondiente.

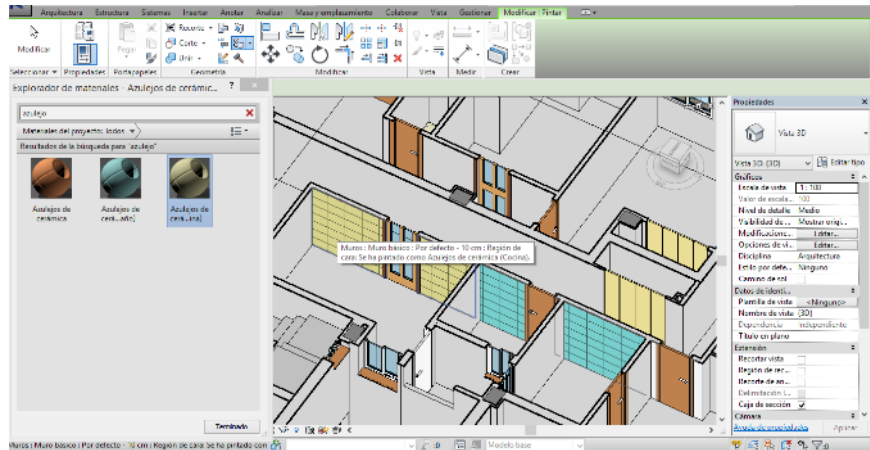


Figura 52. Pintado de las distintas caras del muro. 2014. Elaboración propia TFG.

Una vez realizado estos pasos en todo el edificio, obtenemos el nivel de desarrollo 200.



Figura 53. LOD 200 Edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

Este nivel de desarrollo, contiene, en realidad, prácticamente la misma información que el nivel anterior, ya que los elementos aún siguen siendo elementos básicos, pero con un acabado superficial que simula un material.



Figura 54. Planta ático LOD 200. 2014. Elaboración propia TFG

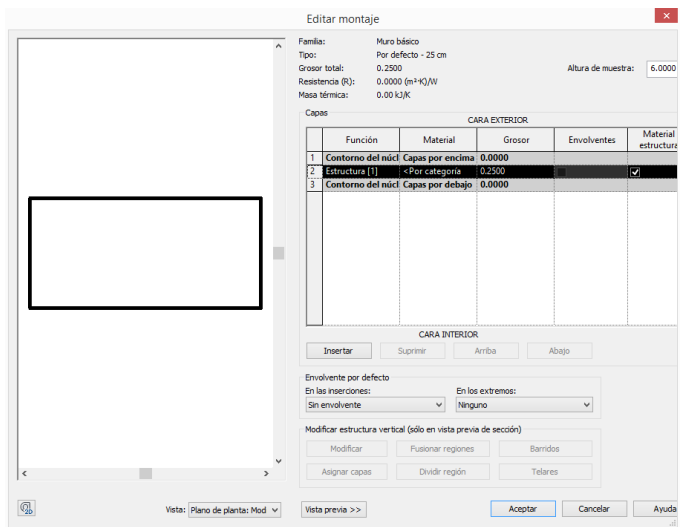


Figura 55. Propiedades muro LOD 200. 2014. Elaboración propia TFG.

Este nivel facilita la comunicación entre el diseñador y el cliente, ya que éste puede ver reflejada su idea en un modelo 3D muy inicial (solo tratamiento de color a muros básicos), haciendo más entendible y visual el proyecto.

Por tanto, este nivel de desarrollo nos ofrece la posibilidad de mostrar los acabados al promotor, dando éste el visto bueno en una fase temprana del proyecto, pudiendo avanzar en el desarrollo del mismo o realizar cambios, en el caso de ser necesario, sin producir grandes esfuerzos de trabajo.



Figura 56. Visualización edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

Este modelado que ya incluye suelos y pilares nos serviría para realizar un cálculo previo de la estructura del edificio y hacernos una idea aproximada de cómo podría ser.

En definitiva, este modelo, podría equivaler al proyecto básico en la metodología tradicional, definiendo de manera global las características del edificio y su contenido sería suficiente para solicitar la licencia municipal u otras autorizaciones administrativas, pero insuficiente para llevar a cabo la construcción.

3.3 LOD 300

Por último, y como nos propusimos a la hora de desarrollar el modelo en este TFG, llegamos a un nivel de desarrollo 300.

En este nivel iremos aumentando poco a poco la información del modelo, añadiendo materiales a todos los elementos constructivos, generando así un modelo de ejecución.

Debido a la envergadura del edificio y el tiempo que requeriría desarrollarlo completamente, se ha decidido centrarse solamente en la planta ático y la envolvente.

Para empezar, partiremos del nivel de desarrollo anterior y seguiremos con el orden propuesto anteriormente de muros, suelos y cubiertas.

Conocidos los distintos tipos de cerramientos y particiones que nos vamos a encontrar, empezamos a dividir muros según su tipología. Una vez divididos, empezamos a definir cada tipología de muro y para ello, debemos crear los distintos materiales que se van a emplear.

Para entender mejor este proceso, tomaremos como ejemplo la fachada del edificio.

En primer lugar como observamos en la Figura 57 y como hemos explicado anteriormente, el muro de fachada de planta ático es un muro genérico sin ninguna propiedad.

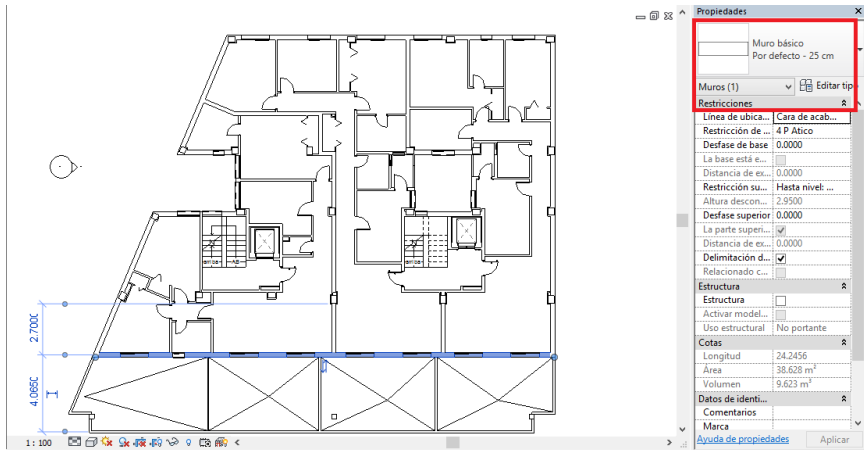


Figura 57. Muro básico fachada planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

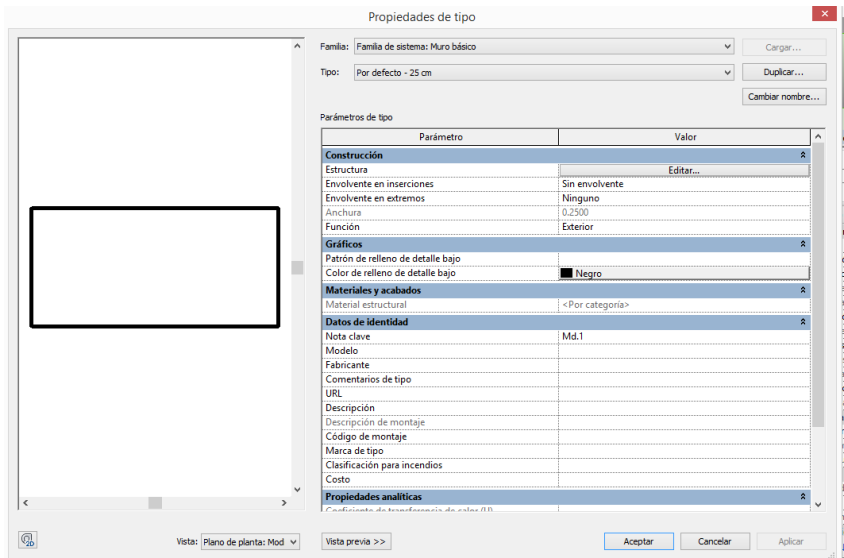


Figura 58. Propiedades del muro de fachada. 2014. Elaboración propia TFG.

Una vez realizado el estudio de los documentos del proyecto, vemos que el cerramiento de fachada está compuesto por una hoja exterior vista de 11.5 cm. de espesor, enfoscado interiormente, cámara de aire, aislamiento a base de paneles de poliestireno expandido de 40mm. de espesor, tabique de ladrillo cerámico de 7 cm. y acabado según estancia.

A continuación, sabiendo las características de este cerramiento, vamos a editar las propiedades de tipo del muro.

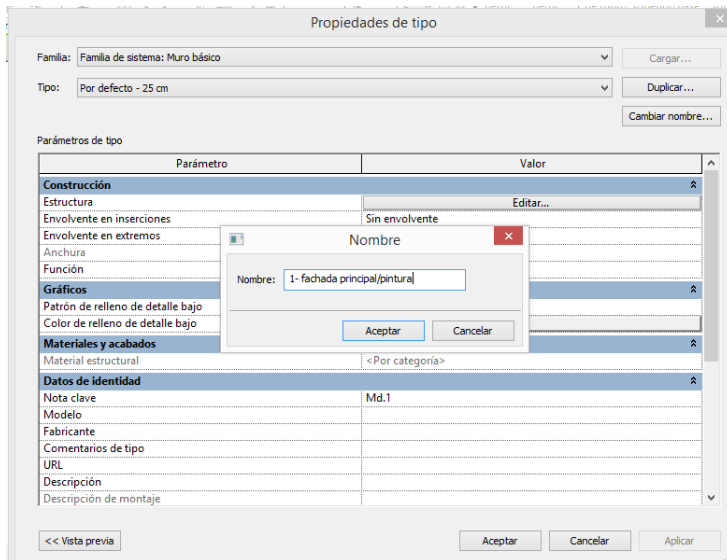


Figura 59. Propiedades tipo fachada principal. 2014. Elaboración propia TFG.

En este apartado hacemos un inciso para diferenciar las propiedades de tipo y de ejemplar que contempla Revit.

Las propiedades de ejemplar controlan el aspecto o comportamiento de un elemento individual de un proyecto, en este caso por ejemplo sería el muro de fachada en planta ático.

En cambio, las propiedades de tipo controlan el aspecto y el comportamiento de todos los elementos de una misma familia. Siguiendo con el ejemplo, si modificáramos algún aspecto del cerramiento de fachada, todos los muros de esta tipología se verían afectados, a diferencia de la propiedad de ejemplar, el cual solo se vería afectado el muro escogido.

Una vez explicados estos conceptos, empezamos a editar la estructura de este muro, haciendo uso de los materiales creados para tal fin.

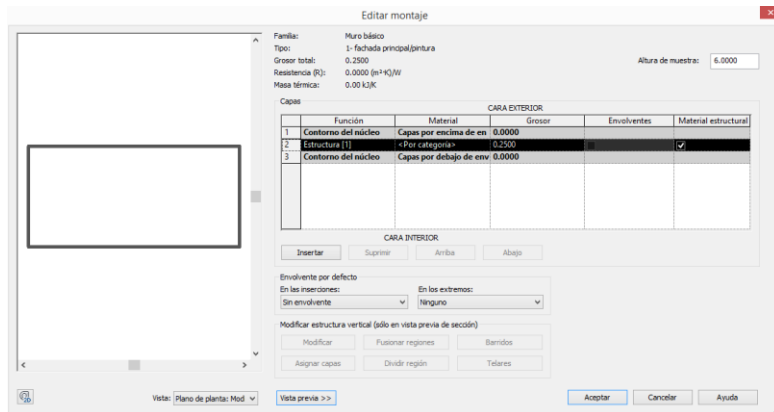


Figura 60. Editor material. 2014. Elaboración propia TFG.

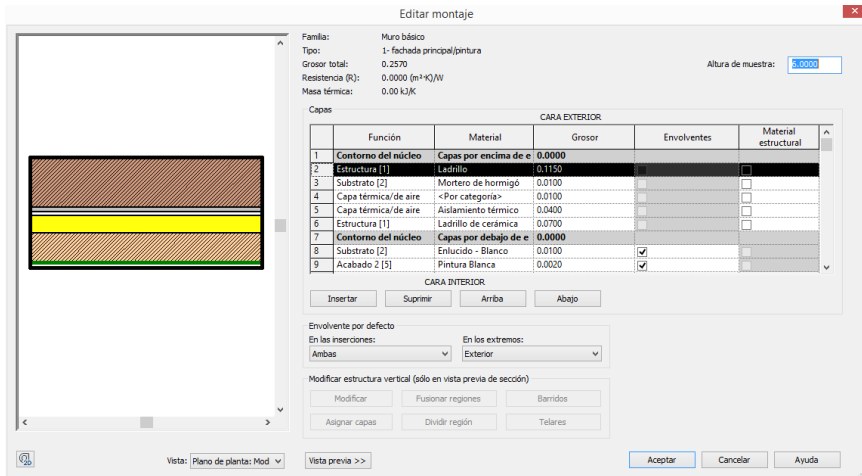


Figura 61. Cerramiento fachada edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.

De este modo nos encontramos con un cerramiento de fachada de 25,7 cm de espesor, que está compuesto por unos determinados materiales, en lugar de un muro básico de 25 cm sin ningún material asignado, como ocurría en LOD 100.

Este mismo proceso se realiza con todos los muros que componen la envolvente del edificio y en las divisiones interiores de la planta ático.

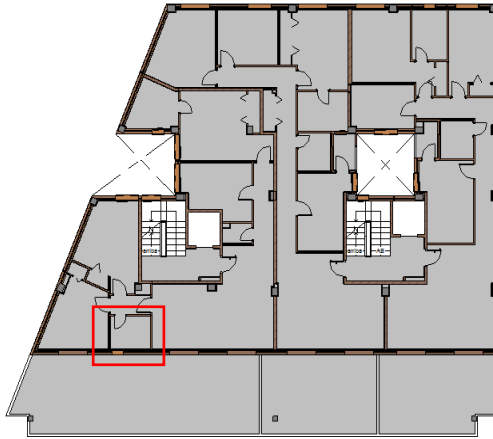


Figura 62. Fachada y particiones planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

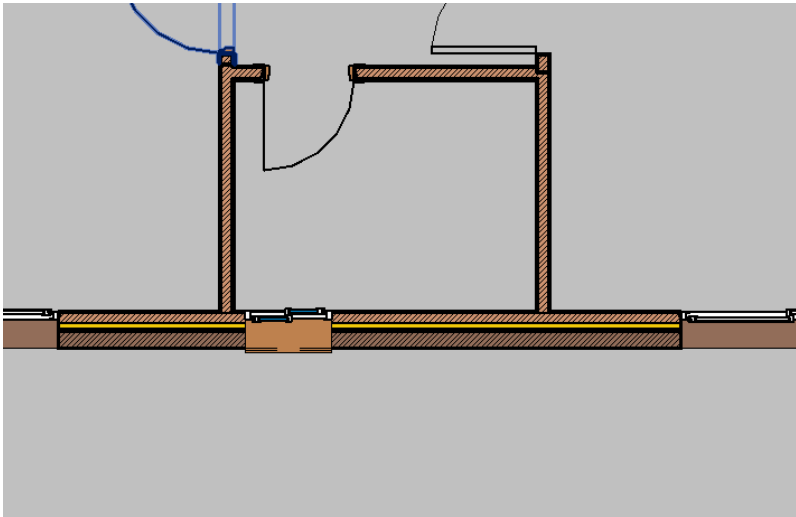


Figura 63. Sección muros planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

En segundo lugar, siguiendo el orden propuesto, continuamos con los suelos.

Durante los niveles anteriores, habíamos utilizado un suelo básico de 35 cm. de espesor, el cual englobaba el forjado (30 cm) y el pavimento (5 cm).

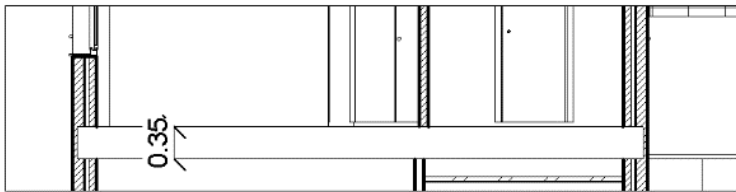


Figura 64. Sección suelo. 2014. Elaboración propia TFG.

En este caso, a diferencia de los muros, los suelos no se pueden partir. Por lo tanto, no se pueden diferenciar los diferentes pavimentos existentes con un único suelo.

Dado este problema, tuvimos que adoptar otra solución para poder avanzar en el desarrollo de nuestro modelo.

Esta solución consistía en disminuir el suelo de 35 a 30 cm. siendo éste el forjado, y añadirle encima un suelo de 5 cm. diferenciando los distintos tipos de pavimentos existentes en nuestro edificio.



Figura 65. Sección suelo modificado. 2014. Elaboración propia TFG.

Una vez solucionado el problema, seguimos el mismo proceso realizado con los muros.

Por tanto, seleccionamos el suelo correspondiente y en sus propiedades editamos su estructura hasta conseguir el pavimento deseado.

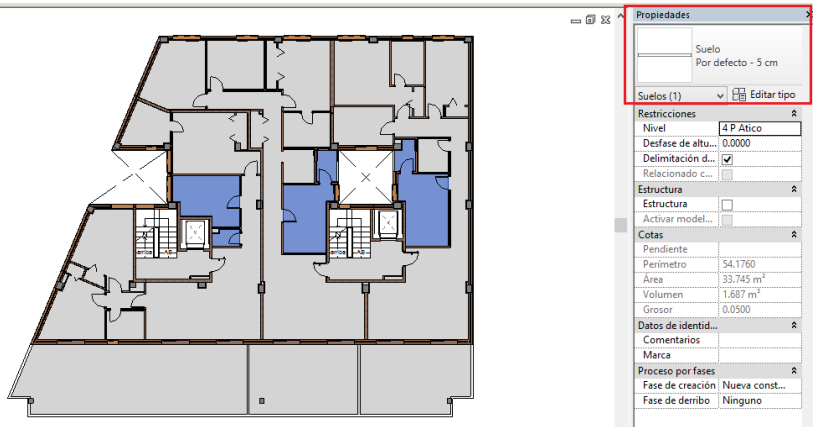


Figura 66. Suelos por defecto. 2014. Elaboración propia TFG.

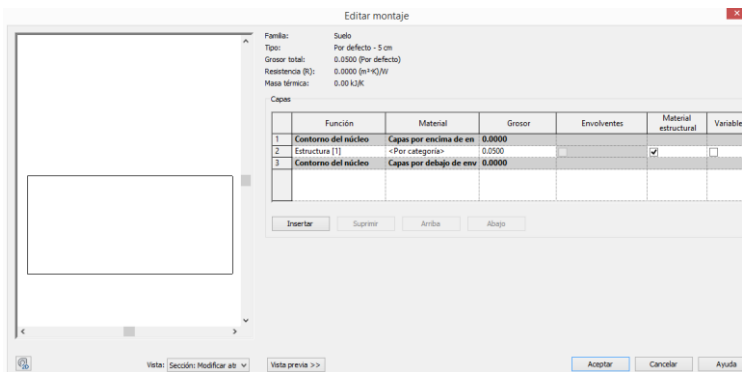


Figura 67. Editor suelo. 2014. Elaboración propia TFG.

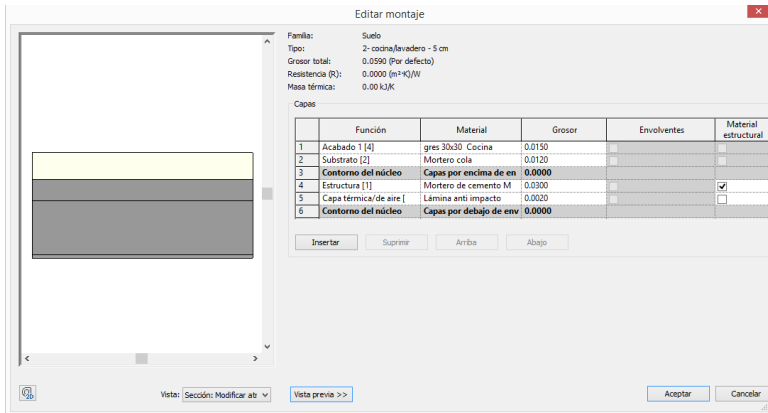


Figura 68. Pavimento cocina. 2014. Elaboración propia TFG.

Este proceso se realiza hasta tener todos los tipos de pavimentos existentes.



Figura 69. Muros y suelos planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

Finalmente editamos la cubierta, y con ello obtenemos un modelo a un nivel de desarrollo 300.

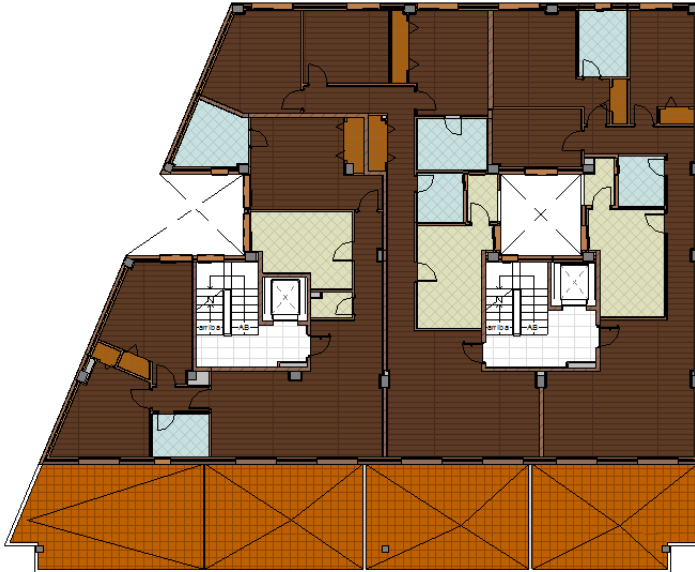


Figura 70. Planta ático LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.

Este modelo nos permite obtener la información precisa de los elementos constructivos, pudiendo conocer cantidades reales de los materiales utilizados.

Podría equivaler al proyecto de ejecución en la parte de arquitectura permitiéndonos generar los documentos necesarios para la construcción del edificio como memorias, mediciones o planos de arquitectura muy definidos.



Figura 71. Edificio el Olmo LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.

Una vez obtenido el modelo BIM a un nivel de desarrollo 300, demostraremos la eficacia de esta metodología, a través de la herramienta Revit.

Durante la realización del modelo, hemos podido ir viendo poco a poco cómo íbamos construyendo el edificio de manera virtual, viéndolo de una forma mucho más clara, a diferencia de la metodología tradicional.

Además, gracias a la utilización de un modelo paramétrico, el modelo se ha mantenido en todo momento actualizado, dado que todas las vistas generadas están relacionadas entre sí.

3.3.1. Incongruencias

En este nivel, a consecuencia de haber dado materiales a los muros, para definir sus capas, nos hemos percatado de que algunos de los muros que en un principio eran muros de una amplitud determinada, una vez especificadas sus capas, estos han visto reducido o aumentado su espesor.

A causa de este aumento de espesor de muro, hemos podido encontrar una incongruencia en la colocación de una ventana, ya que al haber aumentado el muro su espesor, la ventana se incrustaba en él. Por tanto, se decidió desplazar la ventana unos centímetros para evitar este problema y poder seguir con el desarrollo del modelo.

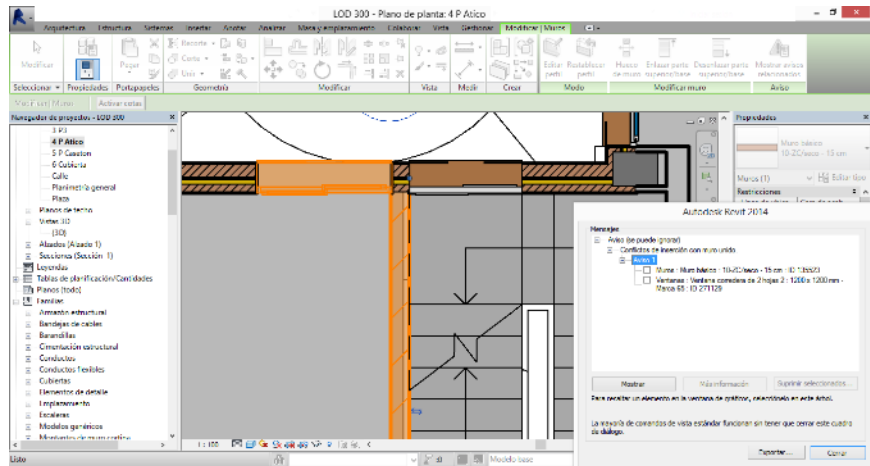


Figura 72. Incidencia LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.

4 Gestión de la información

Como se ha comentado a lo largo de este TFG, el verdadero valor de BIM es la gestión de datos y de la información. Por tanto, una vez desarrollado el modelo, pudimos empezar a gestionar la información de nuestro edificio.

En primer lugar, gracias a la herramienta “habitación”, pudimos diferenciar cada estancia de la casa y conocer su superficie útil. Este paso se podría haber hecho desde un principio en el LOD 100, pero para el desarrollo de este TFG, decidimos hacerlo en el último.

El empleo de esta herramienta supone un ahorro de tiempo y esfuerzo, ya que automáticamente calcula la superficie y el volumen de la estancia que cierra, al contrario de la metodología tradicional, donde lo tendríamos que realizar manualmente.

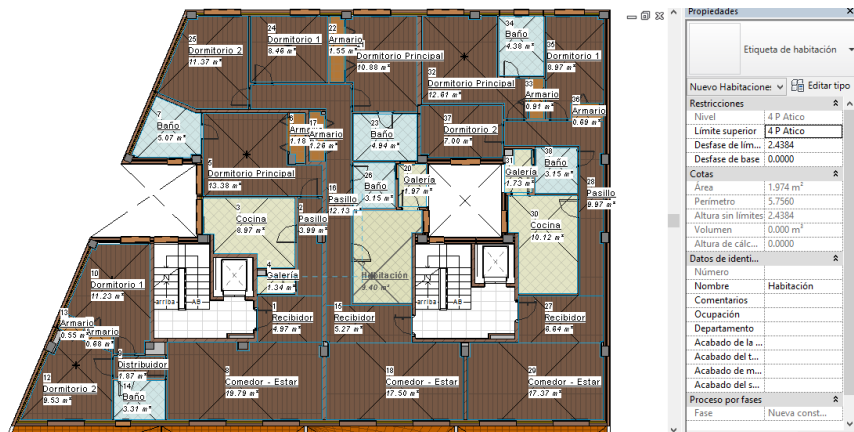


Figura 73. Habitaciones planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

Además, ante cualquier modificación y gracias al diseño paramétrico, la información se mantiene actualizada en todo momento.

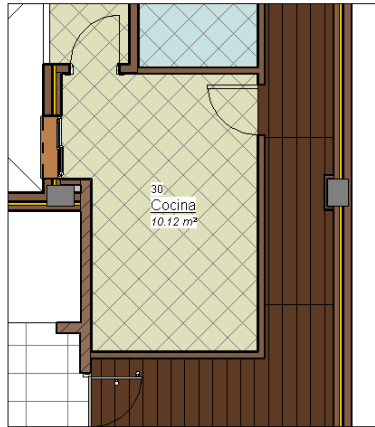


Figura 74. Ejemplo superficie cocina. 2014. Elaboración propia TFG.

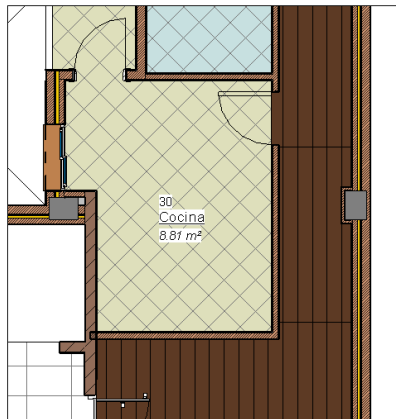


Figura 75. Ejemplo superficie cocina modificada. 2014. Elaboración propia TFG.

Otra característica de Revit es la posibilidad de realizar planos visuales, como por ejemplo el plano de planta ático diferenciando sus estancias o un plano que nos muestre la superficie construida de cada tipo de vivienda.

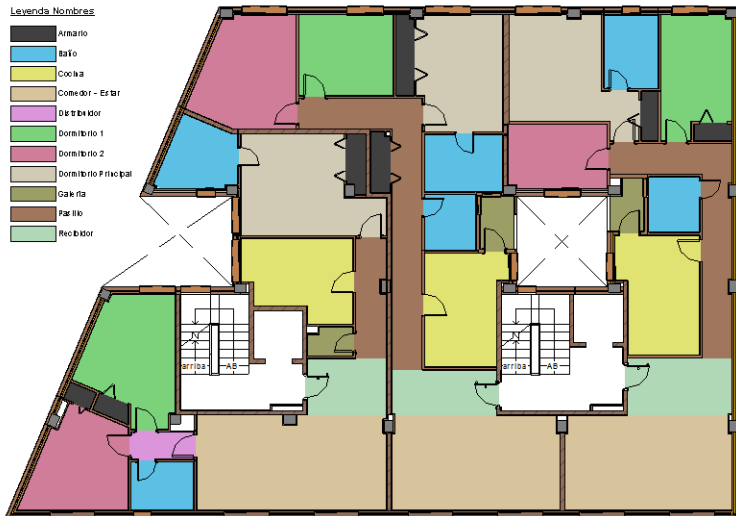


Figura 76. Estancias planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

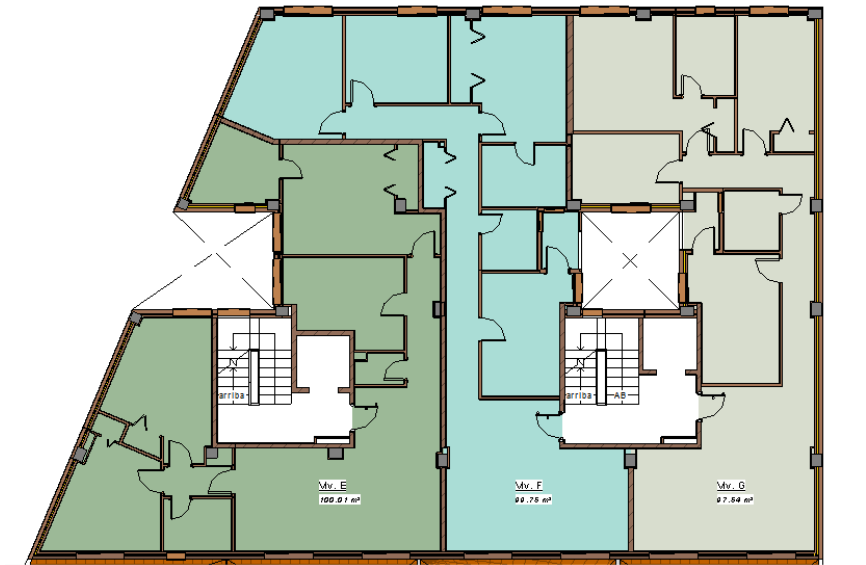


Figura 77. Superficies construidas viviendas planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.

Uno de los aspectos más importantes de trabajar en BIM frente a otras metodologías, es la capacidad de hacer mediciones.

Gracias a las tablas de planificación hemos realizado algunas mediciones y las hemos podido comparar con el proyecto original.

Es el caso de la superficie útil de la vivienda E, el proyecto original marcaba una superficie de 86.13 m^2 , siendo realmente menor, ya que en Revit nos da una superficie de 85.88 m^2 .

PLANTA ÁTICO	E
RECIBIDOR	4,93
PASILLO-DISTRIBUIDOR	3,93
ARMARIO	1,44
COCINA	8,27
GALERÍA	0,83
DORMITORIO PRINCIPAL	13,41
ARMARIO	1,11
BAÑO	5,09
COMEDOR-ESTAR	19,77
DISTRIBUIDOR	1,87
DORMITORIO 1	11,36
ARMARIO	0,69
DORMITORIO 2	9,60
ARMARIO	0,57
BAÑO	3,26
TOTAL	86,13

Figura 78. Superficies útiles viv. E en memoria. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

<Planta Ático>	
A	B
Nombre	Área
Viv. E	
Recibidor	4.97 m ²
Pasillo	3.99 m ²
Cocina	8.97 m ²
Galería	1.34 m ²
Dormitorio Principal	13.38 m ²
Armario	1.18 m ²
Baño	5.07 m ²
Comedor - Estar	19.79 m ²
Distribuidor	1.87 m ²
Dormitorio 1	11.23 m ²
Armario	0.68 m ²
Dormitorio 2	9.53 m ²
Armario	0.55 m ²
Baño	3.31 m ²
	85.88 m ²

Figura 79. Superficies útiles viv. E en Revit. 2014. Elaboración propia TFG.

Como hemos podido ver en las imágenes anteriores, al comparar las mediciones de proyecto con las obtenidas en Revit, los resultados son diferentes. Esto puede ser debido a que en la metodología tradicional la superficie se calcula en base a unos muros en los que el espesor puede no ser el real. En cambio, en el nivel de desarrollo 300 los muros están completamente definidos y la superficie se ajustará más a la realidad.

Así pues, en este caso, la medición más exacta es la realizada con la metodología BIM. Sin embargo no siempre es así, ya que hay ocasiones donde las tablas de planificación deberían ser retocadas.

Detectamos un error en el capítulo de solados y pavimentos del presupuesto (Figura 80), donde existen dos partidas que incluyen el pavimento de las terrazas de los áticos, provocando un sobrecoste en el proyecto.

5.6 ERSR.7eaar m2 Pavimento con junta realizado con baldosa de gres rústico para exteriores, de 30x30 cm., tomado con mortero de cemento M-5a (1:6), con cemento espolvoreado sobre el mortero fresco y rejuntado con lechada de cemento portland (JC), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica.

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
Balcones fachada post:	3	1,25	1,00		3,75	
Balcones fachada ppal:	3	4,55	1,00		13,65	
	3	6,25	1,00		18,75	
	3	5,30	1,00		15,90	
Terrazas áticos:	1	47,84	1,00		47,84	
	1	23,36	1,00		23,36	
	1	22,63	1,00		22,63	
Total m2					145,88	
					7,93	1.156,83

5.7 ERSR.7eaar m2 Pavimento con junta realizado con baldosa de gres rústico para exteriores, de 30x30 cm., tomado con mortero de cemento M-5a (1:6), con cemento espolvoreado sobre el mortero fresco y rejuntado con lechada de cemento portland (JC), con rodapié de gres rústico de 8x30 cm., tomado con mortero de cemento M-5a (1:6) y rejuntado con lechada de cemento portland (JC), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica.

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
Patios de luces	1	11,55	1,00		11,55	
	1	26,25	1,00		26,25	
	1	24,10	1,00		24,10	
	1	15,90	1,00		15,90	
	1	11,90	1,00		11,90	
	1	13,05	1,00		13,05	
Terrazas áticos:	1	47,84	1,00		47,84	
	1	23,36	1,00		23,36	
	1	22,63	1,00		22,63	
Trasteros:	1	5,75	1,00		5,75	
	5	5,35	1,00		26,75	
	1	5,25	1,00		5,25	
	8	5,10	1,00		40,80	
Cuartos de limpieza:						
	1	2,85	1,00		2,85	
	1	2,65	1,00		2,65	
Total m2					280,63	
					10,05	2.820,33

Figura 80. Error en el presupuesto. 2014. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.

<Tabla de planificación de cubiertas>		
A	B	C
Nivel base	Tipo	Área
Baldosin catalan		
5 P Caseton	2-azotea	293.57 m ²
Sala maquinas	2-azotea	4.09 m ²
Sala maquinas	2-azotea	3.78 m ²
grava		
6 Cubierta	2-grava	12.89 m ²
6 Cubierta	2-grava	11.75 m ²
Gres rústico		
0 PB	4- patio luces	12.07 m ²
1 P1	4- patio luces	24.07 m ²
1 P1	4- patio luces	26.11 m ²
1 P1	4- patio luces	14.34 m ²
1 P1	4- patio luces	11.00 m ²
1 P1	4- patio luces	9.00 m ²
1 P1	1- balcon princi	4.49 m ²
1 P1	1- balcon princi	6.36 m ²
1 P1	1- balcon princi	5.30 m ²
2 P2	1- balcon princi	4.49 m ²
2 P2	1- balcon princi	6.36 m ²
2 P2	1- balcon princi	5.30 m ²
3 P3	1- balcon princi	4.49 m ²
3 P3	1- balcon princi	6.36 m ²
3 P3	1- balcon princi	5.30 m ²
4 P Atico	3- terraza atico	47.86 m ²
4 P Atico	3- terraza atico	23.36 m ²
4 P Atico	3- terraza atico	22.59 m ²

Figura 81. Medición pavimento cubierta. 2014. Elaboración propia TFG.

Sin embargo, como podemos comprobar en la Figura 81, en BIM este error no hubiera ocurrido ya que como muestra la tabla de planificación de cubiertas, la medición del pavimento se realiza una única vez. Evitando así la duplicidad de información y el error humano.

Por tanto, gracias a las tablas de planificación de Revit, podemos conocer inmediatamente las cantidades de material ahorrando tiempo y esfuerzo en comparación a la forma de trabajo tradicional.

Finalmente, para poder visualizar el edificio, hemos realizado algunas vistas renderizadas a partir de Revit en LOD 300, que nos aporta una visión real del edificio.

Estas vistas, en realidad, se podrán hacer desde el primer nivel de detalle ayudando así a la visualización del cliente, de cómo puede llegar a ser su edificio. Ya que, con Revit, esta vista la puedes obtener con un modelo muy poco definido o incluso en cada momento, teniendo esta vista totalmente actualizado

Sin embargo, esta misma vista podría haberse realizado con un programa de CAD 3D, pero como venimos diciendo durante el desarrollo de este trabajo solo sería una vista independiente.



Figura 82. Edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.



Figura 83. Salón – comedor. 2014. Elaboración propia TFG.

Conclusiones

Este Trabajo Fin de Grado pretendía comparar y demostrar la eficacia de la metodología BIM, frente a la metodología tradicional de elaboración de proyectos.

Una vez conocida esta metodología, analizado sus ventajas e inconvenientes y demostrado su eficacia a través de un caso práctico, podemos decir que el objetivo propuesto al principio ha sido cumplido, y se ha demostrado que BIM es una metodología muy interesante y con un gran potencial.

Es evidente que la metodología BIM nos aporta muchas ventajas a la hora de elaborar un proyecto, pero ello no significa que debemos abandonar por completo la metodología tradicional. De hecho, podemos aprovecharnos de ella y complementarla con la metodología BIM.

Entendemos que se trata de un camino duro de recorrer y que las limitaciones al principio sean considerables. El obstáculo más difícil de superar es el cambio de metodología de trabajo y todo lo que ello conlleva. Pero, como se indica en el trabajo, a largo plazo, esta inversión da sus frutos.

Aun así, por mucho que hablemos del gran potencial del BIM, el proceso de migración hasta esta metodología será lento y de manera exponencial, ya que BIM, desgraciadamente, sigue siendo todavía un término bastante desconocido en nuestro país.

Finalmente, como opinión personal, una vez redactado mi TFG sobre la metodología BIM, he llegado a la conclusión de que esta metodología está llamada a ser el futuro de nuestra profesión.

A mi entender, y teniendo esta perspectiva de futuro, creo que se debería utilizar dicha metodología a la hora de la formación académica de los futuros profesionales. Así pues, sería conveniente que las propias universidades adoptaran las herramientas y forma de trabajo de BIM. Con todo esto, se estarían formando nuevos profesionales formados en competencias adecuadas en cuanto a nuestro futuro más próximo se refiere.

En mi opinión, debemos dar la mano a las nuevas tecnologías, crecer como profesionales y no quedarnos parados ante un cambio inminente del trabajo en nuestro sector. Teniendo en cuenta la situación actual de nuestro país, ahora sería un buen momento para realizar este cambio de mentalidad.

Por último, espero que este trabajo haya servido para dar a conocer esta metodología de trabajo, ayudando a los profesionales a no tener miedo y atreverse a trabajar de manera diferente, elevando la productividad y calidad de sus proyectos.

Referencias Bibliográficas

Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P. (2008). Proyecto de ejecución Edificio el Olmo.

Gómez Fernández, I. (2013). Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno: la ville Savoye.

Avatar BIM (2014). *Café con BIM*. Recuperado el 28 de mayo de 2014, de <http://www.avatarbim.com>.

Coloma Picó, E. (2008). Introducción a la tecnología BIM.

Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K., & Handbook, B. I. M. (2008). A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators.

Cerdán, A. (2013). *Lo que no es BIM*. Recuperado el 4 de agosto de 2014, de: <http://crcoedificacion.wordpress.com>.

Holzer, D. (2011). BIM's Seven Deadly Sins. *International Journal of Architectural Computing*, 9(4), 463-480.

Slideshare. (s.f.). Consultado el 4 de agosto de 2014, de: <http://es.slideshare.net>.

GRAPHISOFT. (s.f.). Consultado el 5 de agosto de 2014, de: <http://www.graphisoft.es>.

Rojas, G. (2011). *Building Information Modeling – BIM*.

AIA, U. (2008). Document E202–2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit. *American Institute of Architects*.

Rodríguez, J.L. (2014). *Level of Development (IV y final)*. Recuperado el 20 de Junio de 2014, de: <http://comarqpanama.wordpress.com>.

McPhee, A. (2013). *What is this thing called LOD*. Recuperado el 21 de junio de 2014, de: <http://practicalbim.blogspot.com.es>.

IFC Workshop. (s.f.). Consultado el 20 de agosto de 2014, de: <http://www.ifcworkshop.es>.

Ibim BUILDING TWICE. (2014). Consultado el 20 de agosto de 2014, de: <http://www.ibim.es>.

García, G. (2014). *BIM Dimensions*. Recuperado el 22 de agosto de 2014, de: <http://sesentayseis.es>.

Rodríguez, E. (2012). *BIM-4D: El tiempo añadido al modelado de información de construcción*. Recuperado el 22 de agosto de 2014, de: <http://www.fierasdelaingenieria.com>.

ENGworks EMPOWERING BIM TECHNOLOGY. (s.f.). Consultado el 20 de agosto de 2014, de: <http://www.engworksibim.com>.

ENGARC Engineering & Architecture Solutions. (2013). Consultado el 20 de agosto de 2014, de: <http://engarc.com>.

Impararia. (s.f.). Consultado el 20 de agosto de 2014, de: <http://www.impararia.com>.

Intec Infra-Techonologies. (s.f.). Consultado el 21 de agosto de 2014, de: <http://www.intecinfra.com>.

IDICOM SAS ingeniería + BIM constucción. (s.f.). Consultado el 21 de agosto de 2014, de: <http://idicom.com.co>.

Índice de Figuras

Figura 1. Cartel Café con BIM. 2014. Begoña Fuentes Giner.....	12
Figura 2. Autodesk Building Performance Analysis Certificate. 2014. Héctor Ferrer Sánchez.	13
Figura 3. Cartel EUBIM 2014. 2014. EUBIM.....	14
Figura 4. MacLeamy curve. 2004. Patrick MacLeamy.	21
Figura 5. Metodología CAD. 2008. Eloi Coloma Picó.	23
Figura 6. Metodología BIM. 2008. Eloi Coloma Picó.	24
Figura 7. Metodología de trabajo BIM. 2008. Eloi Coloma.	25
Figura 8. Proceso de coordinación de proyectos actualmente. 2011. BIM Inconet.....	26
Figura 9. Proceso de coordinación de proyectos BIM. 2011. BIM Inconet.	27
Figura 10. Esquema de trabajo colaborativo. 2014. Coordina BIM Consulting.....	28
Figura 11. Visualización Proyecto el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.....	29
Figura 12. Cálculo habitaciones. 2014. Elaboración propia TFG.	30
Figura 13. Level Of Development (LOD). 2014. Elaboración propia TFG.	33
Figura 14. LOD 100. 2014 Elaboración propia TFG.....	33
Figura 15. LOD 300. 2014 Elaboración propia TFG.....	34
Figura 16. LOD 400. 2014 Elaboración propia TFG.....	34
Figura 17. LOD 500. 2014 Elaboración propia TFG.....	35
Figura 18. Dimensiones del BIM. 2014. Guillermo García Pedraza.	36
Figura 19. Secuencia BIM 4D. 2012. Eugenio Rodríguez.	37
Figura 20. Logo IFC. Building SMART.	41

Figura 21. Interoperatividad con otros programas. 2014. Ibim Building twice.	42
Figura 22. Alzado Principal. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	45
Figura 23. Planta sótano. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	46
Figura 24. Planta baja. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	47
Figura 25. Planta tipo. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	48
Figura 26. Planta ático. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	49
Figura 27. Autodesk Revit 2014. 2014. Autodesk.....	50
Figura 28. Superposición distribución y estructura de la planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.....	52
Figura 29. Niveles de referencia. 2014. Elaboración propia TFG.	55
Figura 30. Planta tercera. 2014. Elaboración propia TFG.....	56
Figura 31. Colocación muros. 2014. Elaboración propia TFG.....	57
Figura 32. Propiedades del muro. 2014. Elaboración propia TFG.....	57
Figura 33. Visualización muros. 2014. Elaboración propia TFG.....	58
Figura 34. Contorno suelo. 2014. Elaboración propia TFG.....	59
Figura 35. Propiedades suelo. 2014. Elaboración propia TFG.	59
Figura 36. Ejemplo aviso. 2014. Elaboración propia TFG.	60
Figura 37. Avisos escaleras. 2014. Elaboración propia TFG.....	61
Figura 38. Modelo edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.....	62
Figura 39. Propiedades muro LOD 100. 2014. Elaboración propia TFG. 62	
Figura 40. LOD 100 edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.....	63
Figura 41. Planta tipo. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	66

Figura 42. Sección A-A'. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	67
Figura 43. Sección A-A'. 2014. Elaboración propia TFG.....	67
Figura 44. Planta ático. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	68
Figura 45. Encuentro ventana-escalera. 2014. Elaboración propia TFG.	69
Figura 46. Resolución encuentro ventana-escalera. 2014. Elaboración propia TFG.	70
Figura 47. Modelo BIM con carpintería. 2014. Elaboración propia TFG.	72
Figura 48. Biblioteca de materiales Revit. 2014. Elaboración propia TFG.	72
Figura 49. Materiales creados. 2014. Elaboración propia TFG.....	73
Figura 50. Elección del muro a dividir. 2014. Elaboración propia TFG...	74
Figura 51. Dividir caras de muros. 2014. Elaboración propia TFG.....	74
Figura 52. Pintado de las distintas caras del muro. 2014. Elaboración propia TFG.	75
Figura 53. LOD 200 Edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.....	76
Figura 54. Planta ático LOD 200. 2014. Elaboración propia TFG	77
Figura 55. Propiedades muro LOD 200. 2014. Elaboración propia TFG.	77
Figura 56. Visualización edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.	78
Figura 57. Muro básico fachada planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.....	81
Figura 58. Propiedades del muro de fachada. 2014. Elaboración propia TFG.....	81
Figura 59. Propiedades tipo fachada principal. 2014. Elaboración propia TFG.....	82
Figura 60. Editor material. 2014. Elaboración propia TFG.	83

Figura 61. Cerramiento fachada edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.	84
Figura 62. Fachada y particiones planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.....	85
Figura 63. Sección muros planta ático. 2014. Elaboración propia TFG. .	85
Figura 64. Sección suelo. 2014. Elaboración propia TFG.....	86
Figura 65. Sección suelo modificado. 2014. Elaboración propia TFG.....	86
Figura 66. Suelos por defecto. 2014. Elaboración propia TFG.	87
Figura 67. Editor suelo. 2014. Elaboración propia TFG.	87
Figura 68. Pavimento cocina. 2014. Elaboración propia TFG.	88
Figura 69. Muros y suelos planta ático. 2014. Elaboración propia TFG. 88	
Figura 70. Planta ático LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.....	89
Figura 71. Edificio el Olmo LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.....	90
Figura 72. Incidencia LOD 300. 2014. Elaboración propia TFG.....	91
Figura 73. Habitaciones planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.....	92
Figura 74. Ejemplo superficie cocina. 2014. Elaboración propia TFG. ...	93
Figura 75. Ejemplo superficie cocina modificada. 2014. Elaboración propia TFG.	93
Figura 76. Estancias planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.....	94
Figura 77. Superficies construidas viviendas planta ático. 2014. Elaboración propia TFG.	95
Figura 78. Superficies útiles viv. E en memoria. 2008. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.	96
Figura 79. Superficies útiles viv. E en Revit. 2014. Elaboración propia TFG.....	96
Figura 80. Error en el presupuesto. 2014. Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P.....	98
Figura 81. Medición pavimento cubierta. 2014. Elaboración propia TFG.	99

Figura 82. Edificio el Olmo. 2014. Elaboración propia TFG.	100
Figura 83. Salón – comedor. 2014. Elaboración propia TFG.	101

Anexo I: Planos LOD 300 Edificio el Olmo



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Alzado Principal

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

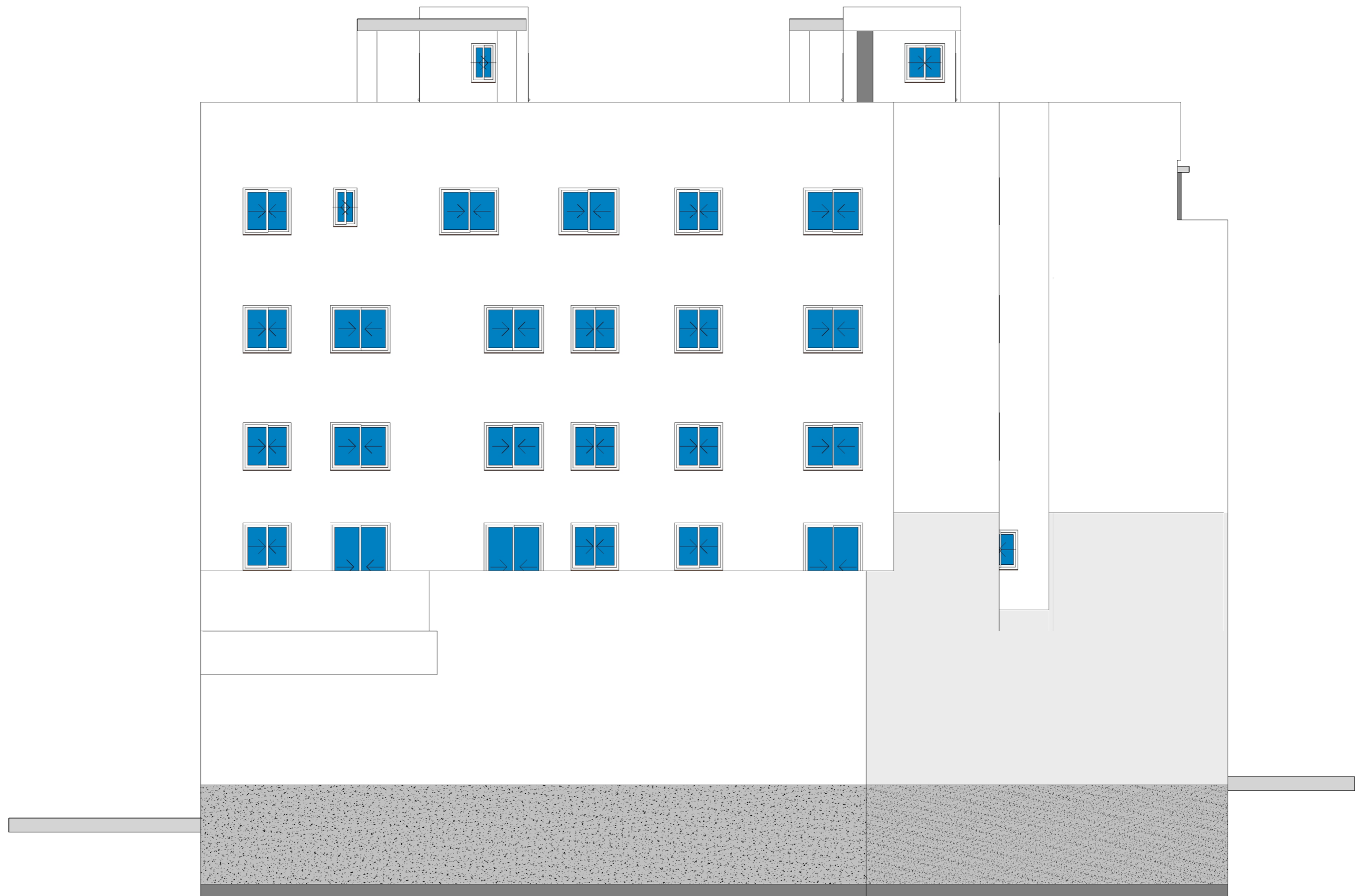
Nº de plano: 01



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Alzado Posterior

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 02



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Medición Pavimento	
wt	Área

Gres	
Armario	6.82 m ²
Baño	23.99 m ²
Cocina	28.48 m ²
Galería	5.05 m ²
	64.35 m ²

Pav. flotante	
Comedor - Estar	54.66 m ²
Distribuidor	1.87 m ²
Dormitorio 1	28.66 m ²
Dormitorio 2	27.91 m ²
Dormitorio Principal	36.88 m ²
Pasillo	26.09 m ²
Recibidor	16.88 m ²
	192.96 m ²

Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Planta Ático

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 03



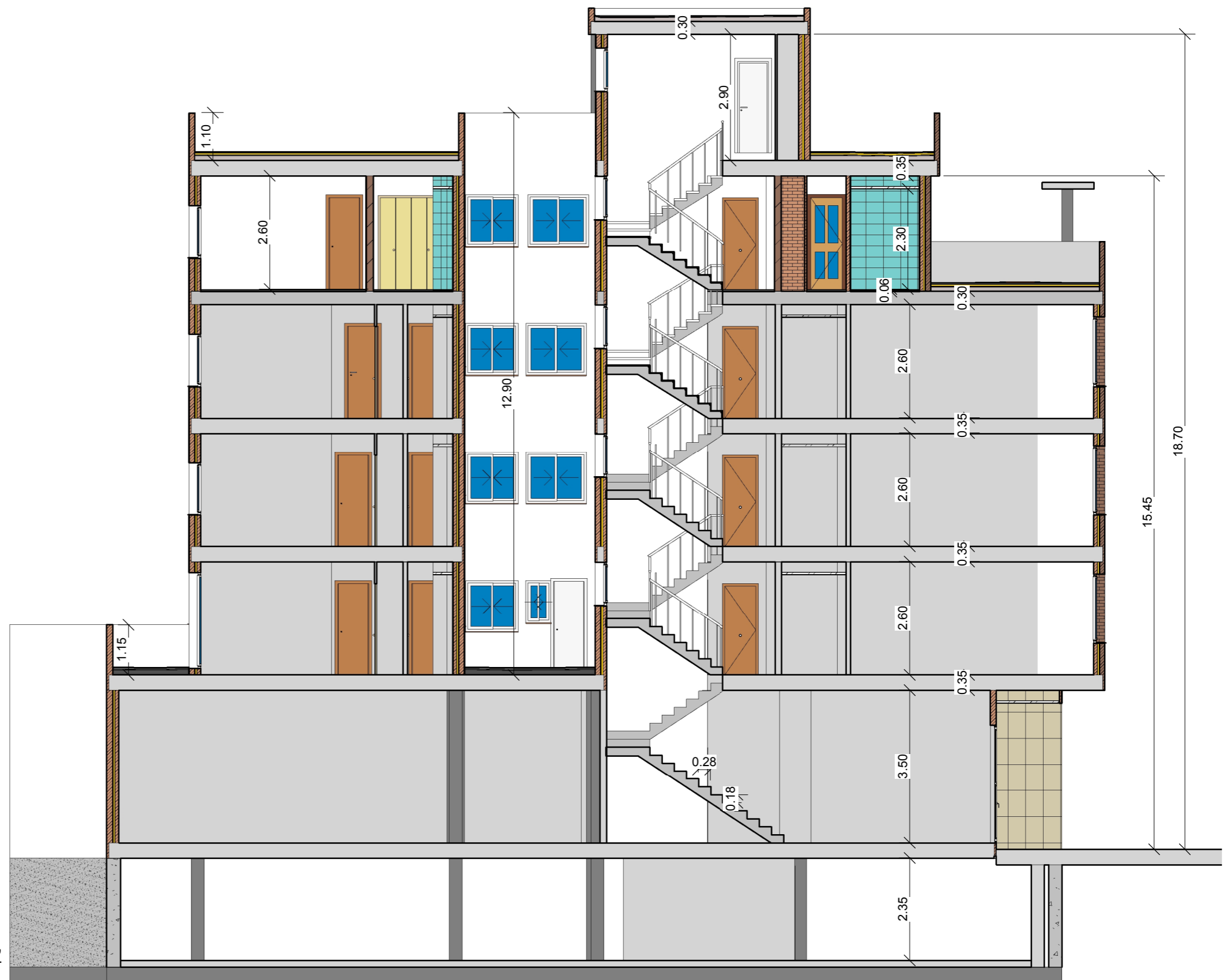
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



2 Mono seccion
04 1:500



1 Sección A-A'
04 1:100

Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Sección A-A'

Escala: Como se indica

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 04



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: 3D

Escala:

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 05



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Mobiliario

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 06



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Legenda Nombres

- Armario
- Baño
- Cocina
- Comedor - Estar
- Distribuidor
- Dormitorio 1
- Dormitorio 2
- Dormitorio Principal
- Galería
- Pasillo
- Recibidor

Superficies útiles Planta...	
Nombre	Área

Viv. E	
Recibidor	4.97 m ²
Pasillo	3.99 m ²
Cocina	8.97 m ²
Galería	1.34 m ²
Dormitorio Principal	13.38 m ²
Armario	1.18 m ²
Baño	5.07 m ²
Comedor - Estar	19.79 m ²
Distribuidor	1.87 m ²
Dormitorio 1	11.23 m ²
Armario	0.68 m ²
Dormitorio 2	9.53 m ²
Armario	0.55 m ²
Baño	3.31 m ²
85.88 m²	

Viv. F	
Recibidor	5.27 m ²
Pasillo	12.13 m ²
Armario	1.26 m ²
Comedor - Estar	17.50 m ²
Cocina	9.40 m ²
Galería	1.97 m ²
Dormitorio Principal	10.88 m ²
Armario	1.55 m ²
Baño	4.94 m ²
Dormitorio 1	8.46 m ²
Dormitorio 2	11.37 m ²
Baño	3.15 m ²
87.88 m²	

Superficies útiles Planta...	
Nombre	Área

Viv. G	
Recibidor	6.64 m ²
Pasillo	9.97 m ²
Comedor - Estar	17.37 m ²
Cocina	10.12 m ²
Galería	1.73 m ²
Dormitorio Principal	12.61 m ²
Armario	0.91 m ²
Baño	4.38 m ²
Dormitorio 1	8.97 m ²
Armario	0.69 m ²
Dormitorio 2	7.00 m ²
Baño	3.15 m ²
83.54 m²	

Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Superficies Estancias

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 07



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Leyenda Esquema 1

- Viv. E
- Viv. F
- Viv. G

Superficie construida P. Ático

Nombre	Área
--------	------

Bloque I

Viv. E	100.01 m ²
	100.01 m ²

Bloque II

Viv. G	97.54 m ²
Viv. F	99.75 m ²
	197.29 m ²

Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Superficie construida

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

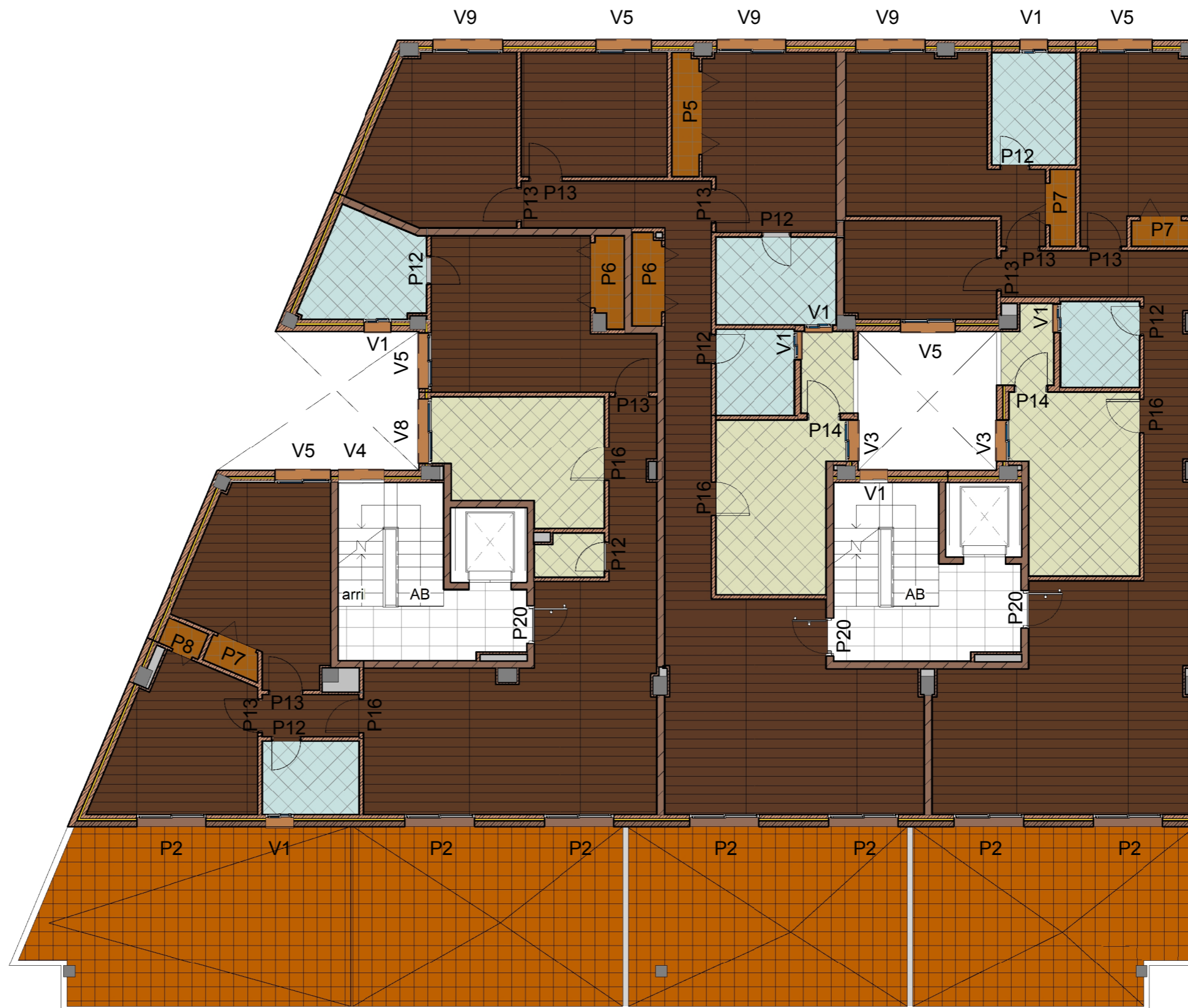
Nº de plano: 08



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Carpinterías Planta Ático

Escala: 1 : 100

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 09



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



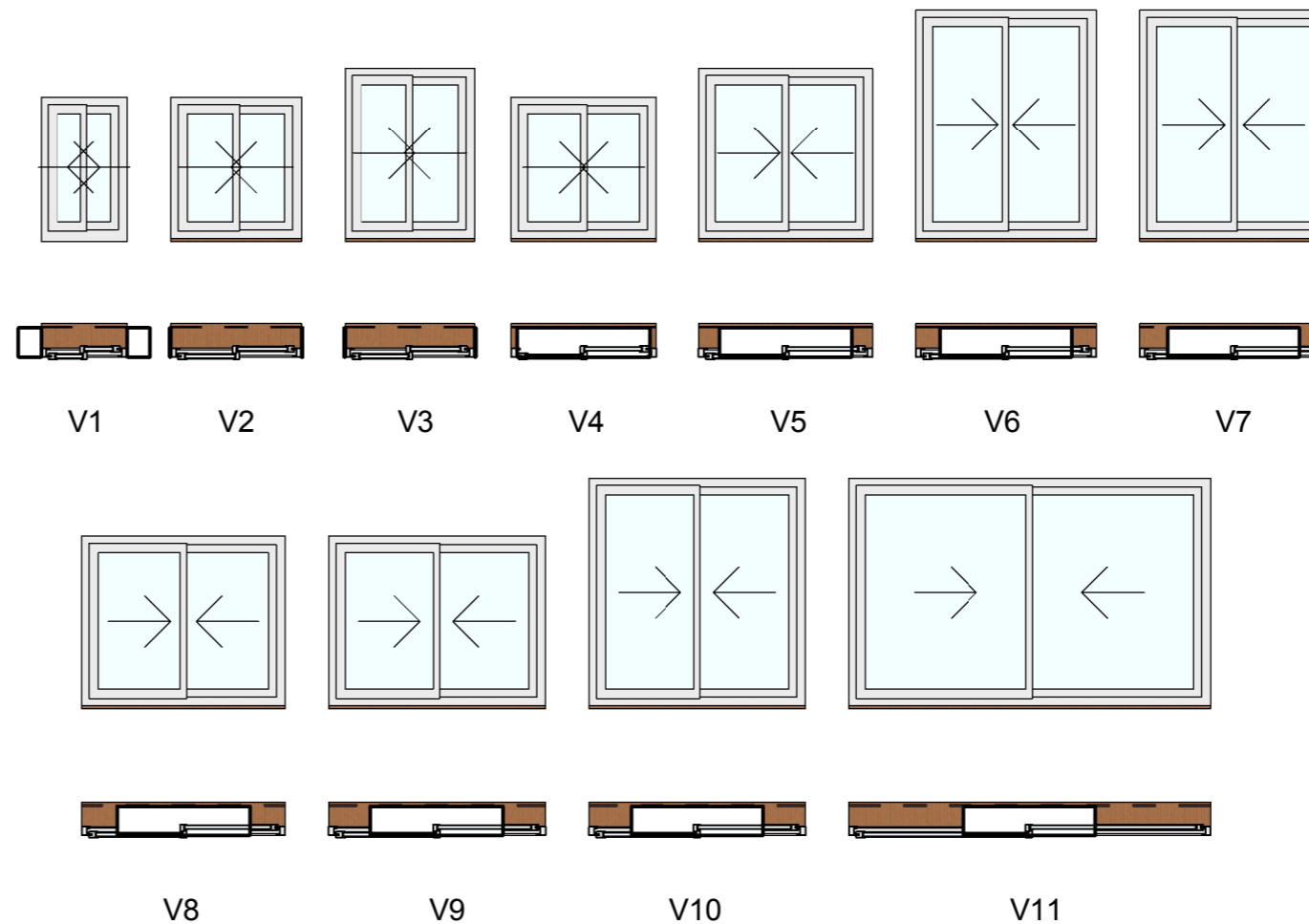
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Tabla de planificación de ventanas		
Comentarios	Tipo	Recuento

Ventana corredera de 2 hojas 2

V1	0600 x 1000 mm	27
V2	0900 x 1000 mm	1
V3	0900 x 1200 mm	6
V4	1000 x 1000 mm	5
V5	1200 x 1200 mm	19
V6	1250 x 1600 mm	3
V7	1300 x 1600 mm	3
V8	1400 x 1200 mm	3
V9	1500 x 1200 mm	9
V10	1500 x 1600 mm	7
V11	2500 x 1600 mm	3

Total general 86



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Ventanas

Escala: 1 : 50

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 10



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Tabla de planificación de puertas

Comentarios	Tipo	Total
-------------	------	-------

Balconera corredera, 2 hojas

P1	0900 x 2200 mm	2
P2	1500 x 2200 mm	10
P3	2200 x 2200 mm	6
P4	2500 x 2200 mm	3

Placard double pliante

P5	Placard double pliante	10
P6	Placard double pliante 1.42	5

Placard pliante

P7	Placard pliante	21
P8	Placard pliante 0.45	1

Puerta basculante articulada

P9	3900 x 3560 mm	1
----	----------------	---

Puerta basculante enrollable para locales

P10	3000 x 2600 mm 2	1
P11	3500 x 2600 mm	2

Puerta de 1 hoja

P12	62 x 210 cm	31
P13	72 x 210 cm	42

Puerta de 1 hoja ALUMINIO

P14	70 x 210 cm	16
P15	80 x 210 cm	4

Puerta de cristal abatible 3

P16	0720 x 2100 mm	16
P17	0820 x 2100 mm	3

Tabla de planificación de puertas

Comentarios	Tipo	Total
-------------	------	-------

Puerta de cristal abatible de 2 hojas 2

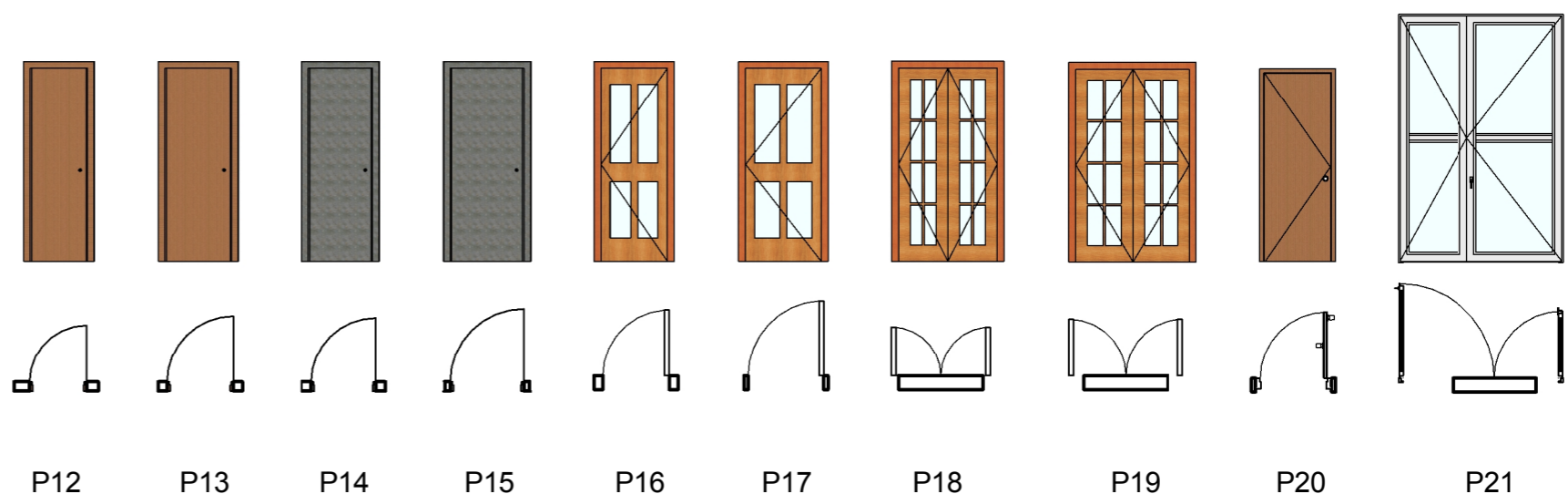
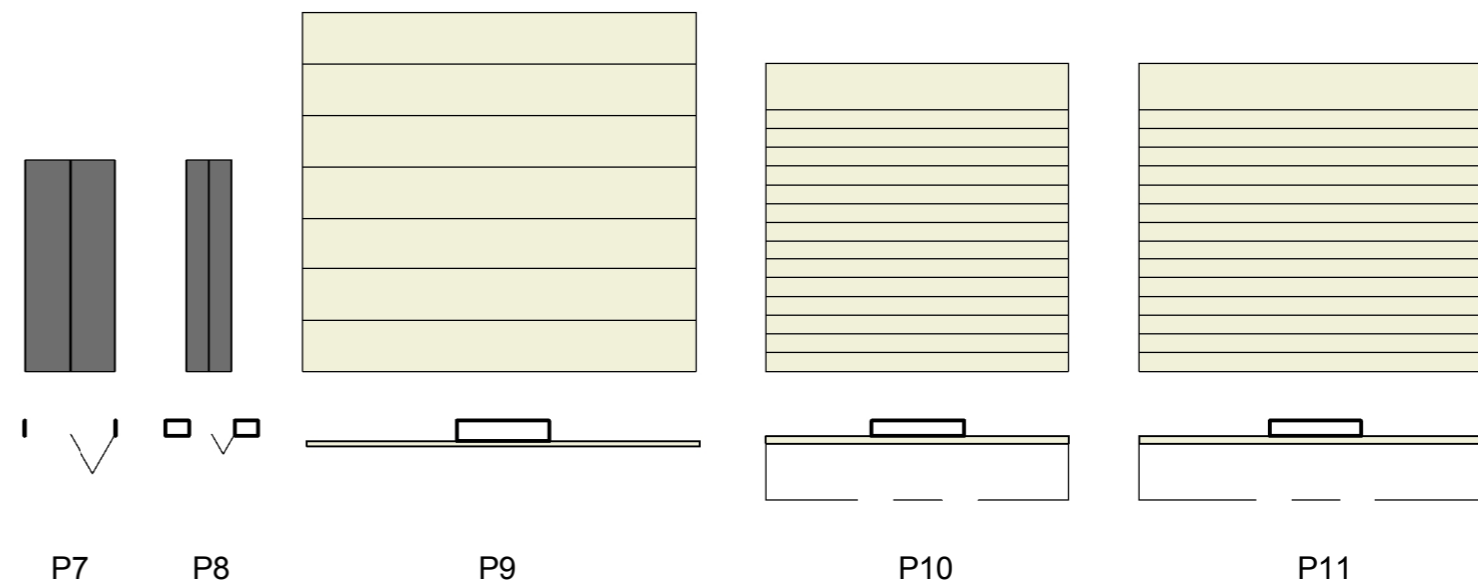
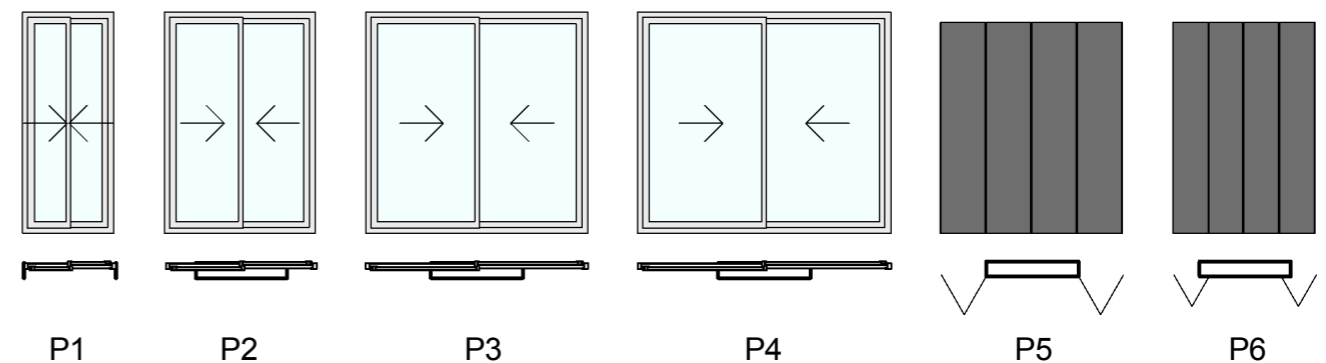
P18	1070 x 2100 mm	6
P19	1240 x 2100 mm	3

Puerta de entrada a la vivienda

P20	825 x 2100 mm	15
-----	---------------	----

Puerta practicable de entrada, 2 hojas

P21	1800 x 2700 mm	2
Total general		200



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Puertas

Escala: 1 : 75

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 11



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ



Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo

Alumno: Héctor Ferrer Sánchez

Plano: Imágenes

Escala:

Tutora: Begoña Fuentes Giner

Tutora: Inmaculada Oliver Faubel

Nº de plano: 12



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ