
Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM (Building Information Modeling): Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.

12 sep. 14

AUTOR:

JOSÉ VTE. PALAU CORBALÁN

TUTOR ACADÉMICO:

Begoña Fuentes Giner – Inmaculada Oliver Faubel
Dpto. Construcciones Arq.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

En este Trabajo fin de grado (TFG), mediante la utilización de la tecnología BIM, se modela en 3D y gestiona la información contenida en un proyecto de ejecución de edificación realizado con la tecnología tradicional.

Analizaremos qué es el BIM, sus orígenes, su importancia para la gestión de la edificación en fase de ejecución, el software que incorpora, una pequeña aproximación a su uso en España y en otros países, además de realizar una comparativa con la tecnología tradicional de trabajo.

Éste TFG también consta de una parte práctica, la cual se ha desarrollado sobre una vivienda unifamiliar adosada, proyectada y ejecutada por el estudio de arquitectura Muñoz Antonino en el año 2012, en la cual se ha diseñado y gestionado desde cero el proyecto hasta un LOD 300, realizando diferentes tipos de planos (distribución, alzados, secciones, cotas, etc.), mediciones e infografías tanto interiores como exteriores.

Palabras clave

BIM, interoperabilidad, LOD, modelado 3D, Revit.

Abstract

In this final project, using BIM technology is modeled in 3D and manages information in a project execution made building with traditional technology.

We will analyze what is BIM, its origins, its importance for the management of the building in progress, the software incorporates a small approach to use in Spain and other countries, in addition to a comparison with traditional technology work.

This final project also consists of a practical part, which has been developed on a townhouse, planned and executed by the architectural housing Muñoz Antonino in 2012, which is designed and managed the project from scratch to a LOD 300, making different types of planes (distribution, elevations, sections, dimensions, etc.), measurement and computer graphics both indoors and outdoors.

Keywords

BIM, interoperability, LOD, 3D modeling, Revit.

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a toda mi familia, en especial a mi madre, a mi hermana y a mi pareja Marina Mangas Sánchez, que sin el apoyo de ellos no podría haber llegado hasta éste punto y haber conseguido todo lo que he conseguido hasta ahora.

Además de darle las gracias al estudio de arquitectura y urbanismo Muñoz Antonino, por facilitarme parte de la información y documentación tratada en este TFG, por haberme dado la oportunidad de formar parte de su familia profesional durante cuatro años y por haberme formado profesionalmente.

También agradecer a mis tutoras Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel por todo el apoyo aportado y por todo el sacrificio que han realizado para que los alumnos que formamos el grupo tuviésemos la máxima formación e información posible.

Muchas gracias a todos.

Un saludo.

Acrónimos utilizados

BIM: Building Information Modeling

CAD: Computer Aided Design

CIFE: Center of Integral Facility Engineering

CFP: Centro de Formación Permanente

CTE: Código Técnico de la Edificación

DWG: Tipo de formato proveniente de la palabra “Drawing”

ETSIE: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la edificación

EUBIM: Encuentro de Usuarios BIM

FIEBDC: Formato de Intercambio de Estándares Base de Datos de Construcción

GURV: Grupo de Usuarios Revit de Valencia

IFC: Industry Foundation Classes

IFD: Information Framework Dictionary

IFM: Information Delivery Manual

LOD: Level of Development

TFG: Trabajo Fin de Grado

UPV: Universidad Politécnica de Valencia

VPN: Virtual Private Network

Índice

Resumen	1
Palabras clave	1
Abstract	2
Keywords	2
Agradecimientos.....	3
Acrónimos utilizados	4
Índice	6
Capítulo 1.....	9
Introducción	9
1. Antecedentes.....	9
2. Objetivos.....	11
3. Metodología de trabajo.....	12
4. Motivación personal.....	13
Capítulo 2.....	21
BIM	21
1. Qué es BIM	21
1.1 Definición.....	21
1.2 Interoperabilidad, integración y comunicación.....	23
1.3 Building Smart (estandarización).....	24

2	Origen del BIM	28
3	Uso del BIM	33
3.1	BIM en España	33
3.2	BIM en Reino Unido y Estados Unidos	33
4	BIM como modelo único	36
5	Uso paramétrico de BIM en fase de ejecución.....	37
5.1	Control de calidad.....	37
6	BIM para los agentes intervinientes en el proceso constructivo. 38	
7	Metodología convencional de trabajo.....	42
6.1	Comparativa de BIM sobre CAD	44
8	Niveles de desarrollo y niveles de detalle	45
8.1	Niveles de detalle	45
8.2	Niveles de desarrollo	46
9	El software	48
9.1	Revit.....	48
9.2	ArchiCAD.....	49
9.3	Navisworks.....	50
9.4	Tekla.....	50
9.5	Lumion	51
9.6	Medit	52
9.7	Otros	53

Capítulo 3.....	54
El proyecto.....	54
Capítulo 4.....	63
Modelo BIM del proyecto.....	63
1 LOD 100	63
2 LOD 200	68
3 LOD 300	78
Mediciones	84
Renderizado o Infografía	88
Capítulo 5.....	93
Conclusión	93
Capítulo 6.....	96
Referencias bibliográficas.....	96
Capítulo 7.....	100
Índice de figuras	100
Anexos	104

Capítulo 1.

Introducción

¿Es la tecnología BIM más eficiente que la tecnología tradicional para la realización de un proyecto de edificación?

El tema de mi trabajo de fin de grado (TFG) es gestionar y modelar en tres dimensiones la información contenida en un proyecto de ejecución desarrollado en dos dimensiones, demostrando la eficacia de ésta tecnología a la hora de toma de decisiones en la fase de proyecto, la detección de incongruencias contenidas en el formato dos dimensiones y la calidad conceptual, de dibujo y representación que BIM aporta.

En mi primera parte explicaré en qué consiste la tecnología BIM, sus aspectos más destacables y la comparativa con el método tradicional CAD, y en la segunda parte, desarrollaré todo el proceso necesario a seguir para poder realizar un proyecto desarrollado mediante la tecnología tradicional con la tecnología BIM.

1. Antecedentes

La decantación sobre la elección del uso de la tecnología BIM, vino fundamentada por mi inquietud sobre descubrir nuevos horizontes y ampliar mis conocimientos dentro del mundo de la arquitectura. Ya que el uso del CAD está muy explotado por la mayoría de técnicos, casi el cien

por cien de arquitectos técnicos y arquitectos saben usar y trabajar con este software.

De ahí, el poder abrir una puerta en mi futuro, vi una manera de destacar por encima de muchos compañeros en estos tiempo de crisis; realmente creo que nos ayudará a colocarnos más rápidamente en nuestro entorno laboral.

Percibí en ello una oportunidad única, ya que es un tema que está actualmente en auge en nuestro país y en uso desde hace años en el extranjero. Poco a poco, pero muy rápidamente, la sociedad española va adaptándose al uso de esta tecnología y cada vez son más las personas que demandan más interés por la tecnología BIM. Los mercados y las administraciones públicas lo exigen cada día más (en Reino Unido, a partir de 2016 será obligado presentar los proyectos realizados en BIM), y en España no tardará en llegar esa exigencia, para la cual ya estaré preparado.

Otros de los motivos de mi elección fueron la perspectiva visual que aporta un proyecto realizado con BIM, debido a su modelado en tres dimensiones, clave fundamental para vender la idea del proyecto a los clientes, ya que muchas veces, en dos dimensiones no consiguen percibir la idea. Y la coherencia entre la documentación del proyecto para poder conseguir una buena coordinación y control de la obra.

Además, qué mejor forma de hacerlo que dentro de nuestra Escuela, pionera en el uso y el interés de esta tecnología en toda España, siendo referencia nacional en todas las universidades.

También cabe destacar que nuestras tutoras del TFG (María Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel), son unas de las fundadoras

del primer Grupo de Usuarios REVIT de Valencia “GURV” (software asociado con la tecnología BIM), creando escuela en toda España con la consiguiente aparición de otros grupos de usuarios de otras ciudades. Incluso fundadoras del 1º Congreso Nacional EUBIM en 2013, siguiendo con el 2º Congreso en 2014 y seguro que muchos más.

Fueron ellas las que terminaron de convencerme para decantarme por este tema, por todo lo anterior nombrado además de todos los talleres, charlas y visitas que iban a preparar para implementar nuestra formación. Observe mucho interés y mucha dedicación hacia nosotros, los alumnos.

2. Objetivos

El objetivo principal que pretende desarrollar este trabajo de fin de grado (TFG), como ya he mencionado en la cuestión de la introducción, es comprobar si la tecnología BIM podría mejorar la gestión de la información frente a la tecnología tradicional en proyectos de edificación.

Objetivos operativos:

- 1- Comparar la tecnología tradicional con la tecnología BIM para la realización de proyectos de edificación.
 - Demostrar la eficacia que ésta tecnología aporta en la toma de decisiones iniciales en la fase de proyecto.
- 2- Analizar las ventajas e inconvenientes del uso de la tecnología BIM frente a tecnologías tradicionales en proyectos de edificación.
- 3- Cómo la tecnología BIM mejora la comunicación entre los distintos agentes intervinientes en el proceso constructivo.

- 4- Demostrar mediante el desarrollo de un caso práctico la forma de trabajo de un proyecto de ejecución mediante la tecnología BIM frente a la forma de trabajo con la tecnología tradicional.
 - Modelar mediante una herramienta BIM un proyecto de edificación.
 - Detectar incoherencias e incongruencias contenidas en la información 2D.
 - Definición de los diferentes componentes materiales.
 - Realización de mediciones.

Finalizando con una serie de conclusiones extraídas de todo el estudio desarrollado.

3. Metodología de trabajo

En este TFG se pretende dar una visión general, tanto teórica como práctica de la tecnología BIM y demostrar su aplicabilidad para la mejora en la gestión de proyectos de construcción. Todo ello aplicado sobre una vivienda unifamiliar adosada, de la cual ya ha sido redactado el proyecto y ejecutada la obra.

Dentro de la parte teórica, se explicará qué es la tecnología BIM, el origen de ésta, lo que representa, las posibilidades que ofrece, la interoperabilidad entre los diferentes software, el software que integra esta tecnología, los diferentes tipos de estándares y niveles de detalle y de desarrollo.

En lo referente en la parte práctica, mediante la utilización de la tecnología BIM, se pretende demostrar su utilidad y capacidad para gestionar la información que debe contener un proyecto de ejecución,

desarrollando el modelado y gestión del modelo en tres dimensiones de la información. Desde un nivel de desarrollo LOD 100 (para aportar una idea general de la edificación, una visión volumétrica), pasando por un LOD 200 (dar una visión de los diferentes acabados y las superficies de la edificación) y finalizando con un LOD 300 (introduciendo todos los componentes de los diferentes elementos constructivos).

4. Motivación personal

Previo introducción en este mundo del BIM, no había escuchado nada sobre ésta tecnología ni había manejado ninguna herramienta relacionada con ella. Conforme me he ido introduciendo en ésta tecnología de trabajo, he ido desarrollando poco a poco conceptos y conocimientos que me han ayudado a poder realizar mi trabajo de fin de grado.

Para poder comenzar a entender y manejar la tecnología BIM, lo primero fue realizar un curso teórico-práctico de cuarenta horas sobre el software REVIT, uno de los programas esenciales y primordiales (entre otros) para poder desarrollar esta tecnología. El curso denominado “Iniciación al BIM con REVIT”, impartido por el ilustre, referencia nacional y mundial sobre BIM, Alberto Cerdán, dentro del centro de formación permanente (CFP) de la UPV.

El objetivo del curso era comprender qué es el BIM, sus diferencias con el CAD, la metodología de trabajo con este tipo de aplicaciones y obtener suficientes conocimientos para trabajar con la Aplicación REVIT a nivel Básico.

En él he adquirido los conceptos de qué es el BIM y el manejo del software REVIT y su interfaz. Dentro de este, en lo referente al proyecto,

he aprendido las diferentes formas de comenzar un proyecto, definir los parámetros y restricciones de proyecto, uso de parámetros compartidos con otros proyectos, la interoperabilidad con dibujos en formato DWG, tablas de planificación de todo tipo (superficie, muros, acabados, etc.), medición de elementos constructivos, de materiales y medición de obra por aproximación. Además de saber extraer planos (con sus respectivos márgenes y cajetín) en dos dimensiones y vistas en tres dimensiones, imprimirlos y exportarlos en formato DWG.

Dentro de la parte de ejecución y desarrollo del modelo, he adquirido el conocimiento de manejar las diferentes vistas de proyecto (plantas, alzados, secciones, vista tres dimensiones), dibujo de boceto de elementos y su edición, ejecución de todos los elementos constructivos, desde muros y particiones, pasando por elementos estructurales y cubiertas y finalizando con acabados. Además de desarrollar elementos singulares como escaleras, barandillas, carpintería exterior e interior, mobiliario, etc...

Todos estos conceptos han sido implementados con varios ejercicios como muros adosados y suelos apilados, revestimiento de pilares, cuadros de superficies útiles y construidas (por vivienda y por plantas), planos temáticos de habitaciones, áreas (útil y construida) y seguridad contra incendios, el cajetín con parámetros de proyectos y compartidos y por último, el montaje de planos.

Pienso que este curso es esencial y necesario para comenzar a manejar la tecnología BIM, ya que es muy completo y denso, además de posteriormente seguir formándose en cursos más avanzados. Lo recomiendo a cualquier persona interesada en introducirse en este mundo o estar interesada por él.

Como demostración de haber superado con aptitud el curso, adjunto como anexo el certificado del mismo emitido por Autodesk y por la UPV.

Además de esta formación inicial, nuestras tutoras (María Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel), organizaron una serie de charlas “Café con BIM” con las empresas más punteras en España en el uso de BIM. Para así explicarnos a qué se dedican, cómo está el entorno laboral y comercial respecto a esta tecnología, las posibilidades de mercado que tendríamos, tanto personal como de uso de herramientas informáticas relacionadas, ofrecernos distintas vías por las cuales nos podríamos decantar en un futuro, además de poder plantearles cualquier tipo de duda y curiosidades.(Ilustración 6)

Las empresas que colaboraron fueron:

- 1- “IBIM Building Twice” Consultoría técnica y de formación sobre la tecnología BIM situada en Valencia.



Ilustración 1. Logotipo IBIM. 2014. IBIM Building Twice S.L.

- 2- “BuildingSmart” es una asociación sin ánimo de lucro compuesta por los agentes del sector de la construcción, el principal objetivo de la Asociación es fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM.



Ilustración 2. Logotipo BuildingSMART. 2014. BuildingSMART.

- 3- “Swifttools – Jacobson, Steinberg & Goldman” Dirigida por Elias Azulay, es una empresa dedicada a la formación de jóvenes empresarios mediante la metodología CoachCare.

Be Original

Jacobson, Steinberg & Goldman

Ilustración 3. Logotipo Jcbson. 2014. Jacobson, Steinberg & Goldman.

- 4- “Avatar BIM” empresa de consultoría BIM ubicada en Madrid.



Ilustración 4. Logotipo Avatar BIM. 2014. Avatar BIM.

- 5- “Autodesk” empresa de software de diseño, en concreto nos hablaron del software relacionado con BIM.



Ilustración 5. Logotipo Autodesk. 2014. Autodesk.

- 6- Además de realizar una videoconferencia con Arnaldo Landívar, excompañero de nuestra Escuela, el cual se dedica al BIM en Dinamarca.

Café con BIM
The BIM Project - TFG

Jueves, de 10:30-12:30 h | Aula Seminario 2º Planta | ETSIE - 1C

27-Feb iBIM Build Twice Valencia	13-Mar BuildingSMART Spanish Chapter	26-Mar Swift Tools Jacobson, Steinberg & Guluman
27-Mar Avatar BIM Madrid	10-Abr Autodesk España	8-May Autodesk Student Expert program Videoconferencia

Preparando los mejores profesionales para el mejor futuro

ETSIE - ETSIA DE INGENIERIA D'EDIFICACIO UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Ilustración 6. Cartel Café con BIM. 2014. ETSIE-UPV.

Por otro lado, nuestras tutoras también quisieron hacernos partícipes del 2º Congreso Nacional EUBIM, para ir introduciéndonos en este mundo, mantener contacto con las diferentes empresas asistentes y asistir a

todas las ponencias del congreso; una oportunidad única de la que me considero privilegiado por haber asistido.



Ilustración 7. Photocall EUBIM. 2014. Fuente propia.

También amplí todos mis conocimientos con las sucesivas reuniones semanales junto con todos los compañeros del TFG y las tutoras, como podemos observar en la Ilustración 8; en las que pudimos compartir y debatir dudas, curiosidades e información múltiple.



Ilustración 8. Reunión semanal TFG. 2014. ETSIE-UPV.

Paralelamente, también acudimos a diversas charlas organizadas y realizadas por la ETSIE, que nos sirvieron de apoyo para la correcta realización del TFG y ayuda a la hora de buscar información en las diversas plataformas. Estas charlas fueron “Búsqueda de información de la biblioteca UPV” asistieron de la Biblioteca Central de la UPV para explicarnos a buscar y a citar la bibliografía, “Planteamiento del TFG” en esta charla realizamos distintas tareas grupales para ver cómo enfocar el TFG, viendo algunos ejemplos de otros años y planteado un índice simulado, “Herramientas informáticas para el TFG” charla impartida por una de nuestras tutoras María Begoña Fuentes Giner, en la cual no explico cómo usar la VPN (Red privada Virtual de la UPV) sin estar en la UPV, instalación de diversos programas disponibles para estudiantes y herramientas de edición de texto como Microsoft Word, herramientas de lectura y creación de documentos como Adobe PDF, etc. Y por último “Como preparar la defensa del TFG” en esta última nos enseñaron técnicas para realizar nuestra presentación correctamente, qué

debíamos hacer y qué debíamos evitar en la defensa oral, además de cómo hacer el PowerPoint de la presentación.

Capítulo 2.

BIM

1. Qué es BIM

1.1 Definición

BIM es el acrónimo de *Building Information Modeling* (modelado de la información del edificio), se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas informáticas para la elaboración, gestión, ejecución y mantenimiento de proyectos de edificación con un uso de la información continuamente coordinada y coherente, toda ella alrededor de una o más bases de datos compatibles en las que se almacena toda la información del edificio (teléfonos de proveedores, presupuestos, materiales, usos, etc.), éstas reciben el nombre de bases de datos paramétricas, las cuales podemos trabajar de forma única en un modelo 3D.

Uno de los objetivos principales de la tecnología BIM es el uso por múltiples usuarios de la información, ya sean arquitectos técnicos, arquitectos o ingenieros y que cada uno de ellos se ocupe de una tarea u otra; de ahí la necesidad de la interoperabilidad, de que la información esté completamente coordinada, sin limitaciones en número de usuarios y el número de archivos. Mientras que otras tecnologías tradicionales para la gestión de la información de un proyecto de construcción establecen limitaciones en número de usuarios y archivos, con archivos en diferentes formatos, sin conexión entre la información que contiene

cada uno de ellos, además de realizar la actualización de la información de las diferentes partes manualmente, dando lugar a la posibilidad de múltiples errores.

Con la aparición del sistema BIM, a la hora de diseñar un edificio ya no se representa los elementos arquitectónicamente, sino constructivamente, son elementos definidos según sus características, sus materiales, espesores, especificaciones, etc.

El sistema BIM pretende la idea de poder estudiar un edificio durante su ciclo de vida útil. Incluyendo la fase de diseño, ejecución, mantenimiento y demolición. Dentro de la fase de utilización, los usuarios de las edificaciones podrán acceder a toda la información para poder realizar correctamente el mantenimiento de la edificación.

Con la tecnología BIM podemos ver que se disminuye la pérdida de tiempo y recursos en el diseño, en la construcción y se reduce el coste, debido a que se le puede dar solución a las distintas incongruencias o interferencias que se planteen en la fase inicial de proyecto, pero no lo podemos afirmar ya que para ello habría que realizar una serie de encuestas en varios estudios de arquitectura sobre proyectos realizados con las dos tecnologías y demostrarlo.

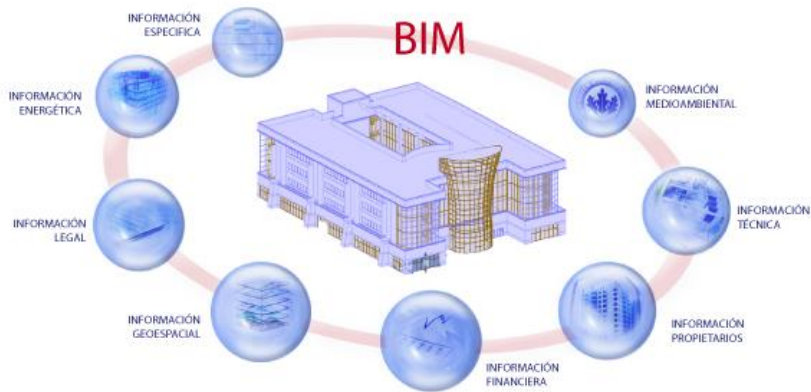


Ilustración 9. Procesos BIM. 2014. Idesie Business School.

1.2 Interoperabilidad, integración y comunicación

La interoperabilidad en sí es la capacidad que presenta un sistema para funcionar y operar con otros sistemas existentes o nuevos con total implementación, sin ningún tipo de restricción.

Dentro del BIM, la interoperabilidad es la capacidad de trabajar vinculando diferentes software de diferentes fabricantes, sin ningún tipo de restricción, por ejemplo, pongamos el caso de utilizar como programa de modelado el REVIT de Autodesk, el programa de renderizado LUMION y el programa de mediciones MEDIT de BIM Ibérica, se puede trabajar con cada uno de ellos, exportando el modelo de uno a otro sin ningún problema.

La interoperabilidad es uno de los aspectos claves dentro del BIM ya que, trabajan varios profesionales a la vez, con el mismo modelo único, cada

uno desarrollando su especialidad; todo ello vinculado y actualizándose cada momento en el modelo único.

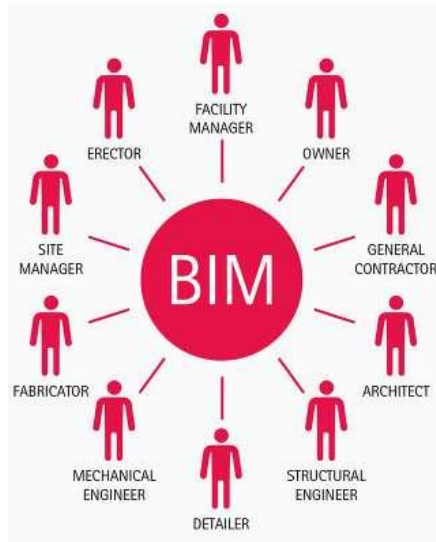


Ilustración 10. Diseño colaborativo BIM. 2014. Construsoft.

1.3 Building Smart (estandarización)

Cuando hablamos de BIM, también hablamos de la interoperabilidad, como ya hemos comentado anteriormente; éste es uno de los puntos clave del BIM, ya que se busca el poder trabajar varios profesionales de diferentes áreas de conocimiento, todos ellos sobre un modelo único de trabajo, de ahí la necesidad de desarrollar un vínculo entre los diferentes software integrados en BIM. Con lo cual, es necesario el desarrollo de una estandarización de procesos, el cual recibe el nombre de IFC (Industry Foundation Classes).

IFC

El formato IFC, “Industry Foundation Classes”, es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual Building Smart, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperabilidad entre programas del sector de la construcción.

Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos”, con funcionalidad y propiedades. (IFC Workshop 2014b)

Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones de software, pues cada programa puede tener su parcela propia: yo puedo leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo el sólo hecho de poder traspasar de un programa a otro un muro y sus relaciones geométricas ahorra muchísimo tiempo y es una herramienta eficaz para el desarrollo del proyecto, la entrega, la documentación as-built o la gestión del mantenimiento. Ésta es una de las desventajas de utilizar IFC, que muchos datos se quedan en la base de datos de origen, no pudiendo ser recuperados posteriormente.

Entre sus múltiples beneficios puede destacarse la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite dar soporte a la interacción entre ellos mediante un formato estándar.

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. Todo ello se consigue un aumento de la calidad, la reducción de los costes, así como una consistencia en la información en la fase de proyecto y durante el uso de las construcciones.

En algunas de las primeras implementaciones prácticas de construcción llevadas a cabo hasta la fecha el ahorro en costes final se estima en un 15% del coste total, lo cual es una suma que puede incluso superar al coste del propio proyecto de ingeniería (el ahorro lo notan más no los agentes del proyecto, sino la constructora y la propiedad). (Íbid)

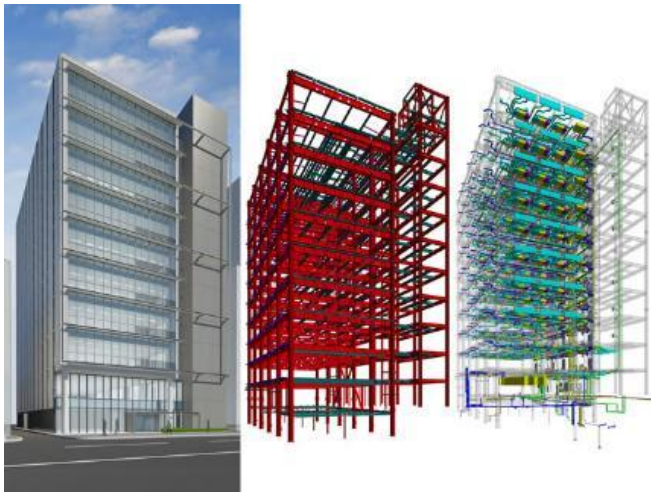


Ilustración 11. Modelado, estructura e instalaciones. 2011. PanelBIM – Francisco Garcia.

Otros estándares

[IFD, Information Framework Dictionary](#)

Se trata de un estándar referente a los datos que entran en juego en los procesos de construcción.

Es el mecanismo que hace posible la interoperabilidad entre software, posibilitando la comunicación entre los distintos programas y diferentes bases de datos. El IFD es un catálogo de productos nombrados de una manera concreta (vocabulario). Este vocabulario está compuesto por un paquete de datos común a las distintas disciplinas que intervienen en el proceso de construcción.

El diccionario, basado en los estándares ISO (International Organization for Standardization), permite compartir información procedente de diversas fuentes, mejorando la interoperabilidad y allanando el camino para el control de los procesos de análisis y diseño en todas las fases del proyecto.

Actualmente no existe diccionario en español, lo que supone un hándicap a la hora de implementar IFC, pero no como mero formato de datos, sino como herramienta indispensable para la implantación de una nueva metodología de trabajo, BIM. (IFC Workshop 2014a)

[IDM, Information Delivery Manual](#)

Este es un estándar referente a los procesos, especifica cuándo se requiere determinado tipo de información durante el proceso de construcción. También revela la información que cada usuario (responsable del diseño del edificio, responsable de estructura, responsable de instalaciones, etc.) necesita entregar. Esta información se agrupa por actividades, ya que la estimación de costes, el volumen de

materiales y el calendario de trabajo son actividades que van de la mano de manera natural.

El estándar para los procesos ofrece un entendimiento común para todas las partes: cuándo intercambiar la información y qué es exactamente lo que se necesita. (IFC Workshop 2014a)

2 Origen del BIM

Existen varios puntos de vista sobre el origen del concepto BIM, los fundamentos conceptuales del sistema BIM se remontan a los primeros días de los ordenadores.

1962 - Douglas C. Engelbart nos da una visión misteriosa del futuro arquitecto en su artículo *Aumentando el intelecto humano*.

“el arquitecto siguiente comienza a entrar en una serie de especificaciones y datos-una losa de seis pulgadas, muros de hormigón de doce pulgadas de ocho pies de altura dentro de la excavación, y así sucesivamente. Cuando ha terminado, la escena revisada aparece en la pantalla. Una estructura está tomando forma. Se examina, la ajusta... Estas listas se convierten en una estructura cada vez más interrelacionados-detallada, que representa el pensamiento de maduración detrás del diseño real.” (Engelbart 2001)

Engelbart sugiere objetos basados en diseño, en la manipulación paramétrica y en una base de datos relacional; sueños que se convertirían en realidad varios años más tarde. Hay una larga lista de investigadores de diseño cuya influencia es considerable, incluyendo Herbert Simón, Nicholas Negroponte y Ian McHarg; este último estaba

desarrollando una vía paralela con Sistemas de Información Geográfica (SIG). El trabajo de Christopher Alexander, sin duda tuvo un gran impacto sobre una escuela de principios de orientación en objetos informáticos de programación con *“Notes of the synthesis of form (Alexander 1964)*. Los marcos conceptuales no podían llevarse a cabo sin una interfaz gráfica a través de la cual se podría interactuar con un modelo de construcción. (Quirk 2012)



Ilustración 12. Interfaz gráfica de SkechtPad. 2012. A brief history of BIM, Vanessa Quirk.

1963 - En la Ilustración 12 podemos observar la interfaz gráfica del primer programa informático para el modelado de objetos, esta interfaz es la de *“SkechtPad”*, creada por Ivan Sutherland. Éste es considerado por muchos como el creador de los gráficos para ordenador. Ivan introdujo conceptos tales como el modelado tridimensional en ordenador, simulaciones visuales, diseño automatizado (CAD) y realidad virtual.

Desde las raíces de la interfaz gráfica de Sage y el programa de dibujos de Ivan Sutherland, los programas de modelado de sólidos comenzaron a aparecer sobre la base de la evolución de la representación computacional de la geometría. (Quirk 2012)

1978 - Se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y construcción. (Comgrap)

1980 - Había varios sistemas desarrollados en Inglaterra que se aplicaron a proyectos construidos. Estos incluyen GDS, EdCAAD, Cedar, Really Universal Computer Aided Production System (RUCAPS), Sonata y Reflex. (Quirk 2012)

1986 - El sistema de software desarrollado por RUCAPS GMW fue el primer programa en utilizar el concepto de puesta en fase temporal de los procesos de construcción. (Quirk 2012)

1987 - La empresa Graphisoft fue la primera en utilizar el concepto BIM, llamándolo Virtual Building (edificio virtual) todo ello desarrollado por su software por excelencia ArchiCAD (primer software capaz de crear dibujos en 2D y 3D). En 2002 Autodesk empezó a utilizar el término BIM con la compra de la empresa REVIT Technology Corporation. (Comgrap)

Revit revolucionó el mundo del modelado de información mediante la creación de una plataforma que utiliza un entorno de programación visual, creando familias paramétricas y permitiendo un atributo de tiempo para ser añadido a un componente; permitiendo una cuarta dimensión asociada con el edificio modelo. Esto permite a los contratistas generar programas de construcción basados en los modelos BIM y simular el proceso de construcción. (Quirk 2012)



Ilustración 13. Interfaz gráfica de CH Radar (Archicad). 1984. Graphisoft.

Uno de los primeros proyectos en utilizar Revit para el diseño y la construcción de la programación fue el proyecto de la Torre de la Libertad en Manhattan. Este proyecto se completó en una serie de modelos BIM separados pero enlazados, que estaban ligados a los horarios para proporcionar la estimación de costos y cantidades materiales en tiempo real. Aunque el programa de construcción de la Torre de la Libertad ha sido boicoteado por cuestiones políticas (Wikipedia 2012), la mejora de la coordinación y la eficiencia en la obra han catalizado el desarrollo de software integrado que se podría utilizar para ver e interactuar con los arquitectos, ingenieros y contratistas en los modelos de superposición simultánea. (Íbid)

1988 - La fundación Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) en Stanford por Paul Teicholz marca otro hito en el desarrollo de BIM, ya que esto crea una fuente de estudiantes de doctorado y colaboraciones de la industria para promover el desarrollo de modelos de construcción de cuatro dimensiones con atributos de tiempo para la construcción. Esto marca un punto importante en el que dos tendencias en el

desarrollo de la tecnología BIM se dividirían y desarrollarán en los próximos dos decenios.

Por un lado, el desarrollo de herramientas especializadas para múltiples disciplinas para servir a la industria de la construcción y mejorar la eficiencia en la construcción. Y por otro lado, el tratamiento del modelo BIM como un prototipo que se podría probar y simular contra los criterios de rendimiento. (Íbid)

No obstante, existe una idea generalizada de que Jerry Laiserin fue el que popularizo el termino BIM, con el objetivo de intercambiar e interoperacionar la información en formato digital. (Comgrap)

Los principales proveedores de software con los que trabajar BIM son: Autodesk, Graphisoft, Tekla, Bentley Systems, ACCA software, etc.



Ilustración 14. Comparación instalaciones reales con Navisworks. 2012. Facilities Princeton University.

3 Uso del BIM

3.1 BIM en España

BIM es el futuro en la construcción en España, como se ha podido justificar en las demás zonas del mundo, al igual que lo fue AutoCAD cuando se introdujo en nuestra sociedad. Muchos profesionales de nuestra profesión no saben de lo que le hablas cuando nombras el termino BIM, incluso cuando se lo explicas son bastante reacios a la idea de utilizarlo, ya que en España, actualmente no está muy desarrollada esta metodología de trabajo, pero día a día, va tomando más importancia, ya que se están dando cuenta de los beneficios que aportan, como por ejemplo la mejora, la optimización de recursos y resultados de gestión de obras, el ahorro de tiempo, el ahorro de dinero, etc. Por ello en el extranjero, prácticamente se utiliza ésta tecnología en la construcción y en la ingeniería, es más, en muchos países, el gobierno lo requiere para la realización de obras públicas. Y muy a corto plazo, nuestro gobierno e instituciones exigirán realizar las obras con la tecnología BIM. Aunque actualmente no existe ninguna encuesta oficial en España sobre el uso del BIM, en otros países como Reino Unido y Norteamérica sí las hay, con ellas nos podemos hacer una idea de la adaptación que podría ocurrir en España al BIM.

3.2 BIM en Reino Unido y Estados Unidos

Según el último estudio realizado por Pauley Creative sobre el uso del sistema de modelado BIM en Reino Unido, muestra un incremento de la implantación de esta tecnología en todos los campos de la edificación, durante los últimos 3 años. Esto, surge a raíz de la directriz promovida por el gobierno británico para que, en el año 2016 todos los proyectos de edificación contratados deben ser entregados con BIM. Según este estudio, de los 1000 profesionales encuestados, la evolución del

modelado dos dimensiones al tres dimensiones en su forma de diseñar, ha sido claramente a favor del segundo con el paso del tiempo, notándose, por ejemplo, un incremento del 22% al 31% del 2010 al 2011 en el uso compartido entre ambos tipos de diseño. (Creative 2013)

El 90% de los mismos, conoce o ha oído hablar de la tecnología BIM recientemente y, aunque el 63% considere que la implantación BIM tiene, por el momento, un coste elevado, el 94% cree que en 5 años el BIM estará totalmente implantado en el modo de trabajo y en cualquier empresa del sector.

De este estudio se extrae que el diseño en BIM es creciente, necesario (debido a la obligatoriedad impuesta por su gobierno nacional) y, en un futuro muy cercano, imprescindible para cualquier profesional de la construcción en este país. (íbid)



Ilustración 15. Proyección del uso del BIM. 2013. Estudio sobre implantación BIM - Algomad.

En Estados Unidos, según se indica en la encuesta realizada por McGraw-Hill Construction, se ha producido un radical aumento que no

se ha producido en Europa. Del 28% de usuarios al comienzo del 2008, por debajo de Europa, ha pasado a un impresionante 71% de arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios que han adoptado BIM para sus proyectos, y además, como se muestra en la siguiente imagen, con un importante nivel de compromiso. (Oliebana 2012)

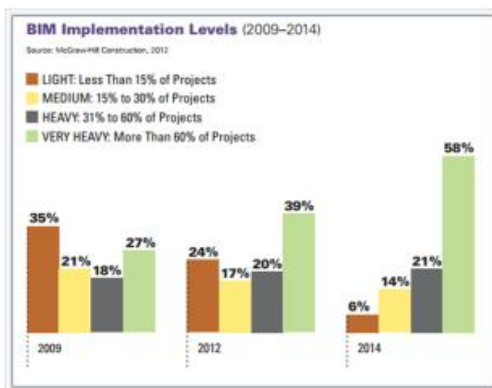
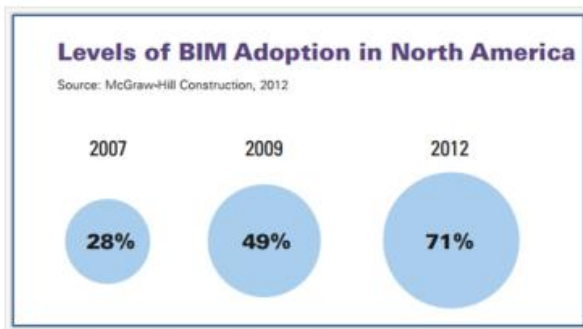


Ilustración 16. Niveles de adaptación al BIM en Norteamérica. 2012. McGraw-Hill Construction.

Por ello, la dedicación y la realización de trabajos con BIM, es uno de los puntos por los cuales los autónomos o las empresas puedan diferenciarse de otras y de esta manera poder realizar más trabajos y ser punteros en esta tecnología emergente en nuestro país. Dando lugar a una pequeña salida de la crisis.

4 BIM como modelo único

El conseguir un modelo único paramétrico del proyecto está basado en los siguientes objetivos:

- Modelo único: Generar un único modelo tres dimensiones, cuatro dimensiones, cinco dimensiones como única base de datos paramétrica, el cual contendrá toda la información necesaria y recogida para poder extraer toda la documentación necesaria para realizar las gestiones.
- Comprensión del proyecto: Facilitar la visión del proyecto en su totalidad para los usuarios, responsables de mantenimiento, etc.
- Análisis y auditoria del proyecto: Comparar el programa deseado para el proyecto con el generado virtualmente (usos, superficies, etc.).
- Defectos del proyecto: Detectar las posibles incongruencias en la documentación previa al proyecto
- Análisis de interferencias: Detectar y solucionar las interferencias entre subsistemas e instalaciones antes de la ejecución de la obra, para así, reducir costes y retrasos.
- Control de la medición: Comparar las mediciones del proyecto con las obtenidas automáticamente con el software, para así poder solucionar errores de forma previa a la ejecución.

- Consistencia de la información del proyecto: Asegurar la consistencia de la información del proyecto para el uso correcto por parte de todos los intervinientes del proyecto.
- Información controlada: Control del acceso a la información de la base de datos del proyecto, para así evitar duplicidades.
- Potente motor de cambios del proyecto: Una vez finalizado en su totalidad el proyecto, cualquier cambio que se quiera realizar en este, al realizarlo en el modelo único, se actualizarán todas sus partes automáticamente.
(Barco 2014)

Todos estos objetivos se alcanzan utilizando la tecnología BIM, sustituyendo todos los planos y todos los documentos que existirían en un modelo tradicional por un modelo único.

5 Uso paramétrico de BIM en fase de ejecución

5.1 Control de calidad

El BIM no solo aporta las medidas necesarias para poder realizar correcta y completamente el modelado de la edificación; sino que además, organiza y facilita todo tipo de tablas de datos para que otros agentes de la edificación sean capaces de trabajar paralelamente y luego reinsertar de nuevo los datos en nuestro modelo de manera automatizada, de tal forma que tendremos, además de los datos de diseño, los datos de construcción y posteriormente los de gestión del edificio.

Un ejemplo sería el control de calidad del hormigonado de los pilares realizado con el software Revit y Excel.

Mediante la edición en Revit de parámetros compartidos relacionados con el control de calidad, se crea la tabla de datos con aquellos facilitados por el agente encargado de documentar el control de calidad del hormigón (Número de lote, fecha de hormigonado, resistencia a siete, veintiocho y sesenta días, etc.).

Cuando quedan introducidos los campos necesarios, se insertan las restricciones, de manera que si a X días de hormigonado no cumple la resistencia, éste nos lo indicará resaltando la celda con el color indicado.

Una vez realizado todo lo anterior, mediante el plug-in de Autodesk, BIM coder suite “Schedule Sync” se exporta la tabla de datos a una tabla de Excel, la cual será completada por el agente correspondiente. De tal forma que podemos ir asociando o importando los datos de Excel a Revit siempre que se desee, a la vez que Revit indicará aquellos pilares que no cumplen con la resistencia mínima. (BIM learning 2014)

Por ello, cuando se habla de BIM se habla de un “contenedor único de información”, ya que toda la información queda recogida en un único archivo disponible para cualquier agente de la edificación en cualquier momento, además, de este modo evitamos el tener que consultar varios documentos diferentes.

6 BIM para los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Según Building Smart, son diferentes y variados los beneficios que BIM aporta para cada agente interviniente en el proceso de construcción, estos son:

- *Arquitectos:*

- Estudio de múltiples opciones de diseño con un único modelo. (Procesos de estudio y optimización del diseño más eficientes).
 - Integración de toda la información del proyecto en un único modelo (Detección temprana de conflictos en fase de diseño).
 - Generación automática de la documentación del proyecto. (Mayor dedicación al diseño).
 - Fiabilidad de los datos introducidos en el modelo. (Mayor precisión en el cálculo de las mediciones y los presupuestos, planificación del espacio de trabajo y redacción inicial del plan general de la obra).
- *Ingenieros:*
- Integración de los elementos y sistemas del edificio (estructuras, instalaciones, etc.) y minimización de conflictos entre los mismos.
 - Sincronización de toda la documentación generada, sin errores ni omisiones.
 - Capacidad de diseño y gestión de instalaciones de forma ágil y rápida, con una amplia biblioteca de componentes y materiales.
 - Integración y colaboración de múltiples ámbitos de la ingeniería en un mismo modelo multidisciplinar compartido.
- *Project Manager:* Intercambio de información transparente y consistentemente definido. La información puede moverse rápidamente entre los distintos miembros y desde una aplicación a otra sin necesidad de una interpretación manual ni de volver a tener que introducir la información.

- *Constructoras:*
 - Conocimiento real del proyecto de edificación en la fase de diseño. (Menos errores y conflictos en los sistemas de construcción y menos modificaciones durante la ejecución del proyecto).
 - Integración de información multidisciplinar en el modelo BIM (Mejora la eficiencia operacional y la toma de decisiones basadas en información en tiempo real).
 - Menor consumo temporal total en el desarrollo del proyecto (Evaluación casi inmediata de las consecuencias de propuestas).

- *Propietarios:* Toda la información sobre el proyecto y sobre cómo se va a llevar a cabo el mismo, su creación, sus componentes, etc., estará disponible para su uso y análisis a lo largo de su ciclo de vida.
 - Conocimiento real del proyecto de edificación en la fase de diseño (Menos errores y conflictos en los sistemas de construcción, menos modificaciones durante la ejecución del proyecto).
 - Integración de información multidisciplinar en el modelo BIM (Mejora la eficiencia operacional y la toma de decisiones basadas en información en tiempo real).
 - Menor consumo temporal total en el desarrollo del proyecto (Evaluación casi inmediata de las consecuencias de propuestas).

- *Fabricantes:*
 - Información en un único formato, evitando la reintroducción de datos (Disminuye el riesgo de errores, permite la

realización de pruebas y simulaciones con diferentes combinaciones de materiales y/o productos de forma más rápida, ahorro de tiempo y de costes, generación de catálogos y bibliotecas de materiales con sus propiedades exactas (térmicas, energéticas, resistencia al fuego, acústicas, etc.) y accesibles al resto de agentes de la industria de la construcción de una forma rápida y fácil).

- Reutilización de la información en las diferentes aplicaciones informáticas utilizadas por los diferentes agentes que participan en un proyecto de construcción.
 - Simulaciones realistas comportamiento de los materiales en un proyecto de construcción, modificando fácilmente las características y las condiciones de aplicación de los mismos.
- Administraciones Públicas:
- Mejora de la eficiencia en los procesos de revisión y comprobación del cumplimiento de la normativa del proyecto.
 - Documentación más consistente, fiable y más rápidamente contrastable.
 - Detección automática de posibles incompatibilidades entre los sistemas de construcción del edificio.
 - Disminución de la generación de la documentación física (papel).
 - Disponibilidad de la información de los proyectos para la explotación más efectiva de los datos.
 - Menos modificados en los proyectos y, por tanto, menor necesidad de recalcular costes y ampliaciones de presupuesto. En definitiva, ahorro de costes y mayor sostenibilidad.

(Building Smart 2014)

7 Metodología convencional de trabajo

Son muy diferente las formas de comenzar un proyecto con la tecnología tradicional y la tecnología BIM.

Lo único que tienen en común las dos tecnologías es la realización del anteproyecto, ya que ésta suele realizarse a mano, es decir, en borrador. Una vez realizado el anteproyecto, se realiza el diseño informatizado, realizando primero el proyecto básico, seguido del proyecto de ejecución y finalizando con el proyecto final de obra. Mientras que con BIM se realiza todo el proyecto a la vez.

Con la tecnología tradicional, se puede comenzar por cualquier punto de la edificación, esto es, se puede comenzar realizando la planta tipo, una sección, un alzado, etc.; el sistema de dibujo con la tecnología tradicional es libre por así decirlo, no hay restricciones. Se podría comenzar “la casa por el tejado”.

Las diferentes vistas creadas son independientes, el único vínculo existente entre ellas son proyecciones diédricas de un modelo tridimensional que está en la cabeza de quien diseña. Lo que no existe es un control sobre la correspondencia entre vistas y los elementos que las componen, pudiendo dar lugar a olvidos o errores. Además, para realizar cualquier cambio o modificación se tiene que realizar manualmente uno por uno.

Con BIM es diferente el flujo de trabajo, como se explica en el capítulo “Modelado BIM del proyecto”.

Con la tecnología tradicional se dibujan vectores cuya información reside en la interpretación que, por convenio, nos hemos dado los técnicos de

la construcción. Pero cada vector, en sí mismo, no contiene información del elemento constructivo que representa.

La gran diferencia estriba en que el dibujo con CAD es una representación de la geometría del edificio, mientras que en BIM se obtiene una visualización del elemento constructivo.

Asimismo, para realizar cualquier cálculo, mediciones, modelado en tres dimensiones, memorias, imágenes, etc. hay que apoyarse sobre un software externo, no vinculado con el programa dos dimensiones, con lo que puede inducir a errores.

Concepto	CAD	BIM
Dibujo	Entidades geométricas: <ul style="list-style-type: none"> • Líneas • Círculos • Polígonos • Sólidos • Superficies • ... 	Elementos constructivos con propiedades <ul style="list-style-type: none"> • Muros • Puertas/Ventanas • Pilares • Cubiertas • Terrenos • ...
Relación plantas-secciones-alzados-modelo 3D	Son entidades independientes. → hay que aplicar cambios por separado <ul style="list-style-type: none"> • En el mismo archivo • Distintos archivos (con o sin referencias) 	Existe un único modelo del que se extraen representaciones → cualquier cambio en el modelo, cambia las representaciones
Datos asociados	Bloques con atributos (poco utilizados, tienen limitaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades de los elementos (Precios unitarios, Materiales, gravedad...) • Calculados (superficies) • Propiedades de los planos
Informes	Calcular datos y exportarlos a otros software (Excel)	Generados automáticamente y vinculados (pueden cambiarse datos en informe o en modelo)
Trabajo en grupo	No hay. Soluciones improvisadas: un archivo, una persona y relacionar archivos con xRef.	Métodos cambian según la aplicación: <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de trabajar en zonas/capas concretas • permisos/usuarios

Ilustración 17. Flujo de trabajo. 2011. Cámara Menoyo, Carlos.

6.1 Comparativa de BIM sobre CAD

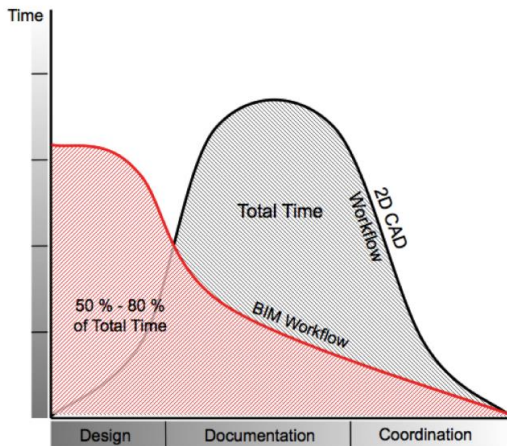


Ilustración 18. Comparativa flujo de trabajo en CAD y BIM. 2014. Graphisoft.

- **Mayor nivel tecnológico:** Ya que el CAD es una mera extensión de la mano, es similar a una herramienta análoga, como dibujar en papel pero en la pantalla del ordenador.
- **Modelo único:** Como ya hemos comentado, con el BIM se trabaja con un modelo único, mientras que con el CAD existen varios modelos, varios archivos, que pueden conducir a errores.
- **Actualización automática:** El BIM, al tratarse de un modelo único, está coordinado, cuando se realiza cualquier tipo de cambio, este queda modificado automáticamente en todos los planos, vistas, secciones, etc... mientras que en CAD, hay que realizar el cambio manualmente vista por vista, pudiendo dejar cosas sin modificar.
- **Mayor idea espacial:** En BIM se proyecta o modela en tres dimensiones, cosa que da lugar a una mejor idea visual espacial, mientras que con CAD se proyecta en dos dimensiones.

- Mejor diseño y calidad de detalle: Al introducir los elementos más rápidamente que en CAD, se puede prestar más atención al diseño, además, a la hora de proyectar, no se introducen dos líneas para representar un muro, sino el elemento constructivo en sí, es decir, el muro con todas sus capas que lo componen.
- Menos artesanal: El BIM es más virtual que el CAD, este es más artesanal, como hemos dicho, el CAD es una extensión de la mano.
- Aumento de la productividad: Se necesita mucho menos tiempo para realizar un modelado que en CAD, ello conlleva a una reducción del coste.
- Mejor coordinación: Es mucho más fácil trabajar coordinadamente con BIM, gracias a su interoperabilidad y al estar vinculados los archivos, es decir, dos personas pueden trabajar a la vez con el mismo archivo, mientras que CAD no es tan fácil realizar esta coordinación
- Control y disponibilidad total de la información: La base de datos BIM es la fuente central del proyecto, en la cual se encuentra la totalidad de la información de este. Disponible en cualquier momento para todos los colaboradores.

8 Niveles de desarrollo y niveles de detalle

8.1 Niveles de detalle

Dentro del BIM existen varios niveles de desarrollo, estos son:(True CADD 2014)

3D: Modelado BIM (Arquitectura, estructura y MEP).

4D: 3D + el tiempo programado para la realización de la edificación.

5D: 4D + el coste de la edificación.

6D: Optimización de la sostenibilidad.

7D: Instalaciones y gestión de activos.

8.2 Niveles de desarrollo

El Grado de desarrollo (LOD) es una referencia que permite a los profesionales en la Industria AEC especificar y articular con un alto nivel de claridad el contenido y la fiabilidad de los modelos de información de edificios (BIM) en varias etapas en el proceso de diseño y construcción.

El LOD define e ilustra las características de los elementos del modelo en diferentes niveles de desarrollo. No se prescribe lo que los niveles de desarrollo pueden alcanzar en qué momento de un proyecto, pero si la especificación del modelo de progresión para el usuario.

Sus objetivos principales son:

- Ayudar a dar una idea de lo que se incluye en la entrega.
- Consensuar entre el equipo técnico y propiedad el nivel de detalle a alcanzar.
- Proporcionar un estándar que puede hacer referencia en los proyectos realizados con la tecnología BIM.
(BIMForum 2014)

Hoy en día no existe ninguna norma que regule los niveles de desarrollo LOD, pero si una cierta idea de qué comprenden en ellos; estos son:

(Ilustración 19)

LOD 100: Modelo conceptual, aporta una visión general, básicamente volumen, orientación y área.

LOD 200: Aporta información y geometría precisa, con las áreas, usos, superficies y acabados. Sistemas generalizados con cantidades aproximadas, tamaño, forma, ubicación y orientación. El modelo puede ser analizado para el rendimiento de los sistemas seleccionados mediante la aplicación de criterios de actuación generalizados. (Agar)

LOD 300: Aporta un nivel de acabados totales, es decir, todos los componentes de los elementos constructivos, con un nivel de mediciones aproximado. Adecuado para la generación de documentos de construcción tradicionales y planos. El modelo puede ser analizado para el rendimiento de los sistemas seleccionados para criterios específicos de rendimiento. (Íbid)

LOD 400: Aporta el nivel necesario para la fabricación y construcción, con un nivel de mediciones exacto.

LOD 500: As-built, representa el proyecto ya construido, son las condiciones de mantenimiento y funcionamiento de instalaciones.

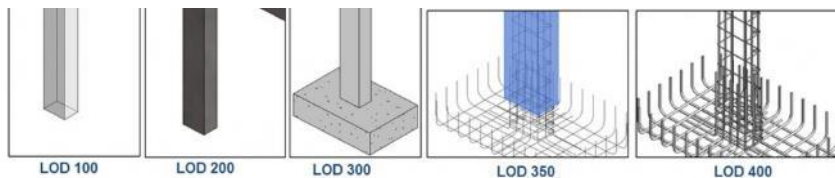


Ilustración 19. Niveles de desarrollo. 2014. S-BIM & Sustainability for buildings.

9 El software

9.1 Revit

Los dos programas más famosos por excelencia en el modelado de información de la construcción son REVIT de Autodesk y ArchiCAD de Graphisoft.

REVIT es una herramienta informática de dibujo asistido por ordenador que permite diseñar elementos de modelación paramétricos basados en objetos inteligentes y en tres dimensiones.

De este modo, REVIT provee una asociación completa de orden bidireccional. Gracias al motor de cambios paramétricos de REVIT, cualquier cambio del proyecto, significa un cambio en todos los lugares instantáneamente, sin que el usuario tenga que realizarlo. (Autodesk 2014b)

Si la información la gestionásemos de forma tradicional, con el método CAD, sería mucho más complejo, que al realizarlo con REVIT, ya que se tienen que utilizar múltiples aplicaciones, algunas que no se pueden vincular con CAD además de mucha más mano de obra.

Me he decantado por el software REVIT ya que confié bastante en la empresa Autodesk, he trabajado siempre con AutoCAD y me ha dado el suficiente buen resultado para seguir trabajando con ellos, además, que las estas últimas versiones de REVIT incorporan la parte de arquitectura, estructura e instalaciones.

También por la gran interoperabilidad y sencillez con los diferentes software del mercado, como es el caso de Medit o Presto (para

realización de mediciones), Tekla (para el cálculo de estructura metálica), Robot (para el cálculo estructural), Lumion (para renderizado), etc...

9.2 ArchiCAD

Con ArchiCAD se puede modelar y dar forma libremente, creando fácilmente cualquier geometría que se quiera y editando incluso elementos complejos de forma fácil desde la vista más apropiada. ArchiCAD permite combinar la libertad creativa con la bien conocida eficiencia de su robusto Modelo de Información del Edificio (BIM). Su conjunto de herramientas da soporte al proceso creativo dentro del contexto del proyecto. (Graphisoft 2014)

Con ArchiCAD, se puede crear un Modelo de Información del Edificio en 3D (BIM) y toda la documentación e imágenes necesarias son creadas automáticamente. Los nuevos materiales de construcción inteligentes con conexiones basadas en prioridades aseguran la correcta representación gráfica de elementos y materiales en secciones (tramas de corte), superficies en tres dimensiones, y en propiedades térmicas a través de las evaluaciones de energía del edificio. ArchiCAD ofrece un flujo de trabajo BIM nativo para el diseño y la documentación de proyectos de Rehabilitación. Las potentes posibilidades de definición de vistas de ArchiCAD, su manejo único de los dibujos, junto con las capacidades de publicación integradas, nos dan la seguridad de no necesitar tiempo adicional para imprimir o guardar los diferentes conjuntos de dibujos de un proyecto, y derivarán del mismo modelo BIM. (Íbid)

9.3 Navisworks

Navisworks es un software de revisión de proyectos que permite a la arquitectura, ingeniería, construcción y profesionales revisar de manera integral los modelos integrados y los datos para tener un mejor control sobre los resultados del proyecto. La integración, el análisis y las herramientas de comunicación ayudan a los equipos a coordinar disciplinas, resolver conflictos, y planificar los proyectos antes de que comience la construcción. (Autodesk 2014a)

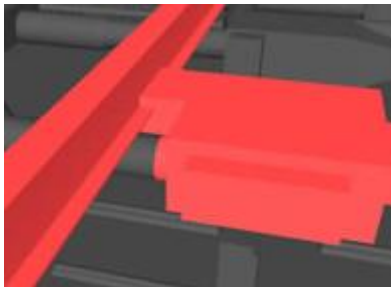


Ilustración 20. Interfaz gráfica de Navisworks. 2013. Autodesk.

9.4 Tekla

Es uno de los software más especializados en el cálculo y diseño de estructuras de acero, Los modelos Tekla contienen la información detallada, confiable y precisa, necesaria para la exitosa ejecución de la construcción y el BIM. Tekla trabaja con todos los materiales y las estructuras más complejas; estructuras marítimas, fábricas y plantas, edificios residenciales, puentes, rascacielos, etc.(Tekla 2014)

Sus beneficios principales son:

- Colaboración e integración gracias al enfoque abierto en BIM

- Modelado de todos los materiales
- Manejo de todas las estructuras, desde las más grandes a las más complejas.
- Creación precisa de los modelos que se deseen construir.
- Permite que la información fluya desde el diseño y los detalles hasta la obra en construcción.

(íbid)

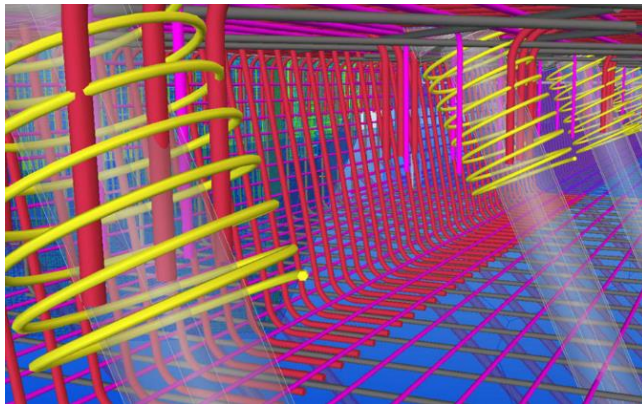


Ilustración 21. Interfaz gráfica de Tekla. 2014. Tekla.

9.5 Lumion

Lumion es una herramienta de visualización arquitectónica tres dimensiones en tiempo real para los arquitectos, urbanistas y diseñadores. Es una alternativa seria a la representación tradicional o visualizaciones paisajistas. Cuando la renderización no es su profesión primaria se necesita un software que sea fácil de aprender. Presenta una facilidad de uso, combinada con la realidad, rapidez y excelente calidad.

Está perfectamente adaptado para la creación de presentación hiperrealistas en vídeo y representaciones y demostraciones en vivo con una respuesta instantánea. Lumion® ofrece excelentes gráficos en combinación con un flujo de trabajo muy rápido, eficaz, evitando tener que pasar por programas complejos y engorrosos.(Lumion 2014)

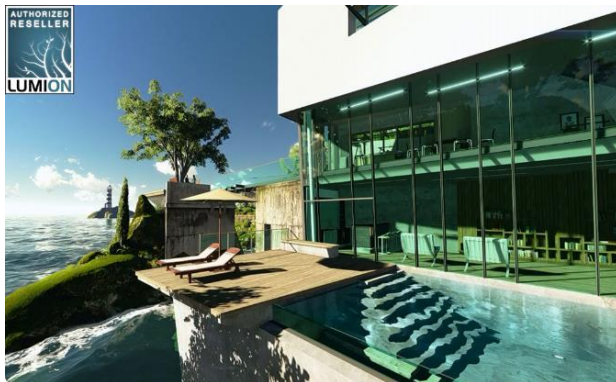


Ilustración 22. Interfaz gráfica de Lumion. 2014. Lumion.

9.6 Medit

Medit es una extensión de Autodesk Revit creada por Bim Ibérica para generar automáticamente las mediciones de los proyectos. Medit vincula los objetos del modelo Revit con partidas de bases de datos de precios de la construcción, y extrae las mediciones del proyecto en formato Excel o FIEBDC. Luego solo hay que completar el presupuesto en cualquier aplicación diseñada para ello.

Las funcionalidades de Medit son operativas dentro de la propia sesión de trabajo de Revit y cuenta con una interfaz de usuario optimizada para realizar estos enlaces. Esto permite al proyectista incorporar al modelo,

de modo interactivo, las definiciones y coste de las partidas mientras se desarrolla el proyecto.

El resultado es que las mediciones y el presupuesto de todas o alguna parte del proyecto siempre están disponibles instantáneamente, con los últimos cambios. (BIM ibérica 2014)

Medit mejora la productividad de los proyectos al permitir:

- Un comienzo más temprano de las mediciones y el presupuesto del proyecto.
- Una coordinación más fiable de la información presupuestaria entre el equipo de proyecto.
- Una detección y subsanación de incongruencias en fase de elaboración del proyecto.
- La consulta instantánea de los estados de mediciones de todo o de partes del proyecto. (Íbid)

9.7 Otros

Otros de los software a destacar dentro del entorno BIM, entre muchos son: Allplan (software de solución general BIM), Robot (cálculo de estructuras), Presto (realización de mediciones), 3DMax (modelado tres dimensiones y renderizado), MS Project (programación de obra), etc.

Capítulo 3.

El proyecto

El proyecto a realizar me ha sido realizado, facilitado por el “Estudio de Arquitectura y Urbanismo Muñoz Antonino” y visado por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia en el año 2012, ubicado en la población de Sagunto (Valencia), del cual poseo todos los permisos para poder realizar este trabajo de fin de grado.

El proyecto a desarrollar consiste en el modelado de una vivienda unifamiliar entre medianeras, la cual ya ha sido ejecutada, tanto el proyecto como la ejecución de la obra. Es una vivienda de tipo minimalista, que consta de planta baja (realiza la función de acceso y garaje), dos plantas intermedias (realizan la función de vivienda) y la cubierta (primera y segunda crujía a un agua y la tercera crujía como azotea transitable).

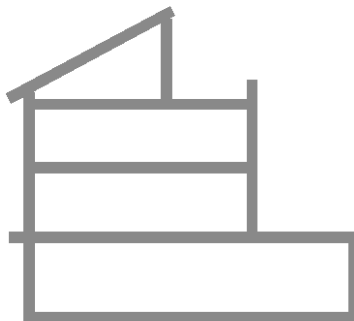


Ilustración 23. Mono de sección. 2014. Elaboración propia.

La parcela está situada en la calle Maestro Rodrigo, 71 del casco urbano; en la localidad de Massamagrell (VALENCIA), según el Plan General de Massamagrell.



Ilustración 24. Situación. 2014. Google maps.

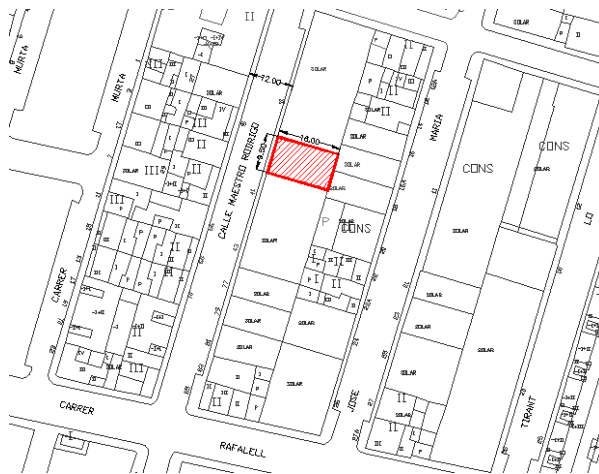


Ilustración 25. Emplazamiento. 2012. Muñoz Antonino Arquitectos.

La parcela donde se ubica la edificación tiene una superficie total de 152 m² y presenta una forma rectangular, siendo el lado recayente a la calle Maestro Rodrigo la fachada principal, con longitud 9,50m y una orientación aproximadamente al Oeste. Los otros lados son medianeros y miden 16,00m, en los laterales y 9,50m el del fondo.

Tiene una altura de cornisa de 9,85 m., la cual cumple con la normativa urbanística de Massamagrell. Cabe destacar que la calle Maestro Rodrigo es relativamente llana en su totalidad.



Ilustración 26. Fachada edificación. 2013. Muñoz Antonino Arquitectos.

Para complementar la información en las siguientes ilustraciones podemos observar los distintos planos del proyecto de ejecución en el que me he basado para desarrollar éste TFG.

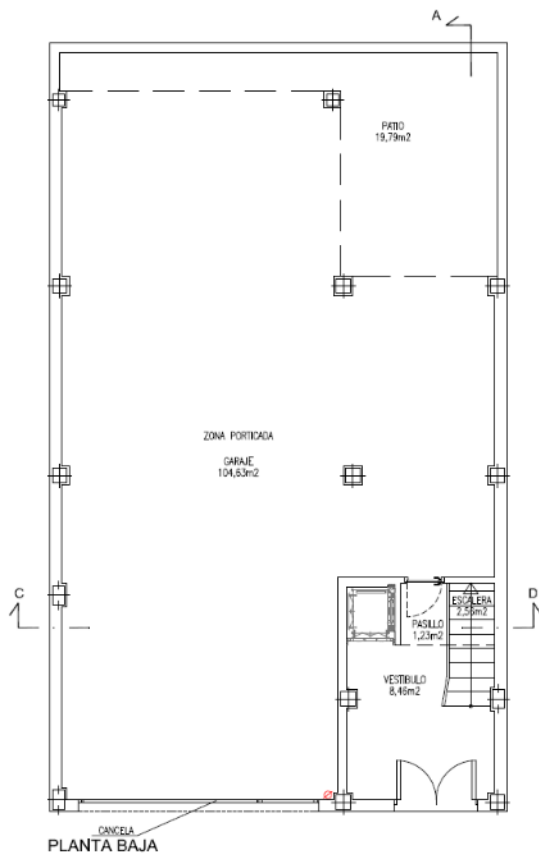


Ilustración 27. Distribución planta baja. 2012. Muñoz Antonino

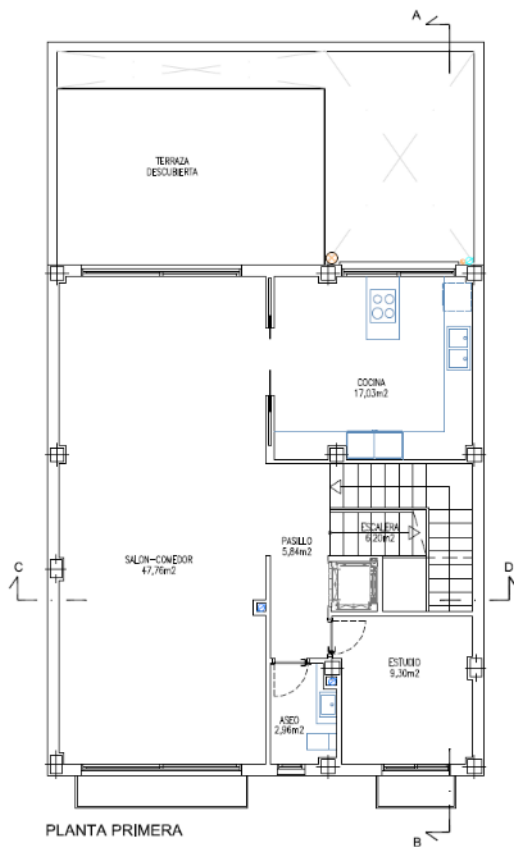


Ilustración 28. Distribución planta primera. 2012. Muñoz Antonino

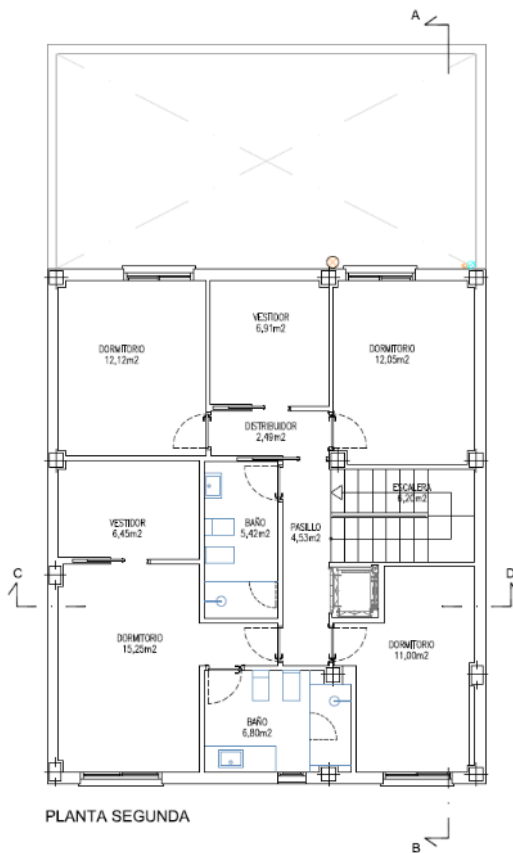


Ilustración 29. Distribución planta segunda. 2012. Muñoz Antonino

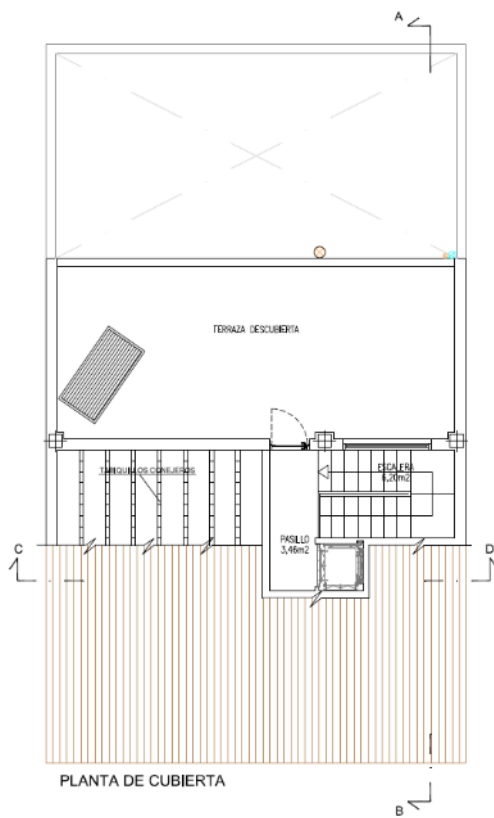


Ilustración 30. Distribución planta buhardilla. 2012. Muñoz Antonino

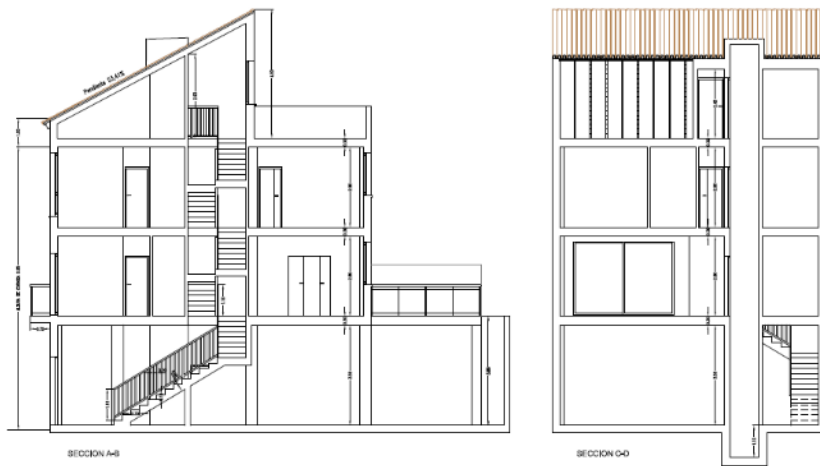


Ilustración 31. Secciones. 2012. Muñoz Antonino

Capítulo 4.

Modelo BIM del proyecto

Como he comentado anteriormente, el modelado de la edificación va a estar dividido en tres partes, estas son el LOD 100 (Modelo a nivel conceptual), LOD 200 (Modelo con acabados exteriores e interiores) y por ultimo LOD 300 (Modelo definido a nivel constructivo). El software que he escogido para poder desarrollar estos distintos niveles es el REVIT de Autodesk, software esencial y primordial para poder comenzar a trabajar con BIM (también existe la posibilidad de realizar el modelado con otros software de modelado en tres dimensiones, como es, por ejemplo, el ArchiCAD).

Por ello voy a explicar los pasos que he ido siguiendo para realizar los distintos niveles de desarrollo de la edificación, las ventajas que he podido tener y los distintos problemas que se me han planteado durante la ejecución de este.

1 LOD 100

Para poder comenzar a realizar el modelado de la edificación en BIM, nos podemos basar en planos de un proyecto realizado en dos dimensiones

o comenzar a dibujar directamente en el software de BIM. Cabe destacar que a la hora de importar los planos desde Cad a Revit (interoperabilidad), es recomendable que cada vista este en un archivo diferente y situada en las coordenadas (0,0), para una correcta inserción.

Para poder iniciar un proyecto en BIM, hay que seguir una serie de pautas, hay que construir de abajo a arriba, como en la realidad.

En Revit, primero de todo hay que introducir las condiciones de proyecto; dentro de estas están comprendidos los niveles, las distintas alturas entre plantas, se suelen colocar en la vista de Alzado Sur (tantos niveles como alturas tenga la edificación, y siempre a cara de pavimento acabado). Después se insertan las líneas de replanteo de los ejes de los pilares (estas líneas reciben el nombre de Rejilla).

Seguidamente se colocan los planos de referencia, que son líneas auxiliares para poder basar y encajar una planta respecto de la anterior, así seremos capaces de cuadrarlas. Estas líneas, en caso de proyecto nuevo a diseñar, podemos definir las según la forma de la parcela que queramos ejecutar, para posteriormente poder basar sobre ellas los diferentes muros.

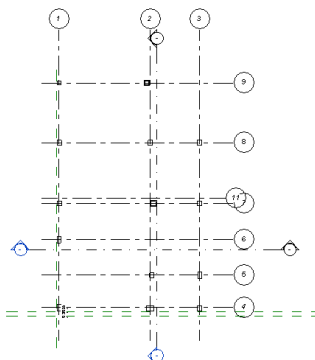


Ilustración 32. Planos de trabajo y rejillas. 2014. Elaboración propia.

Y por último, se introduce la información del proyecto, es decir, el nombre del autor y el nombre del proyecto.

Una vez introducidos estos parámetros, ya podemos comenzar con el modelado en tres dimensiones de la edificación.

El orden lógico y que se recomienda seguir es comenzar dibujando los muros en las diferentes vistas de niveles, comenzando por el Nivel 1 (estas vistas se pueden renombrar con el nombre que deseemos, por ejemplo, planta baja). A la hora de definirlo, podemos seleccionar el nivel hasta el que queremos que se prolongue (altura del muro).

Seguidamente se inserta la tabiquería, cada una en su respectiva planta, o como el software lo llama, en su vista de nivel.

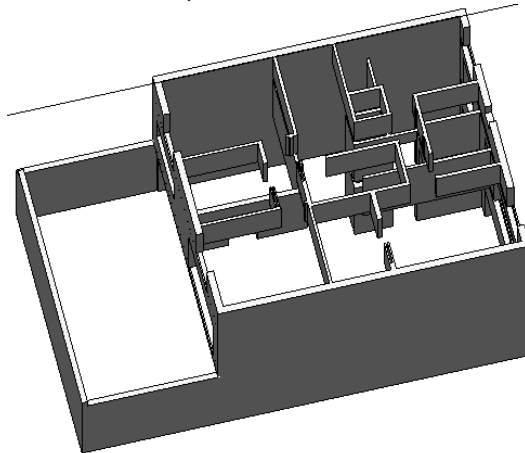


Ilustración 33. Muros y tabiquería. 2014. Elaboración propia.

Después se colocan los suelos (forjados); hay que realizar tantos suelos como niveles tengamos y definirlos cada uno en la vista de nivel que le corresponda.

Y por último, para tener la volumetría de la edificación definida, se coloca la cubierta.

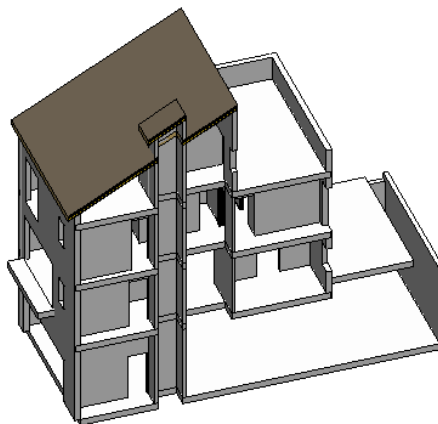


Ilustración 34. Muros, tabiquería, suelos y cubierta. 2014. Elaboración propia.

Una vez realizado el modelado a nivel LOD 100, hay que completarlo con la colocación de habitaciones y áreas (para poder comprobar que las dimensiones de las distintas estancias son correctas y compensadas), la realización de tablas de planificación (estas pueden ser variadas y de todo lo que se desee, pero las más comunes para un nivel de desarrollo LOD 100 serían de superficies útiles y superficies construidas), con estas se puede obtener un presupuesto orientativo de la construcción.

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida
00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61
01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47
02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86
03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90
Total general		399.83

Ilustración 35. Tabla de superficies construidas. 2014. Elaboración propia.

Como hemos podido observar y para hacer una recapitulación, el LOD 100 es un nivel de desarrollo en el cual se ha realizado un modelo conceptual, desarrollando la edificación de forma volumétrica, con su orientación, las diferentes áreas, superficies incluso el entorno.

Este nivel de detalle permite materializar la idea de los clientes de inmediato, les permite tener una visión espacial que con otra tecnología no pueden tener, para así poder realizar modificaciones en general, con la finalidad de ahorrar tiempo y dinero, ya que si estas tuviesen que realizarse en obra, la pérdida de tiempo y el incremento del coste sería bastante más elevado.

También se puede realizar un primer presupuesto orientativo, podemos aplicar un precio/m² a una tabla y obtener el presupuesto de la edificación, pero este sería bastante más aproximado en un LOD 200.

Otra de las posibilidades que nos ofrece el LOD 100 es el realizar un estudio de eficiencia energética, con las orientaciones podemos modificar distribuciones para mejorar la compartimentación.

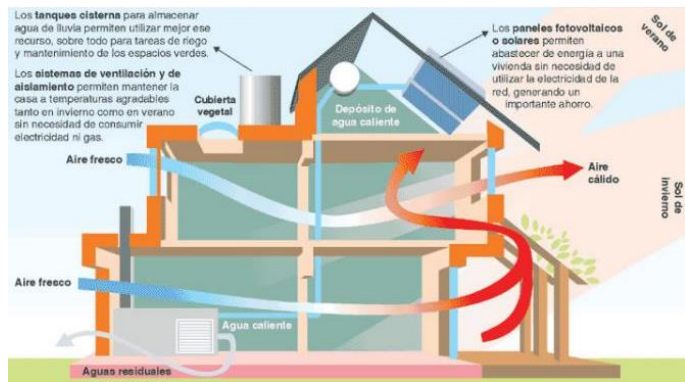


Ilustración 36. Eficiencia energética de la vivienda. 2013. Ovacen.

Y por último, podemos cotejar el edificio con las normas urbanísticas de la población, para ver si cumple con toda ella y si no fuese así, adaptarlo con mucha rapidez.

2 LOD 200

Cuando se haya finalizado el modelado de la edificación, es decir, ya está acabado el LOD 100 de nuestro modelo, pasamos a realizar el LOD 200, el cual consiste en la aportación de información y geometría precisa, ya que el cliente ha dado el visto bueno a lo que se refiere a la geometría en general y a las distribuciones, o sea, ha aprobado el LOD 100.

Ya realizado el volumen, se introducen los elementos interiores estructurales, como pueden ser pilares, escaleras, etc.

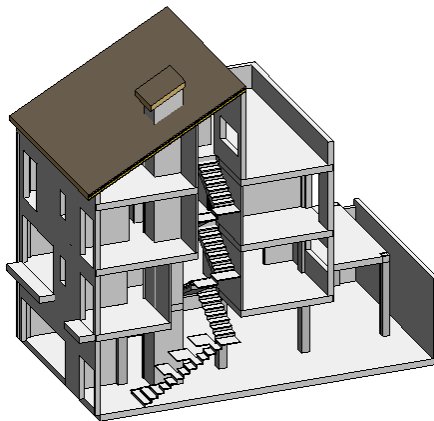


Ilustración 37. Elementos estructurales interiores. 2014. Elaboración propia.

Además de insertar la carpintería exterior, la interior, la cerrajería. (Ilustración 38)

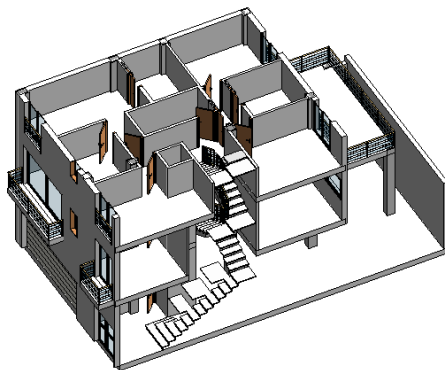


Ilustración 38. Carpintería interior y exterior. 2014. Elaboración propia.

La edificación se puede complementar realizando el emplazamiento y el entorno, para que el cliente tenga una visión más espacial y quede más satisfecho.

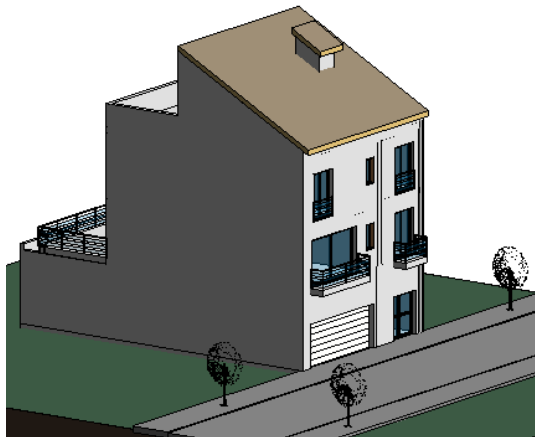


Ilustración 39. Modelado exterior de la edificación. 2014. Elaboración propia.

A la hora de ir desarrollando en Revit el proyecto, han aparecido ciertas incongruencias o carencias que no estaban reflejadas en el proyecto en Cad ni tampoco en la documentación escrita de este, se puede decir que la identificación de incongruencias o carencias que presenta el proyecto es una ventaja que aporta la tecnología BIM respecto al Cad.

De no haber realizado el proyecto con BIM, probablemente hasta el momento de ejecución de la obra no nos habríamos dado cuenta de éstas.

	Incongruencias				Carencias
	Geométricas	Estructurales	Materiales	Urb.	
LOD 100	--	--	--	--	--
LOD 200	Diferente espesor tabiques Ilustración 42	No alineación pilares Ilustración 41	Acabado fachada princ. y medianera	--	Material de la puerta del garaje
	Dimensión hueco ascensor Ilustración 43	Interferencia bajante forjado Ilustración 44		--	Material de la puerta de entrada a vivienda
				--	Revestimientos zonas húmedas
LOD 300	--	--	--	--	Colocación falso techo

Ilustración 40. Tabla de incongruencias y carencias. 2014. Elaboración propia.

La primera incongruencia es la no alineación entre los pilares de planta baja y planta primera, no están alineados ni a ejes ni a caras, se puede observar tanto en tres dimensiones como en planta, la siguiente imagen lo ilustra perfectamente.

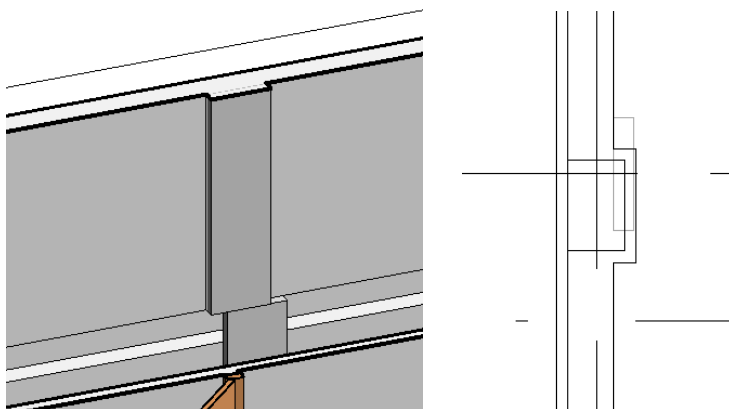


Ilustración 41. Incongruencia de pilar. 2014. Elaboración propia.

La segunda es la diferencia de espesor entre los tabiques que integran una puerta corredera, es decir, en la parte que se introduce la puerta corredera, en el plano de dos dimensiones el tabique presenta mayor grosor que en la zona en la que realiza el cierre la puerta. Dejando así una arista vertical en el encuentro de estos dos tabiques de grosores diferentes.

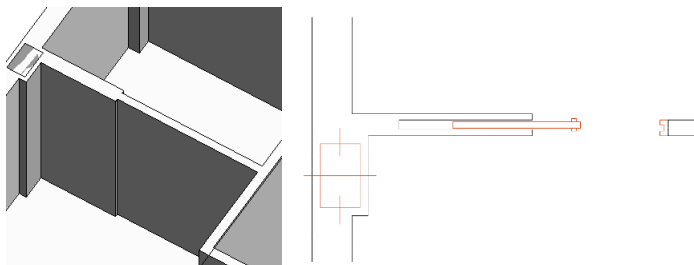


Ilustración 42. Incongruencia de tabiquería. 2014. Elaboración propia.

La tercera incongruencia es la diferencia de dimensión entre el hueco de ascensor de planta baja y el resto de plantas, además de no cuadrar, el hueco dimensionado en planta baja es mayor que el de las plantas restantes.

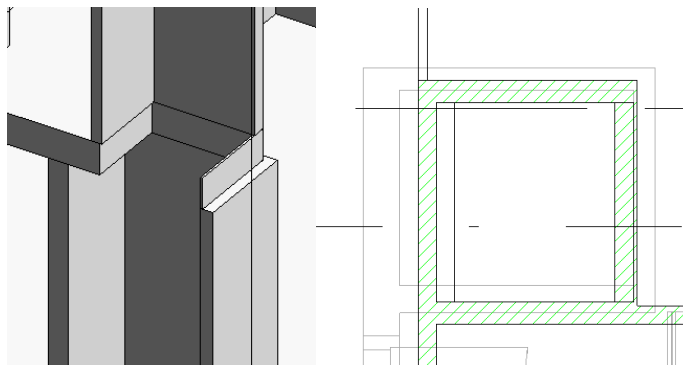


Ilustración 43. Incongruencia en hueco de ascensor. 2014. Elaboración propia.

En la imagen derecha podemos observar en gris el delineado de la planta inferior, vemos como el hueco es de diferente tamaño además de no cuadrar entre ellos.

Por último, la interferencia de una bajante con el forjado de planta primera, en este caso, con la viga, esta interferencia, se podría haber detectado en el LOD 400, una vez introducida la estructura, las instalaciones y habiendo exportado el proyecto a Navisworks, este software nos la habría detectado.

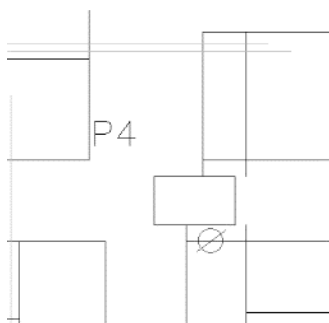


Ilustración 44. Incongruencia de instalaciones. 2014. Elaboración propia.

El LOD 200 también ayuda a detectar ciertas carencias e indefiniciones a lo que se refiere a los materiales, ya que para que éste LOD esté completo tienen que estar definidos en su totalidad todos los materiales de acabados; por ello, la tecnología BIM nos ayuda a tomar estas decisiones en fase de proyecto, evitando tomarlas en obra, ya que en ocasiones da lugar a retrasos en el tiempo e incremento de coste.

Dentro del proyecto tratado se han detectado varias carencias, las cuales se ha determinado su solución por decisión propia; estas son:

- No se indica el material con el que debe de realizarse la puerta de entrada al garaje. Ésta ha sido realizada con acero corten, ya que así se ha ejecutado.



Ilustración 45. Puerta entrada al garaje. 2012. Muñoz Antonino.

- No se indica el material con el que debe de realizarse la puerta de entrada a la vivienda, además de haberse ejecutado de diferente forma que la establecida en el proyecto (estaba proyectada de doble hoja y se ha realizado de una hoja), se ha ejecutado de acero corten.



Ilustración 46. Puerta acceso a la vivienda. 2012. Muñoz Antonino.

- No queda claro el material de acabado de la fachada principal, trasera y las medianeras, se indica que una fachada es de ladrillo visto y la fachada de zona escalera de ladrillo hueco cerámico para revestir. Habiéndose ejecutado la fachada principal y trasera de aplacado cerámico (Ilustración 47) y las medianeras de ladrillo hueco cerámico para revestir.



Ilustración 47. Aplacado de fachada. 2012. Muñoz Antonino.

- No se indica el pavimento de las zonas húmedas.
- No se indica el revestimiento vertical de las zonas húmedas.
- No se indica si hay o no falso techo y en qué zonas va colocado.

Otra de las posibilidades que nos aporta este LOD es el poder aplicar los diferentes acabados superficiales y el mobiliario (Ilustración 48), ya sean los seleccionados por el cliente o los aplicados por el arquitecto, todo ello gracias a la amplia biblioteca de materiales que posee Revit, dándole al

cliente una visión casi finalizada y real de la edificación, pudiendo cambiar cualquier material si no fuese el acabado deseado.



Ilustración 48. Acabados superficiales. 2014. Elaboración propia.

En la Ilustración 49 podemos apreciar los acabados semejantes conseguidos con Revit, al comparar la fachada ejecutada con la proyectada.



Ilustración 49. Comparación Revit y realidad. 2014. Elaboración propia.

Gracias a ello se puede realizar un primer presupuesto orientativo, al tener introducidos todos los acabados superficiales, como los revestimientos, los suelos, los techos, etc. Pudiendo ver rápidamente el cliente si se incrementa en exceso el presupuesto o no. El LOD 200 ayuda a la rápida toma de decisiones “economiza el proceso de toma de decisiones”.

Una vez conseguido todo esto, en el LOD 200 podemos aplicar el Código Técnico de la Edificación (CTE). Nos aseguramos que toda la edificación cumpla con los diferentes documentos básicos de este, DB-SUA (Documento básico en seguridad de utilización y accesibilidad), DB-HS (Documento básico de salubridad) y DB-SI si fuese necesario (Documento básico de seguridad frente a incendio); además de cumplir con la normativa urbanística de la zona.



Ilustración 50. Código Técnico de la Edificación. 2010. Ministerio de fomento.

3 LOD 300

Un paso más dentro del BIM, después de realizar el nivel de desarrollo 200, es el LOD 300, con el cual se puede definir la edificación con un nivel de acabados totales, es decir, todos los componentes de los elementos constructivos. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)



Ilustración 51. Sección constructiva. 2014. Elaboración propia.

Gracias a ello, podemos solucionar todos los tipos de encuentros constructivos, dando solución a ellos en la fase de diseño, consiguiendo un ahorro de tiempo y evitando futuros problemas que se pueden plantear en la fase de ejecución. (Ilustración 52 e Ilustración 53).

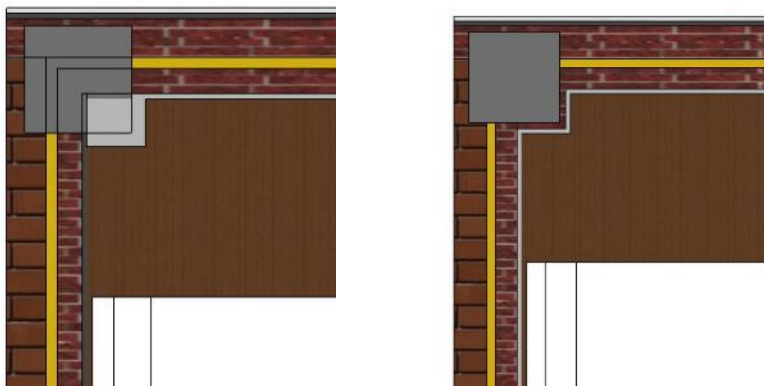


Ilustración 52. Solución de encuentro en esquina. 2014. Elaboración propia.

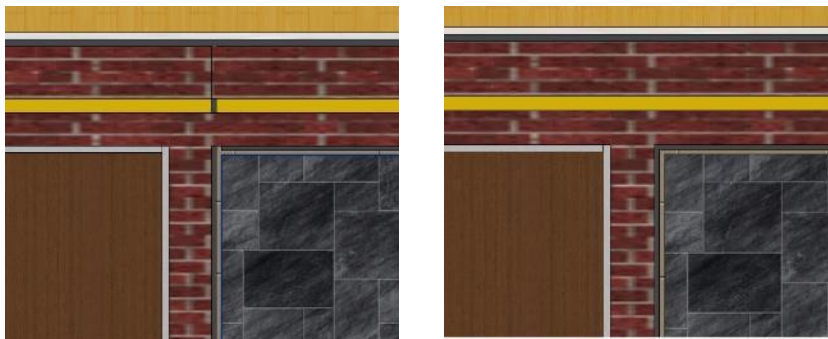


Ilustración 53. Solución de encuentro de tabique con fachada. 2014. Elaboración propia.

En la Ilustración 54 se puede observar la diferencia a nivel constructivo y de detalle entre un LOD 200 y un LOD 300.

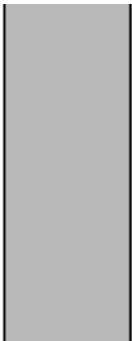


Ilustración 54. Diferencia LOD 200 y LOD 300. 2014. Elaboración propia.

El LOD 300 es adecuado para la generación de proyectos de ejecución tal y como lo entendemos convencionalmente. Con este LOD, el modelo puede ser analizado para el rendimiento de los sistemas más específicamente.

Además de poder realizar un presupuesto mucho más detallado, al incluir todos los materiales y acabados de la edificación, éste deja de ser un simple presupuesto orientativo.

En las siguientes imágenes podemos ver los cambios que experimenta la sección de un fragmento de muro en los tres tipos de LOD. Como vemos, en el LOD 100 el muro es conceptual, no contiene ningún tipo de material; mientras que en el LOD 200 contiene los acabados materiales exteriores; y ya en el LOD 300 el muro consta de todas las capas materiales que lo forman. De este modo es muy sencillo y rápido modificar cualquier acabado material, para ofrecerle al cliente otra visión.



Capas			
			CARA EXTERIOR
	Función	Material	Grosor
1	Contorno del núcleo	Capas por encima de envolver	0.0000
2	Estructura [1]	<Por categoría>	0.2500
3	Contorno del núcleo	Capas por debajo de envolver	0.0000
CARA INTERIOR			

Ilustración 55. Detalle de muro y componentes materiales LOD 100. 2014. Elaboración propia.



Capas			
			CARA EXTERIOR
	Función	Material	Grosor
1	Contorno del núcleo	Capas por encima de envolven	0.0000
2	Acabado 2 [5]	Ladrillo, común, marrón	0.1100
3	Substrato [2]	<Por categoría>	0.1350
4	Acabado 1 [4]	Mortero de cemento	0.0150
5	Contorno del núcleo	Capas por debajo de envolven	0.0000
CARA INTERIOR			

Ilustración 56. Detalle de muro y componentes materiales LOD 200. 2014. Elaboración propia.



Capas			
			CARA EXTERIOR
	Función	Material	Grosor
1	Contorno del núcleo	Capas por encima de envolven	0.0000
2	Estructura [1]	Ladrillo, común, marrón	0.1100
3	Capa térmica/de aire [3]	Aislamiento térmico	0.0300
4	Estructura [1]	Ladrillo, hueco	0.0700
5	Contorno del núcleo	Capas por debajo de envolven	0.0000
6	Substrato [2]	Mortero de cemento	0.0100
7	Acabado 2 [5]	Azulejo, porcelana, 6 pulg.	0.0100
CARA INTERIOR			

Ilustración 57. Detalle de muro y componentes materiales LOD 300. 2014. Elaboración propia.

Como observamos en la Ilustración 58, si seleccionamos cualquier elemento del modelo (en éste caso el muro de planta baja),

automáticamente éste es seleccionado en todas las vistas del proyecto, realizándose cualquier cambio de manera automática en todas las vistas.

De esta forma, tenemos un control total sobre el proyecto BIM, reduciendo el grado de incertidumbre.

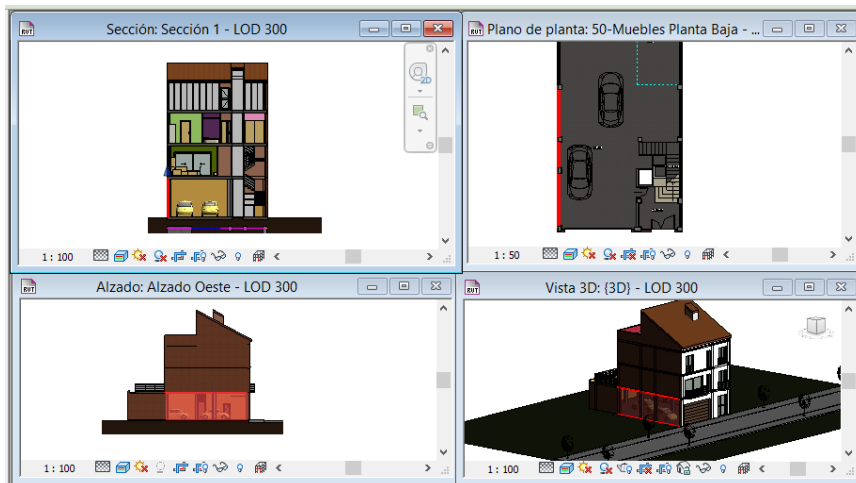


Ilustración 58. Selección muro planta baja. 2014. Elaboración propia.

Otra de las posibilidades que nos aporta el LOD 300 y un ejemplo de la interoperabilidad que ofrece BIM, es el poder ligar nuestro proyecto con una memoria, ésta se actualizará de forma manual y rápida en el procesador de textos. Para ello, primero vinculamos cualquier tabla de planificación con el software de hojas de cálculo y seguidamente vinculamos éste en el procesador de textos, de tal forma que cuando se realice cualquier cambio en BIM, éste quedará reflejado en la memoria de nuestro proyecto.

Mediciones

Como hemos nombrado en el LOD 300, con Revit podemos extraer las mediciones que deseemos de cualquier elemento, por ejemplo la superficie de particiones interiores, número de unidades de ladrillo cerámico hueco, superficie a pintar, etc.

Las mediciones se pueden realizar con diferentes software asociados con Revit, pero éstas se pueden extraer sin la necesidad de éstos, ya que mediante las tablas de planificación, Revit presenta la posibilidad de exportarlas en formato “.txt” (interoperabilidad); formato legible por cualquier software que utilice hojas de cálculo, con el que ya podemos realizarlas y editarlas a nuestro gusto.

A continuación, vemos una comparativa entre las mediciones del proyecto de ejecución facilitado por el estudio de Arquitectura Muñoz Antonino y las extraídas desde Revit. Se han comparado las mediciones de cerramientos (Ilustración 59 e Ilustración 60) y las de carpintería de madera (Ilustración 61 e Ilustración 62).

Cerramientos				
Descripción	Tipo	Superficie	Precio Unitario	Importe
Cerramiento	Fachada medianera	325,88		
		325,88	29,67	9668,86
Cerramiento	Fachada principal	149,25		
		149,25	36,78	5489,42
Total		475,14		15.158,27

Ilustración 59. Medición realizada con Revit. 2014. Elaboración propia.

codigo	uni	descripcion	num. de uds.	largo	ancho	alto	parcial	medición	precio unitario	importe
05#		CERRAMIENTOS (CERRAMIENT)								
05001	m2	Cerr 33x16x11+33x16x7 EPS-III 30 Cerramiento compuesto por hoja exterior para revestir de 16 cm. de espesor, realizada con ladrillos cerámicos huecos de 33x16x11 cm., aislamiento a base de paneles de poliestireno expandido (Tipo III, según norma UNE 92110:1997) de 30 mm. de espesor, hoja interior de 7 cm. de espesor, realizada con ladrillo cerámicos huecos de 33x16x7 cm., sentados con mortero de cemento M-40a (1:6), con juntas de 1 cm. de espesor, aparejados, enfoscado de la hoja interior con mortero de cemento M-40 1:6 de 1.5 cm. de espesor sin incluir quamecido-enlucido de la hoja exterior, formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según NBE-FL-90 y NTE-FFL (EFFF10ghkd) fachada posterior TOTAL PARTIDA	1	139,00	1,00		139,00	139,00	29,67	4.124,13
05002	m2	Cerr 24x11,5x5+24x11,5x7 EPS-III Cerramiento compuesto por hoja exterior vista de 11,5 cm. de espesor, de fábrica de ladrillos cerámicos de 24x11,5x5 cm., enfoscado de la hoja interior con mortero de cemento M-40 1:6 de 1.5 cm. de espesor sin incluir quamecido-enlucido de la hoja exterior, con juntas de 1 cm. de espesor, aislamiento a base de paneles de poliestireno expandido (Tipo III, según norma UNE 92110:1997) de 30 mm. de espesor, doblado con tabique de 7 cm. de espesor, realizado con fábrica de ladrillos cerámicos de 24x11,5x7 cm., incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90 y NTE-FFL (EFFF11ockd) fachada principal TOTAL PARTIDA	1	100,50	1,00		100,50	100,50	36,78	3.696,39
		TOTAL CAPITULO								7.820,52

Son SIETE MIL OCHOCIENTOS VEINTE Euros con CINCUENTA Y DOS Céntimos.

Ilustración 60. Medición proyecto de ejecución. 2012. Muñoz Antonino.

Como se observa, en la medición del cerramiento del proyecto de ejecución hay 239,50 m², mientras que en la realizada con Revit, se

obtiene 475,14 m², una diferencia de unos 7.000 €, diferencia excesiva, la cual puede haber ocurrido por un error de medición al que con mucha seguridad el cliente no estaría dispuesto a asumir, ocasionando perdida para el promotor o constructor.

Carpintería madera					
Familia	Material de la estructura	Tipo	Total	Precio Unitario	Importe
Puerta Abatible	madera	72.5 x 203 cm	8	214,49	1715,92
			8		
Puerta corredera simple en muro	madera	82.5 x 203 cm	3	234,82	704,46
			3		
Puerta corredera simple en muro con ventana	madera	62.5 x 203 cm	1		
			1	234,82	234,82
Total general			12		2655,20

Ilustración 61. Medición realizada con Revit. 2014. Elaboración propia.

codigo	uni	descripción	num. de uds.	largo	ancho	alto	parcial	medición	precio unitario	importe
09#		CARPINTERIA DE MADERA (CARP.MADERA)								
08001	u	Prta haya ciega abat. Puerta de paso, ciega, con molduras, en dormitorios y baños, de haya vaporizada, lisas con tarja, manivelas júpiter de roseta, pintadas en poliuretano al natural, precebro de pino, garras de fijación de acero galvanizado, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8. (EFPM.5ajjd)	8				8,00	8,00	214,49	1.715,92
		TOTAL PARTIDA								
08002	u	Prta haya corred. Puerta de paso, corredera, formada por una ó dos hojas de 203x72.5x4 cm., de haya vaporizada, lisa con tarja, manivelas júpiter de roseta, pintada con poliuretano al natural garras de fijación de acero galvanizado, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes y nivelado y ajuste final, según NTE/PPM-8. (EFPM.5tdc)	1				1,00			
		T-3	3				3,00			
		T-4 T-5						4,00	234,82	939,28
		TOTAL PARTIDA								
		TOTAL CAPITULO								2.655,20

Son DOS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO Euros con VEINTE Céntimos.

Ilustración 62. Medición proyecto de ejecución. 2012. Muñoz Antonino.

Como vemos, la medición realizada de carpintería de madera es igual en Revit como en el proyecto de ejecución, no hay ninguna variación.

Como se ha podido comprobar, Revit nos ayuda a que no se cometan errores en las mediciones ya que es la máquina la que realiza la medición, que escasas veces se equivoca, y no es el ser humano, el cual presenta un porcentaje mayor de poder cometer un error.

Renderizado o Infografía

Éste es uno de los claros ejemplos de interoperabilidad de BIM; como ya hemos visto anteriormente, uno de los software que integran BIM es el Lumion, herramienta de visualización arquitectónica tres dimensiones en tiempo real para la realización de infografías, renderizados interiores y exteriores, etc. Es uno de los programas de su categoría más sencillo y más completo, con el que se puede conseguir resultados totalmente realistas.

Gracias a la clase práctica impartida por la empresa Lumion en EUBIM, he podido realizar las siguientes vistas.

Vistas exteriores:



Ilustración 63. Vista aérea. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 64. Vista exterior izquierda. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 65. Vista exterior derecha. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 66. Vista nocturna. 2014. Elaboración propia.

Vistas interiores:



Ilustración 67. Salón-comedor. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 68. Salón-comedor. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 69. Dormitorio principal. 2014. Elaboración propia.



Ilustración 70. Baño dormitorio principal. 2014. Elaboración propia.

Capítulo 5.

Conclusión

De todo lo citado anteriormente, tanto en la parte teórica como en la parte práctica, y basándonos en los objetivos planteados, podemos extraer las siguientes conclusiones.

En primer lugar, como hemos podido ver en el LOD 100 y 200, el BIM nos ayuda en la toma de decisiones en las fases iniciales de proyecto, tanto por parte de los clientes como de los diseñadores; Ya que la idea de la edificación queda materializada muy rápidamente gracias a la visión espacial (3D) que ésta tecnología aporta, facilitando la modificación de la envolvente, la modificación de las distribuciones, ya sea por indicaciones de los clientes o por la posibilidad de realizar un estudio de soleamiento intentando buscar la distribución óptima, etc.

Por otro lado, al poder extraer un presupuesto orientativo, en cualquier momento y muy rápidamente podemos cambiar los acabados materiales y la superficie construida de la edificación con el fin de aproximarse lo máximo posible al presupuesto de los clientes. Además, los diseñadores pueden cotejar la edificación con las diferentes normas a cumplir sin la necesidad de estar desarrollada toda la edificación, basta con un modelo conceptual, solo con la envolvente y las distribuciones interiores.

En segundo lugar, no todo son ventajas en la tecnología BIM respecto a la tecnología tradicional; Para una empresa poder comenzar a trabajar

con BIM necesita una gran inversión de capital en equipos más potentes, nuevas licencias de los diferentes software, cursos iniciales de formación, cursos de formación continua, etc. Además la metodología de trabajo en BIM no es individual, sino colaborativa, desde el inicio de un proyecto los diferentes departamentos de una empresa o diferentes empresas deben estar concienciado de ello.

Pero cabe destacar que BIM es un contenedor único de información, en él no existe la duplicidad de información, ayudándonos a evitar posibles errores (cualquier modificación realizada en una vista, se cambia en todo el proyecto, sin necesidad de ir modificando una por una).

En BIM se construye virtualmente, como podemos ver en el LOD 300, al realizar los diferentes encuentros constructivos podemos resolver en fase de diseño cualquier problema, es más, si se insertasen las instalaciones, también se podrían detectar interferencias entre ellas mismas y entre ellas y la estructura y las diferentes particiones. Gracias a ello obtenemos mayor control de todo el proyecto, desde la fase de inicio hasta la fase final, reduciendo el grado de incertidumbre.

En tercer lugar, BIM mejora la comunicación entre las diferentes partes intervinientes en el proceso constructivo, ya que como hemos visto anteriormente, se trata de trabajo colaborativo, es decir, estar todas ellas en contacto continuo; además de ser un contenedor único, está coordinado, cuando se realiza cualquier tipo de cambio, este queda modificado automáticamente en todos los planos, vistas, secciones, etc. disponible para todos los intervinientes en cualquier momento, disponiendo de todos los cambios actualizados instantáneamente.

Por último, gracias a la tecnología BIM, en un LOD 200 y 300 podemos detectar diferentes tipos de incongruencias ya sean geométricas,

estructurales, materiales o urbanísticas; además de la detección de carencias o indefiniciones de materiales, al ser necesario la introducción de todos ellos para tener completo el LOD 300.

No podemos afirmar que con BIM se ahorra tiempo en la fase de diseño, ya que para ello habría que realizar una serie de encuestas en varios estudios de arquitectura sobre proyectos realizados con las dos tecnologías. Pero sí podemos afirmar que BIM aporta más calidad que la tecnología tradicional, gracias a la detección de incongruencias, carencias e interferencias, cosa que hace que el proyecto esté más completo que otro realizado con la tecnología tradicional.

En mi opinión, BIM es el futuro, en un corto-medio plazo de tiempo, la tecnología BIM será la más utilizada y demandada dentro de nuestra profesión en nuestro país, por todas las ventajas y por todos los beneficios que aporta. Cada día son más las personas interesadas en este tema y las que deciden ponerlo en práctica, ya que como ha ocurrido en Reino Unido y Estados Unidos será obligatorio realizar los proyectos con la tecnología BIM.

Referente a mis perspectivas de futuro, pienso que BIM es una forma de destacar sobre los demás compañeros de profesión, una salida laboral dentro de ésta crisis en la cual nos encontramos, una forma de capacitarnos como mejores Ingenieros de la edificación y una forma de abrirse puertas, debido a la necesidad de creación de figuras como son el BIM manager (encargado de toda la gestión de un proyecto), modelador BIM (encargado del modelado de la edificación) y Facility Management (responsable de gestión y mantenimiento de las instalaciones).

BIM = FUTURO = VENTAJAS = POSIBILIDADES

Capítulo 6.

Referencias bibliográficas

Agar, C. , *BIM plan: Levels of Development*. Available:

<http://www.bimmepaus.com.au/libraries/resources/BMA%20Forum%202012/bim%20-%20level%20of%20detail.pdf> [2014, .

Alexander, C. 1964, *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press.

Autodesk 2014, , *Navisworks*. Available:

<http://www.autodesk.com/products/autodesk-navisworks-family/overview> [2014, .

Autodesk 2014, , *Revit*. Available:

<http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview> [2014, .

Barco, D. 2014, , *Implementación BIM "El modelo BIM único"*. Available:

<http://www.avatarbim.com/?p=576#more-576> [2014, .

BIM ibérica 2014, , *Medit*. Available:

<http://bimiberica.es/aplicaciones/medit/> [2014, .

BIM learning 2014, , *Integración modelo BIM y control de calidad*.

Available:

<https://www.youtube.com/watch?v=INnVOFpnugU&feature=youtu.be> [2014, .

BIMForum 2014, , *LOD*. Available: <https://bimforum.org/lod/> [2014, .

Building Smart 2014, , *BIM: Su valor*. Available:

<http://www.buildingsmart.es/index.php/bim/su-valor> [2014, .

Cámara Menoyo, C. 2014, , *Del CAD al BIM*. Available:

<http://carloscamara.es/blog/2011/03/16/del-cad-al-bim-iii-comparativa> [2014, .

Comgrap , *El origen del BIM*. Available:

<http://www.comgrap.cl/noticias/el-origen-del-bim> [2014, .

Creative, P. 2013, , *Estudio sobre implantación BIM*. Available:

<http://www.algomad.org/estudio-sobre-implantacion-bim/> [2014, .

Engelbart, D.C. 2001, "Augmenting human intellect: a conceptual framework (1962)", *PACKER, Randall and JORDAN, Ken.Multimedia.From Wagner to Virtual Reality.New York: WW Norton & Company, , pp. 64-90.*

Graphisoft 2014, , *ArchiCAD*. Available: <http://www.graphisoft.es/archicad/> [2014, .

IFC Workshop 2014, , *Otros estandares BIM*. Available: <http://www.refworks.com/refworks2/default.aspx?r=references|MainLayout::init> [2014, .

IFC Workshop 2014, , *Que es IFC*. Available: http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html [2014, .

Lumion 2014, , *Lumion*. Available: <http://www.lumion.es/caracteristicas> [2014, .

Oliebana 2012, , *Reflexiones sobre el uso de BIM*. Available: <http://oliebana.com/2012/12/21/reflexiones-sobre-el-uso-de-bim-en-espana/> [2014, .

Quirk, V. 2012, , *A brief history of BIM*. Available:

<http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/> [2014, .

Tekla 2014, , *Tekla structures*. Available:

<http://www.tekla.com/la/productos/tekla-structures> [2014, .

True CADD 2014, 2014-last update, *BIM Modeling Services*. Available:

<http://www.truecadd.com/bim-modeling-services.php> [2014, .

Wikipedia 2012, , *One World Trade Center - Freedom Tower*. Available:

http://es.wikipedia.org/wiki/One_World_Trade_Center#Controversias [2014, .

Capítulo 7.

Índice de figuras

Ilustración 1. Logotipo IBIM. 2014. IBIM Building Twice S.L.	15
Ilustración 2. Logotipo BuildingSMART. 2014. BuildingSMART.....	16
Ilustración 3. Logotipo Jcbson. 2014. Jacobson, Steinberg & Goldman. 16	
Ilustración 4. Logotipo Avatar BIM. 2014. Avatar BIM.	16
Ilustración 5. Logotipo Autodesk. 2014. Autodesk.....	16
Ilustración 6. Cartel Café con BIM. 2014. ETSIE-UPV.	17
Ilustración 7. Photocall EUBIM. 2014. Fuente propia.	18
Ilustración 8. Reunión semanal TFG. 2014. ETSIE-UPV.	19
Ilustración 9. Procesos BIM. 2014. Idesie Business School.	23
Ilustración 10. Diseño colaborativo BIM. 2014. Construsoft.....	24
Ilustración 11. Modelado, estructura e instalaciones. 2011. PanelBIM – Francisco Garcia.....	26
Ilustración 12. Interfaz gráfica de SkechtPad. 2012. A brief history of BIM, Vanessa Quirk.	29
Ilustración 13. Interfaz gráfica de CH Radar (Archicad). 1984. Graphisoft.....	31
Ilustración 14. Comparación instalaciones reales con Navisworks. 2012. Facilities Princeton University.	32
Ilustración 15. Proyección del uso del BIM. 2013. Estudio sobre implantación BIM - Algomad.....	34
Ilustración 16. Niveles de adaptación al BIM en Norteamérica. 2012. McGraw-Hill Construction.	35

Ilustración 17. Flujo de trabajo. 2011. Cámara Menoyo, Carlos.	43
Ilustración 18. Comparativa flujo de trabajo en CAD y BIM. 2014. Graphisoft.	44
Ilustración 19. Niveles de desarrollo. 2014. S-BIM & Sustainability for buildings.	47
Ilustración 20. Interfaz gráfica de Navisworks. 2013. Autodesk.	50
Ilustración 21. Interfaz gráfica de Tekla. 2014. Tekla.	51
Ilustración 22. Interfaz gráfica de Lumion. 2014. Lumion.	52
Ilustración 23. Mono de sección. 2014. Elaboración propia.	55
Ilustración 24. Situación. 2014. Google maps.	55
Ilustración 25. Emplazamiento. 2012. Muñoz Antonino Arquitectos. ...	56
Ilustración 26. Fachada edificación. 2013. Muñoz Antonino Arquitectos.	57
Ilustración 27. Distribución planta baja. 2012. Muñoz Antonino.	58
Ilustración 28. Distribución planta primera. 2012. Muñoz Antonino.	59
Ilustración 29. Distribución planta segunda. 2012. Muñoz Antonino.	60
Ilustración 30. Distribución planta buhardilla. 2012. Muñoz Antonino.	61
Ilustración 31. Secciones. 2012. Muñoz Antonino.	62
Ilustración 32. Planos de trabajo y rejillas. 2014. Elaboración propia. ..	64
Ilustración 33. Muros y tabiquería. 2014. Elaboración propia.	65
Ilustración 34. Muros, tabiquería, suelos y cubierta. 2014. Elaboración propia.	66
Ilustración 35. Tabla de superficies construidas. 2014. Elaboración propia.	67
Ilustración 36. Eficiencia energética de la vivienda. 2013. Ovacen.	68
Ilustración 37. Elementos estructurales interiores. 2014. Elaboración propia.	69
Ilustración 38. Carpintería interior y exterior. 2014. Elaboración propia.	69

Ilustración 39. Modelado exterior de la edificación. 2014. Elaboración propia.....	70
Ilustración 40. Tabla de incongruencias y carencias. 2014. Elaboración propia.....	71
Ilustración 41. Incongruencia de pilar. 2014. Elaboración propia.....	71
Ilustración 42. Incongruencia de tabiquería. 2014. Elaboración propia.....	72
Ilustración 43. Incongruencia en hueco de ascensor. 2014. Elaboración propia.....	72
Ilustración 44. Incongruencia de instalaciones. 2014. Elaboración propia.	73
Ilustración 45. Puerta entrada al garaje. 2012. Muñoz Antonino.	74
Ilustración 46. Puerta acceso a la vivienda. 2012. Muñoz Antonino.....	74
Ilustración 47. Aplacado de fachada. 2012. Muñoz Antonino.	75
Ilustración 48. Acabados superficiales. 2014. Elaboración propia.	76
Ilustración 49. Comparación Revit y realidad. 2014. Elaboración propia.....	77
Ilustración 50. Código Técnico de la Edificación. 2010. Ministerio de fomento.	78
Ilustración 51. Sección constructiva. 2014. Elaboración propia.....	78
Ilustración 52. Solución de encuentro en esquina. 2014. Elaboración propia.....	79
Ilustración 53. Solución de encuentro de tabique con fachada. 2014. Elaboración propia.....	80
Ilustración 54. Diferencia LOD 200 y LOD 300. 2014. Elaboración propia.....	80
Ilustración 55. Detalle de muro y componentes materiales LOD 100. 2014. Elaboración propia.....	81
Ilustración 56. Detalle de muro y componentes materiales LOD 200. 2014. Elaboración propia.....	82

Ilustración 57. Detalle de muro y componentes materiales LOD 300. 2014. Elaboración propia.....	82
Ilustración 58. Selección muro planta baja. 2014. Elaboración propia. .	83
Ilustración 59. Medición realizada con Revit. 2014. Elaboración propia.....	84
Ilustración 60. Medición proyecto de ejecución. 2012. Muñoz Antonino.	85
Ilustración 61. Medición realizada con Revit. 2014. Elaboración propia.....	86
Ilustración 62. Medición proyecto de ejecución. 2012. Muñoz Antonino.	87
Ilustración 63. Vista aérea. 2014. Elaboración propia.	88
Ilustración 64. Vista exterior izquierda. 2014. Elaboración propia.	89
Ilustración 65. Vista exterior derecha. 2014. Elaboración propia.	89
Ilustración 66. Vista nocturna. 2014. Elaboración propia.	90
Ilustración 67. Salón-comedor. 2014. Elaboración propia.	90
Ilustración 68. Salón-comedor. 2014. Elaboración propia.	91
Ilustración 69. Dormitorio principal. 2014. Elaboración propia.	91
Ilustración 70. Baño dormitorio principal. 2014. Elaboración propia. ...	92

Anexos

Certificado de superación del curso “Iniciación al BIM con Revit” de Autodesk.



Certificate of completion

Felicitaciones!

El curso Autodesk® Authorized Training Center (ATC®) que ha completado fue diseñado para satisfacer sus necesidades con instructores profesionales, contenido relevante, didáctico autorizado, y continuas evaluaciones de Autodesk.

El canal de ATC ayuda a los profesionales a lograr la excelencia utilizando nuestros productos.

Certificado No. 1445856001

AUTODESK.

Autodesk and ATC are registered trademarks of Autodesk, Inc. in the USA and/or other countries. All other marks remain the property of their respective holders. © 2013 Autodesk, Inc. All rights reserved.

José Vicente Palau Corbalán
Nombre

CURSO DE INICIACIÓN AL BIM CON REVIT™ DE AUTODESK®
Nombre del Curso

Autodesk Revit Architecture
Producto

Alberto Cerdán
Instructor

2014-03-24
Fecha

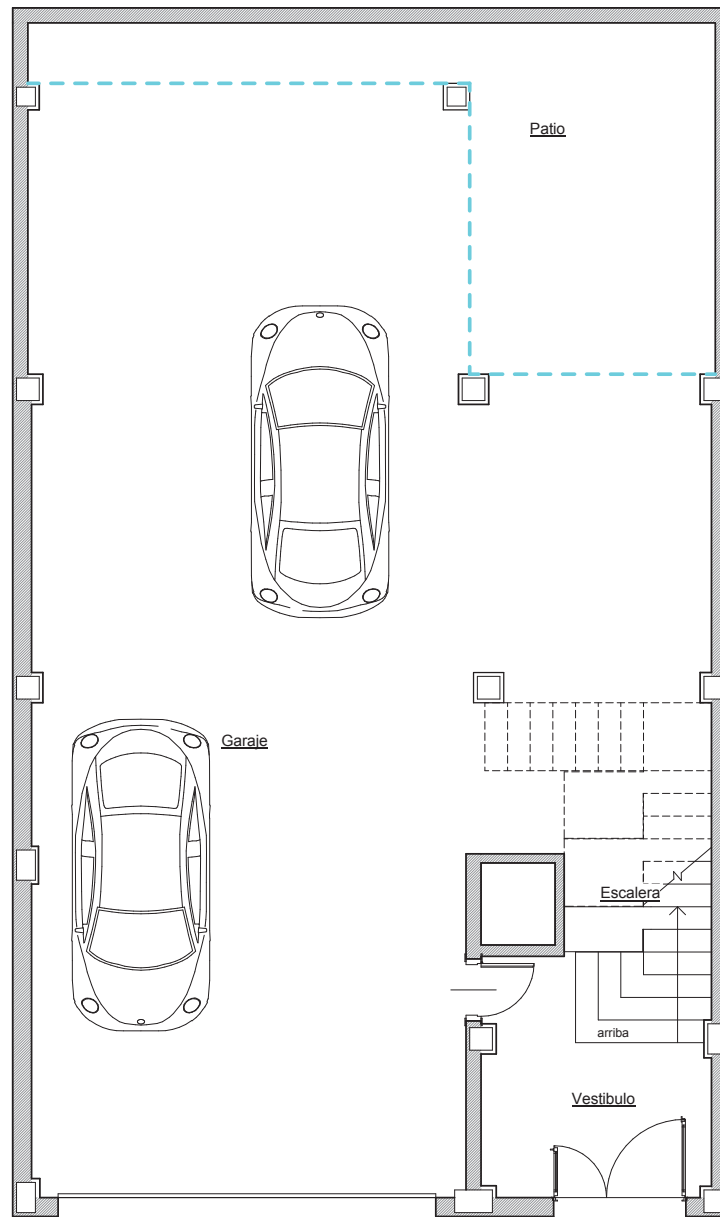
40 horas
Duración del curso

UPV - Grupo de Investigación y Gestión Diseño (IGD)
Authorized Training Center

Carl Bass
Carl Bass
President, Chief Executive Officer

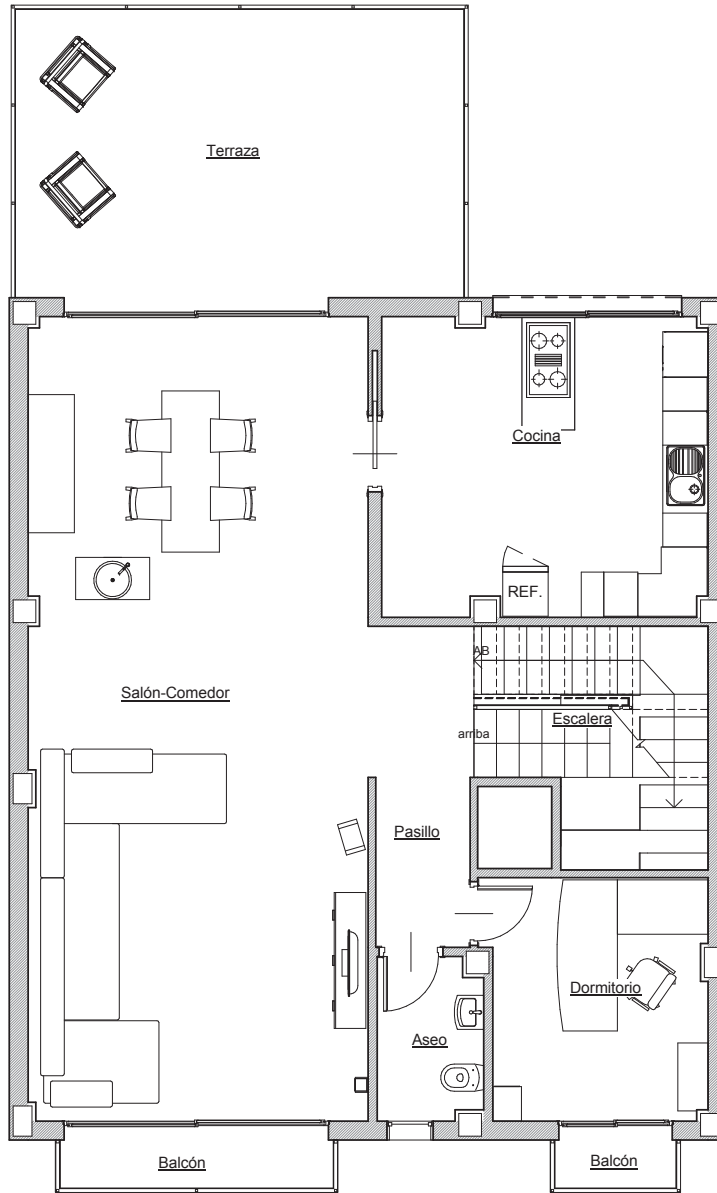
Una de las opciones que nos permite BIM es la extracción de documentación para el control de la ejecución de obra como son los planos que a continuación se detallan.

Lista de planos	
Número de plano	Nombre de plano
A103	Distribución Planta Baja
A104	Distribución Planta Primera
A105	Distribución Planta Segunda
A106	Distribución Planta Buhardilla
A107	Planta de Cubierta
A108	Cotas y Superficies Planta Baja
A109	Cotas y Superficies Planta Primera
A110	Cotas y Superficies Planta Segunda
A111	Cotas y Superficies Planta Buhardilla
A112	Temático habitaciones Planta Baja
A113	Temático habitaciones Planta Primera
A114	Temático habitaciones Planta Segunda
A115	Temático habitaciones Planta Buhardilla
A116	Temático habitaciones Areas Planta Baja
A117	Temático habitaciones Areas Planta Primera
A118	Temático habitaciones Areas Planta Segunda
A119	Temático habitaciones Areas Planta Buhardilla
A124	Esquema Señal Wifi Planta Baja
A125	Esquema Señal Wifi Planta Primera
A126	Esquema Señal Wifi Planta Segunda
A127	Esquema Señal Wifi Planta Buhardilla
A128	Alzados Norte y Sur
A129	Alzados Este y Oeste
A130	Secciones
A132	Leyenda de carpintería



1 50-Muebles Planta Baja
A103 1:50

	TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.		Norte
	Numero de plano: A103	Nombre de plano: Distribución Planta Baja	
	Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:26	
	Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán		



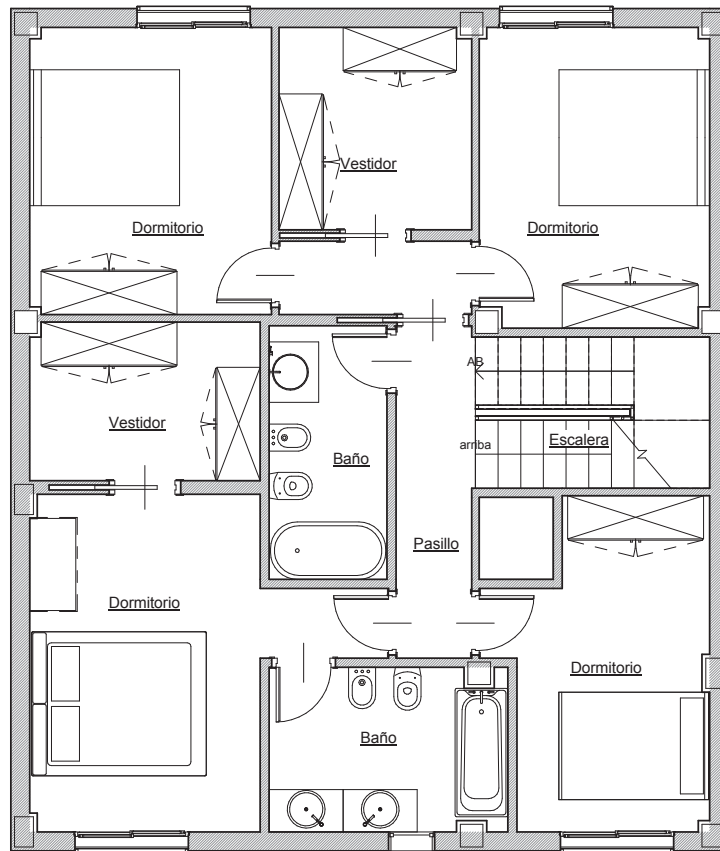
1 51- Muebles Planta primera
A104 1 : 50



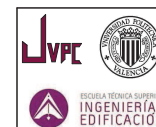
TFG - Desarrollo de un Proyecto de
Construcción con la metodología
BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar
Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A104	Nombre de plano: Distribución Planta Primera
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:26
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	



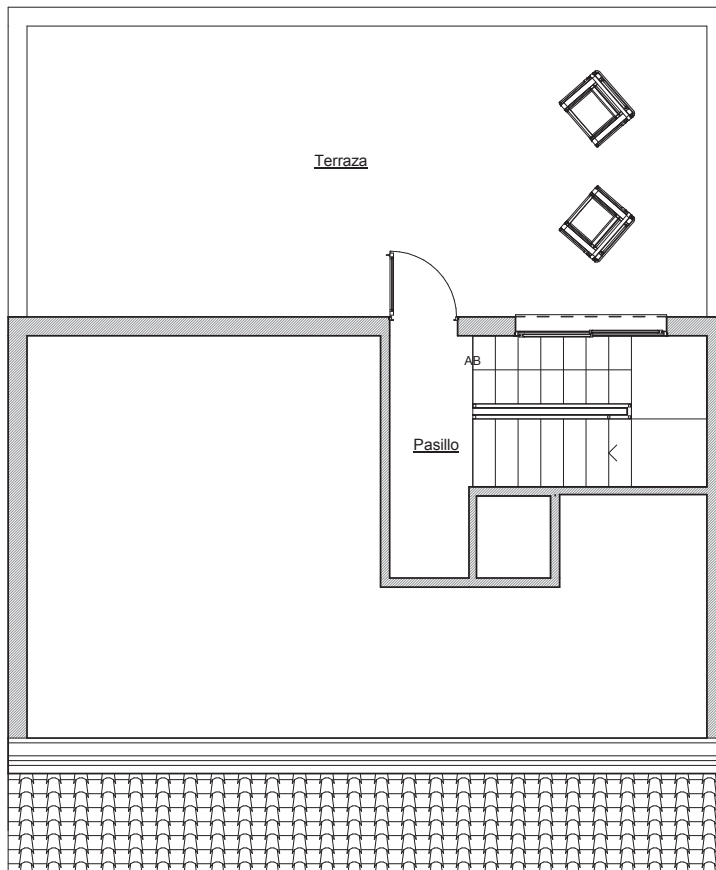
1 52- Muebles Planta segunda
A105 1:50



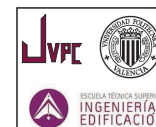
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A105	Nombre de plano: Distribución Planta Segunda
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:27
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	



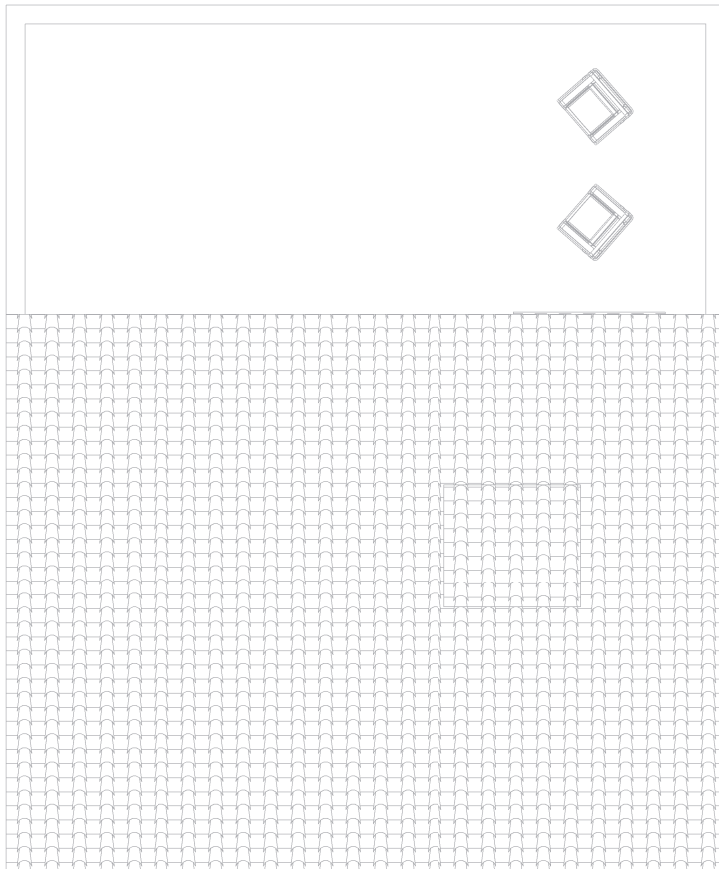
1 53- Muebles Planta Buhardilla
A106 1: 50



TFG - Desarrollo de un Proyecto de
Construcción con la metodología
BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar
Adosada en Massamagrell.

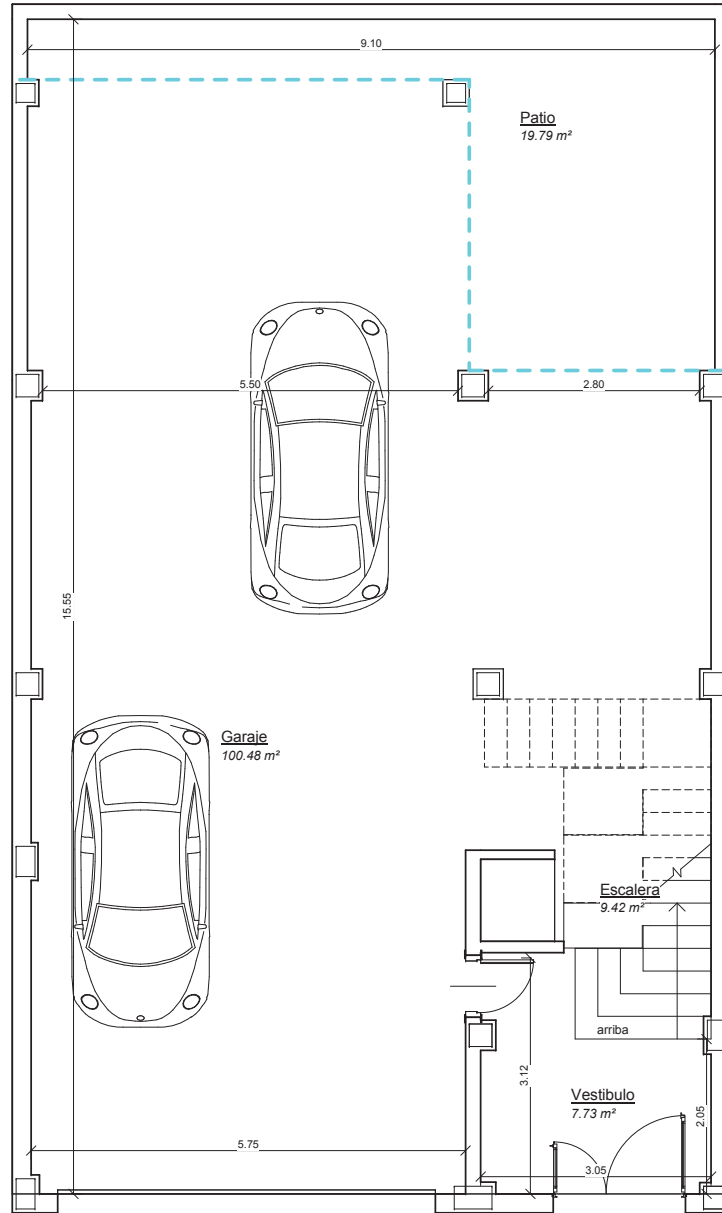


Numero de plano:	Nombre de plano:
A106	Distribución Planta Buhardilla
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:27
Dirección del proyecto:	
José Vte. Palau Corbalán	



1 54-Planta cubierta
A107 1:50

	TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.		
	Numero de plano: A107	Nombre de plano: Planta de Cubierta	
	Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:28	
	Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán		



1 20-Cotas Planta Baja
A108 1:50

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

00-Planta Baja	
Vestibulo	7.73
Escalera	9.42
Garaje	100.48
Patio	19.79
	137.42

01-Planta primera	
Cocina	17.06
Salón-Comedor	47.96
Dormitorio	9.35
Aseo	2.99
Pasillo	5.52
Escalera	6.20
Terraza	23.10
Balcón	2.53
Balcón	1.19
	115.89

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

02-Planta segunda	
Dormitorio	12.15
Vestidor	6.82
Dormitorio	12.05
Vestidor	6.39
Dormitorio	15.18
Baño	6.79
Dormitorio	11.04
Baño	5.24
Pasillo	4.51
Escalera	6.20
Pasillo	2.47
	88.84

03-Planta Buhardilla	
Pasillo	3.47
Terraza	34.65
	38.12
Total general	380.26

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general		399.83
----------------------	--	---------------



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:

A108

Nombre de plano:

Cotas y Superficies Planta Baja

Escala: 1 : 50

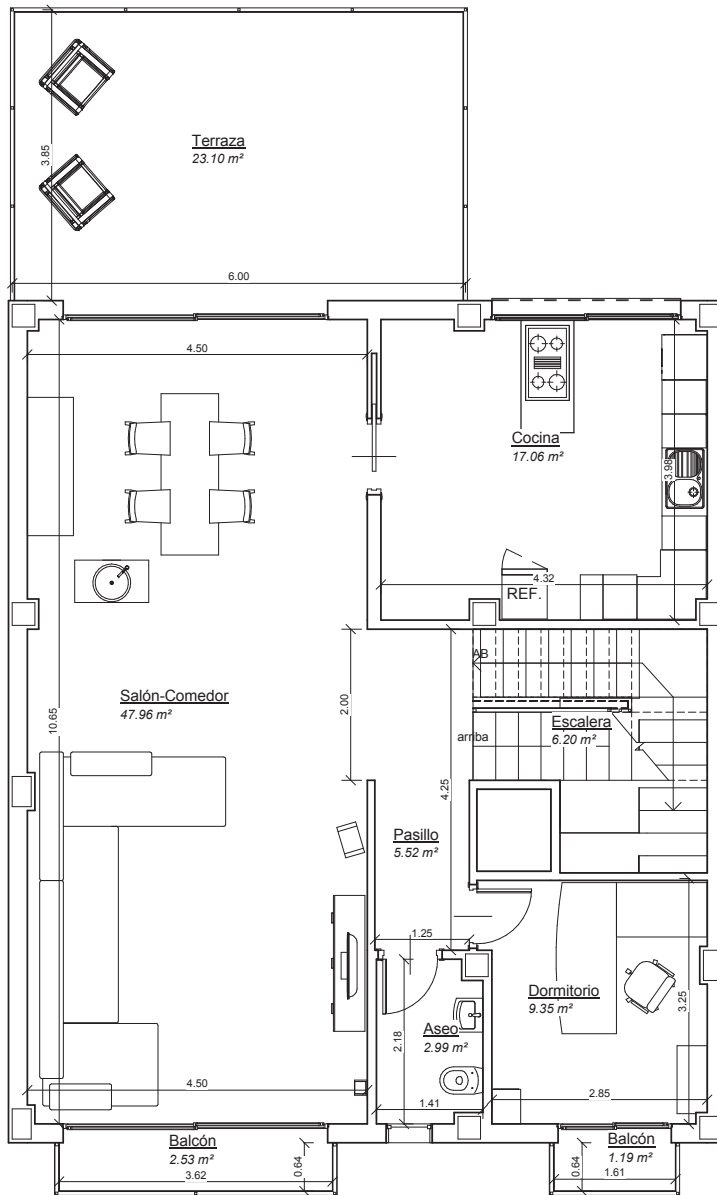
Fecha:

10/09/2014 11:18:28

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán





1 21-Cotas Planta primera
A109 1:50

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

00-Planta Baja	
Vestibulo	7.73
Escalera	9.42
Garaje	100.48
Patio	19.79
	137.42

01-Planta primera	
Cocina	17.06
Salón-Comedor	47.96
Dormitorio	9.35
Aseo	2.99
Pasillo	5.52
Escalera	6.20
Terraza	23.10
Balcón	2.53
Balcón	1.19
	115.89

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

02-Planta segunda	
Dormitorio	12.15
Vestidor	6.82
Dormitorio	12.05
Vestidor	6.39
Dormitorio	15.18
Baño	6.79
Dormitorio	11.04
Baño	5.24
Pasillo	4.51
Escalera	6.20
Pasillo	2.47
	88.84
03-Planta Buhardilla	
Pasillo	3.47
Terraza	34.65
	38.12
Total general	380.26

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90
Total general		399.83



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:

A109

Nombre de plano:

Cotas y Superficies Planta Primera

Escala: 1 : 50

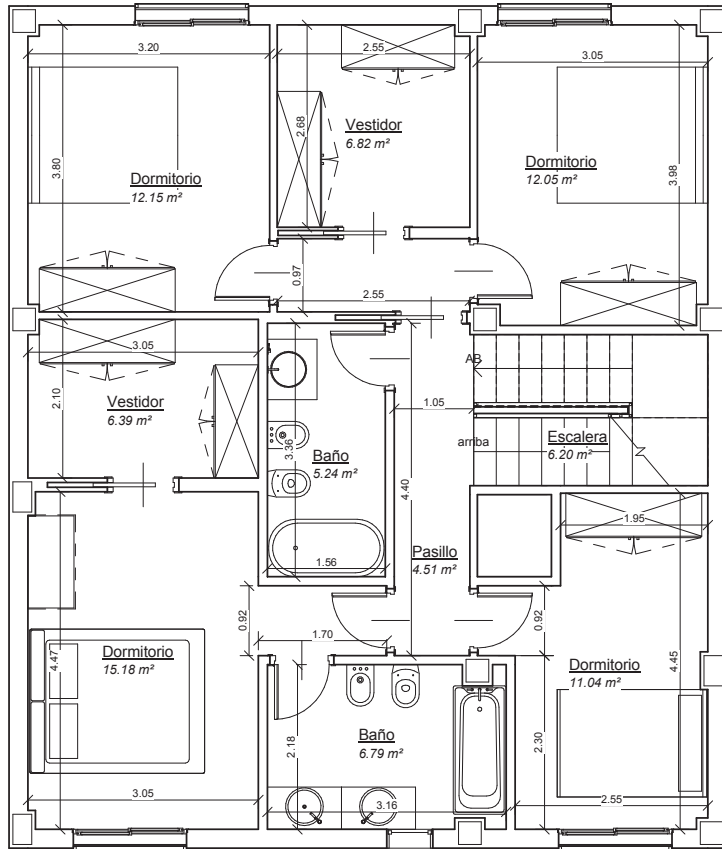
Fecha:

10/09/2014 11:18:29

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán





1 22-Cotas Planta segunda
A110 1:50

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

00-Planta Baja

Vestibulo	7.73
Escalera	9.42
Garaje	100.48
Patio	19.79
	137.42

01-Planta primera

Cocina	17.06
Salón-Comedor	47.96
Dormitorio	9.35
Aseo	2.99
Pasillo	5.52
Escalera	6.20
Terraza	23.10
Balcón	2.53
Balcón	1.19
	115.89

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

02-Planta segunda

Dormitorio	12.15
Vestidor	6.82
Dormitorio	12.05
Vestidor	6.39
Dormitorio	15.18
Baño	6.79
Dormitorio	11.04
Baño	5.24
Pasillo	4.51
Escalera	6.20
Pasillo	2.47
	88.84

03-Planta Buhardilla

Pasillo	3.47
Terraza	34.65
	38.12
Total general	380.26

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja

Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera

Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda

Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla

Vivienda	1	51.90
		51.90
Total general		399.83



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:

A110

Nombre de plano:

Cotas y Superficies Planta Segunda

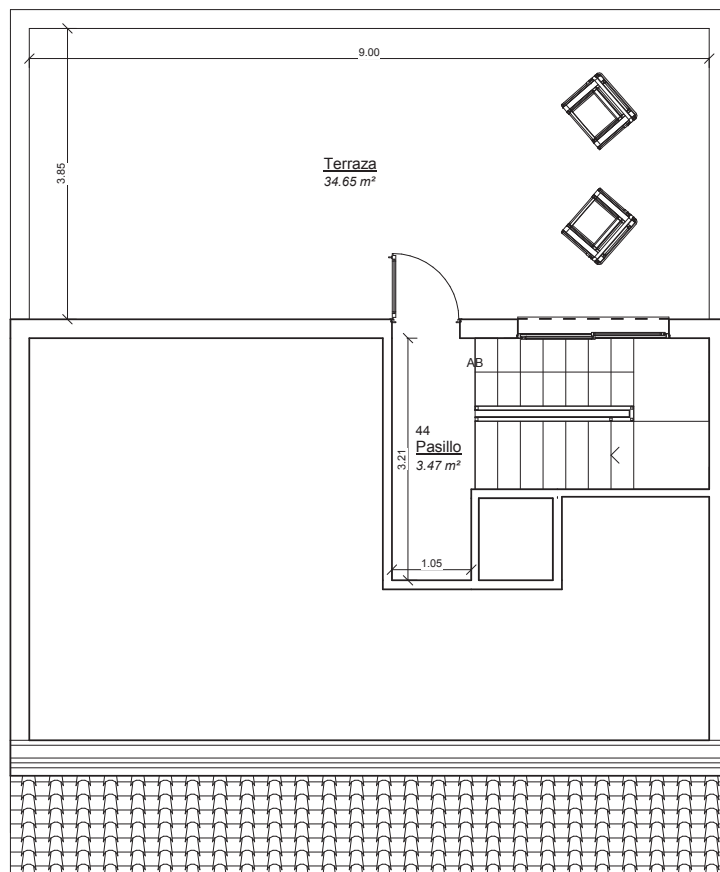
Escala: 1 : 50

Fecha:

10/09/2014 11:18:29

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán



1 23-Cotas Planta Buhardilla
A111 1:50

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

00-Planta Baja	
Vestibulo	7.73
Escalera	9.42
Garaje	100.48
Patio	19.79
	137.42

01-Planta primera	
Cocina	17.06
Salón-Comedor	47.96
Dormitorio	9.35
Aseo	2.99
Pasillo	5.52
Escalera	6.20
Terraza	23.10
Balcón	2.53
Balcón	1.19
	115.89

Superficie Útil	
Estancia	S.Útil

02-Planta segunda	
Dormitorio	12.15
Vestidor	6.82
Dormitorio	12.05
Vestidor	6.39
Dormitorio	15.18
Baño	6.79
Dormitorio	11.04
Baño	5.24
Pasillo	4.51
Escalera	6.20
Pasillo	2.47
	88.84

03-Planta Buhardilla	
Pasillo	3.47
Terraza	34.65
	38.12
Total general	380.26

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general		399.83
---------------	--	--------



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:
A111

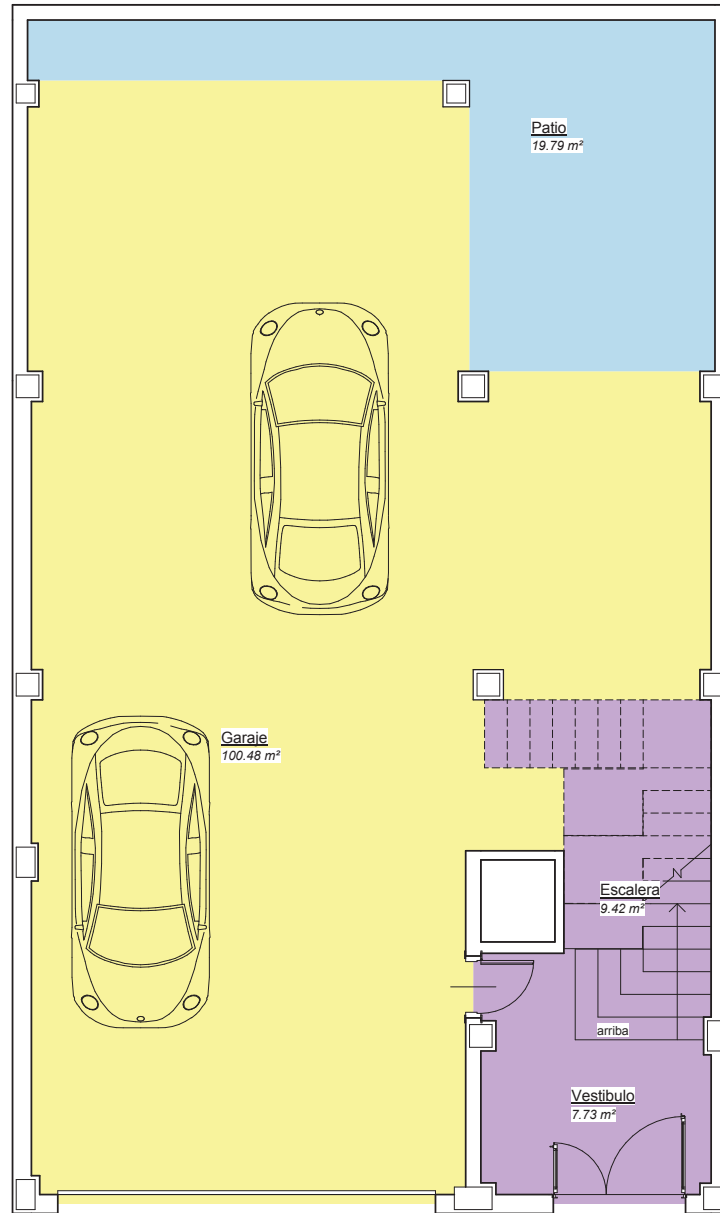
Nombre de plano:
Cotas y Superficies Planta Buhardilla

Escala: 1 : 50

Fecha: 10/09/2014 11:18:29

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán



Legenda Superficie

	Gres cerámico
	Gres exterior
	Gres porcelánico
	Marmol
	Parquet
	Terrazo

Acabados de pavimentos		
Habitación	Tipo de pavimento	Superficie

00-Planta Baja

Escalera	Marmol	9.42
Garaje	Terrazo	100.48
Patio	Gres exterior	19.79
Vestibulo	Marmol	7.73

01-Planta primera

Aseo	Gres cerámico	2.99
Balcón	Gres exterior	3.72
Cocina	Gres porcelánico	17.06
Dormitorio	Parquet	9.35
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	5.52
Salón-Comedor	Marmol	47.96
Terraza	Gres exterior	23.10

02-Planta segunda

Baño	Gres cerámico	12.03
Dormitorio	Parquet	50.42
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	6.98
Vestidor	Marmol	13.21

03-Planta Buhardilla

Pasillo	Marmol	3.47
Terraza	Gres exterior	34.65

1
A112
30-Esquema Pavimentos
Planta Baja



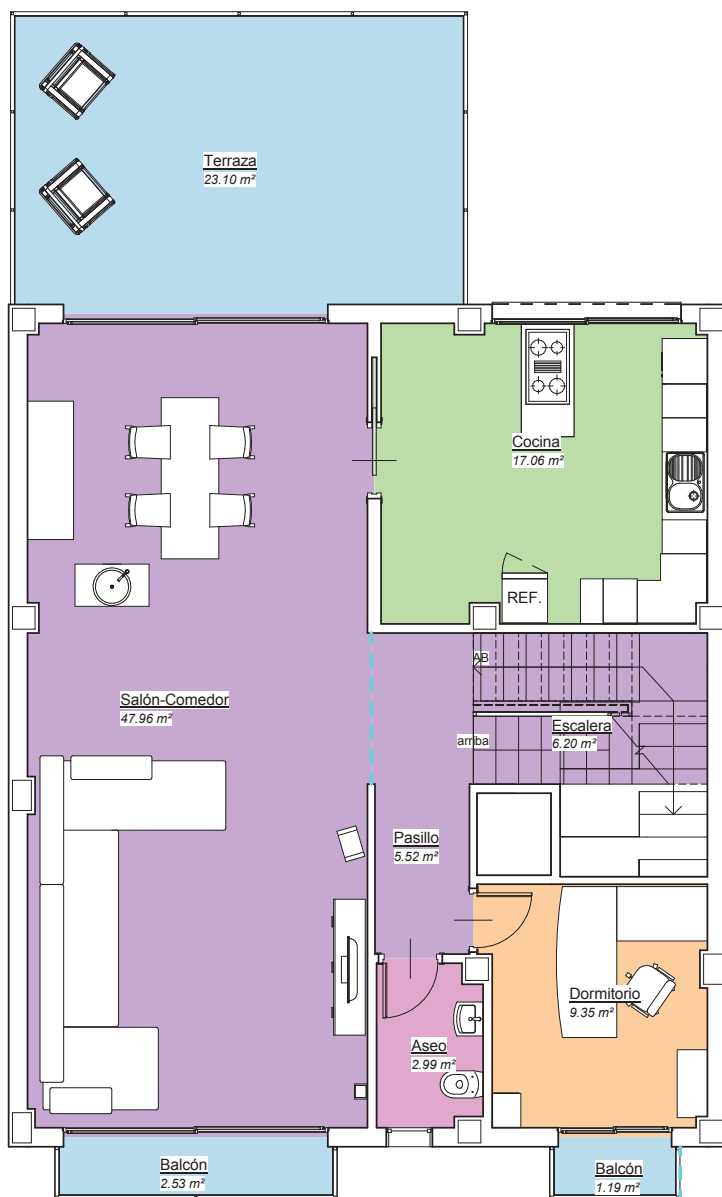
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:	A112	Nombre de plano:	Temático habitaciones Planta Baja
------------------	------	------------------	-----------------------------------

Escala: 1 : 50	Fecha:	10/09/2014 11:18:30
----------------	--------	---------------------

Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán



Legenda Superficie

- Gres cerámico
- Gres exterior
- Gres porcelánico
- Marmol
- Parquet
- Terrazo

Acabados de pavimentos		
Habitación	Tipo de pavimento	Superficie

00-Planta Baja

Escalera	Marmol	9.42
Garaje	Terrazo	100.48
Patio	Gres exterior	19.79
Vestibulo	Marmol	7.73

01-Planta primera

Aseo	Gres cerámico	2.99
Balcón	Gres exterior	3.72
Cocina	Gres porcelánico	17.06
Dormitorio	Parquet	9.35
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	5.52
Salón-Comedor	Marmol	47.96
Terraza	Gres exterior	23.10

02-Planta segunda

Baño	Gres cerámico	12.03
Dormitorio	Parquet	50.42
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	6.98
Vestidor	Marmol	13.21

03-Planta Buhardilla

Pasillo	Marmol	3.47
Terraza	Gres exterior	34.65

1 31-Esquema Pavimentos
Planta primera
A113



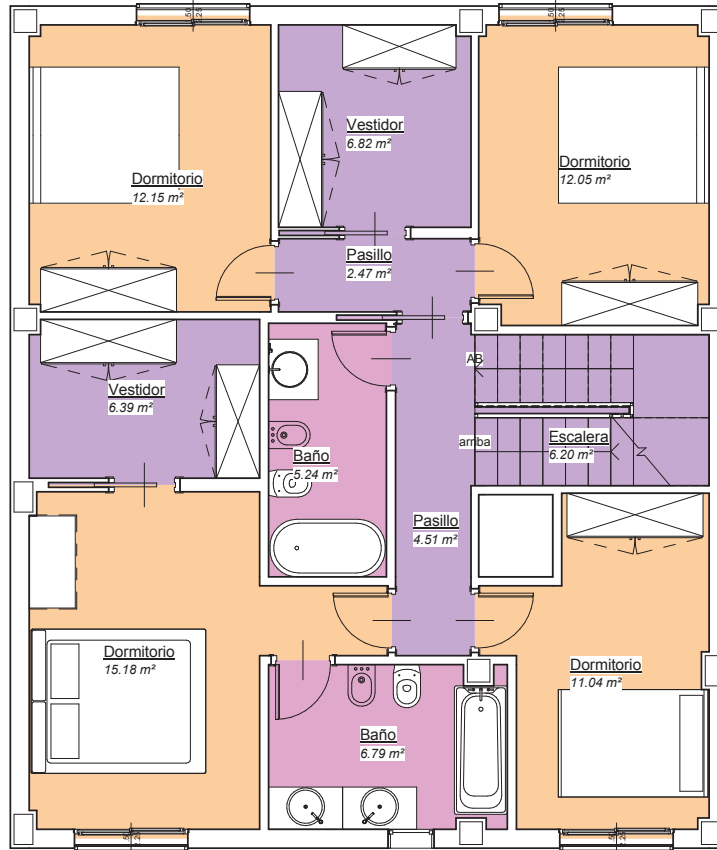
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A113
Nombre de plano: Temático habitaciones Planta Primera

Escala: 1 : 50
Fecha: 10/09/2014 11:18:32

Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán



Legenda Superficie

	Gres cerámico
	Gres exterior
	Gres porcelánico
	Marmol
	Parquet
	Terrazo

Acabados de pavimentos		
Habitación	Tipo de pavimento	Superficie

00-Planta Baja

Escalera	Marmol	9.42
Garaje	Terrazo	100.48
Patio	Gres exterior	19.79
Vestibulo	Marmol	7.73

01-Planta primera

Aseo	Gres cerámico	2.99
Balcón	Gres exterior	3.72
Cocina	Gres porcelánico	17.06
Dormitorio	Parquet	9.35
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	5.52
Salón-Comedor	Marmol	47.96
Terraza	Gres exterior	23.10

02-Planta segunda

Baño	Gres cerámico	12.03
Dormitorio	Parquet	50.42
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	6.98
Vestidor	Marmol	13.21

03-Planta Buhardilla

Pasillo	Marmol	3.47
Terraza	Gres exterior	34.65

32-Esquema Pavimentos
1
A114
Planta segunda



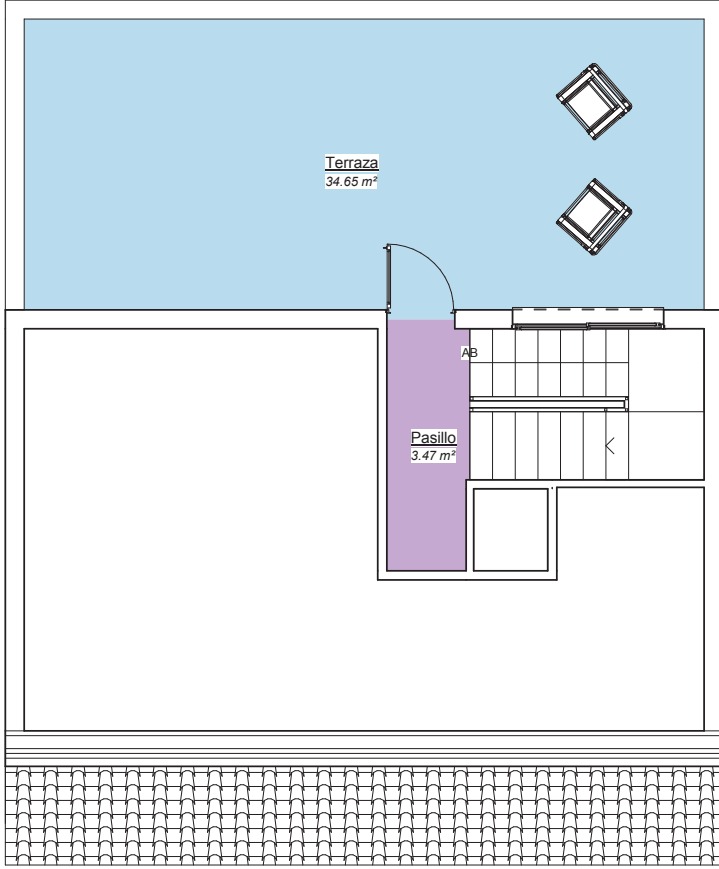
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A114	Nombre de plano: Temático habitaciones Planta Segunda
---------------------------------	---

Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:32
----------------	----------------------------

Dirección del proyecto: **José Vte. Palau Corbalán**



Legenda Superficie

	Gres cerámico
	Gres exterior
	Gres porcelánico
	Marmol
	Parquet
	Terrazo

Acabados de pavimentos		
Habitación	Tipo de pavimento	Superficie

00-Planta Baja

Escalera	Marmol	9.42
Garaje	Terrazo	100.48
Patio	Gres exterior	19.79
Vestibulo	Marmol	7.73

01-Planta primera

Aseo	Gres cerámico	2.99
Balcón	Gres exterior	3.72
Cocina	Gres porcelánico	17.06
Dormitorio	Parquet	9.35
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	5.52
Salón-Comedor	Marmol	47.96
Terraza	Gres exterior	23.10

02-Planta segunda

Baño	Gres cerámico	12.03
Dormitorio	Parquet	50.42
Escalera	Marmol	6.20
Pasillo	Marmol	6.98
Vestidor	Marmol	13.21

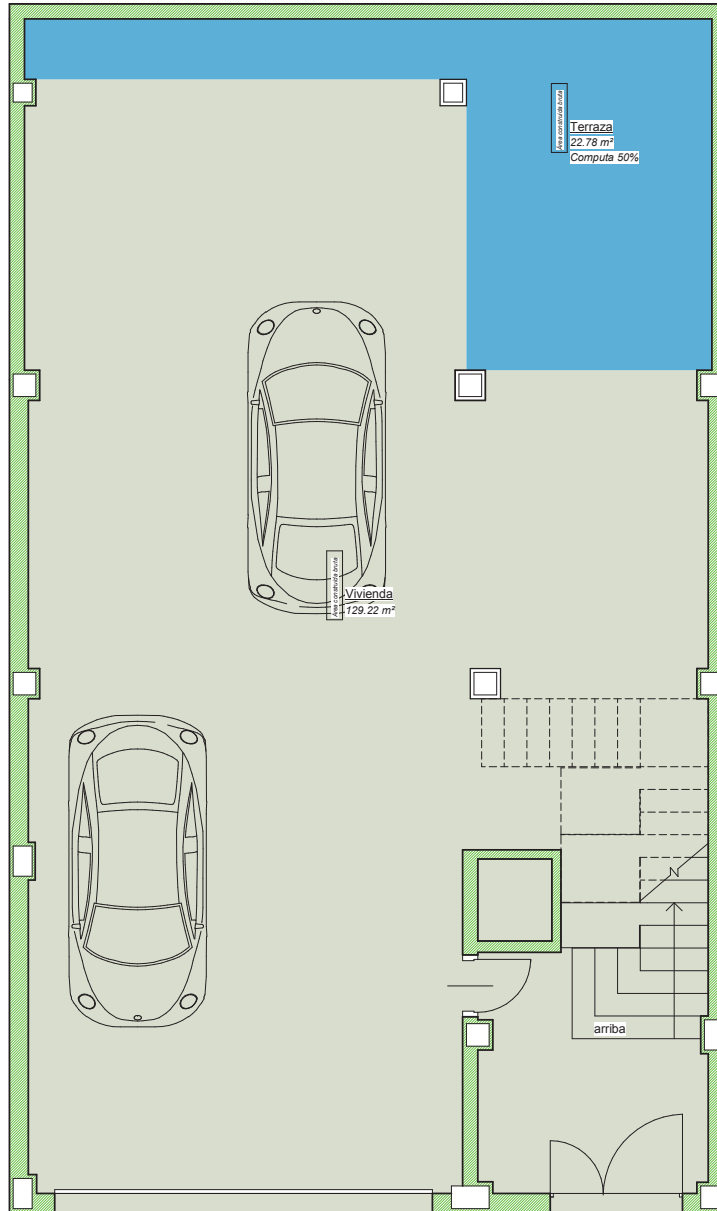
03-Planta Buhardilla

Pasillo	Marmol	3.47
Terraza	Gres exterior	34.65

33-Eschema Pavimentos
1
A115
Planta Buhardilla

TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell. Norte

Numero de plano: A115	Nombre de plano: Temático habitaciones Planta Buhardilla
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:34
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	



Terraza
22.78 m²
Computa 50%

Vivienda
129.22 m²

Legenda Esquema 1

- Menor que 10.00 m²
- 10.00 m² - 20.00 m²
- 20.00 m² - 30.00 m²
- 30.00 m² - 40.00 m²
- 40.00 m² - 50.00 m²
- 50.00 m² o más

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general 399.83

1 00-Planta Baja
A116 1 : 50



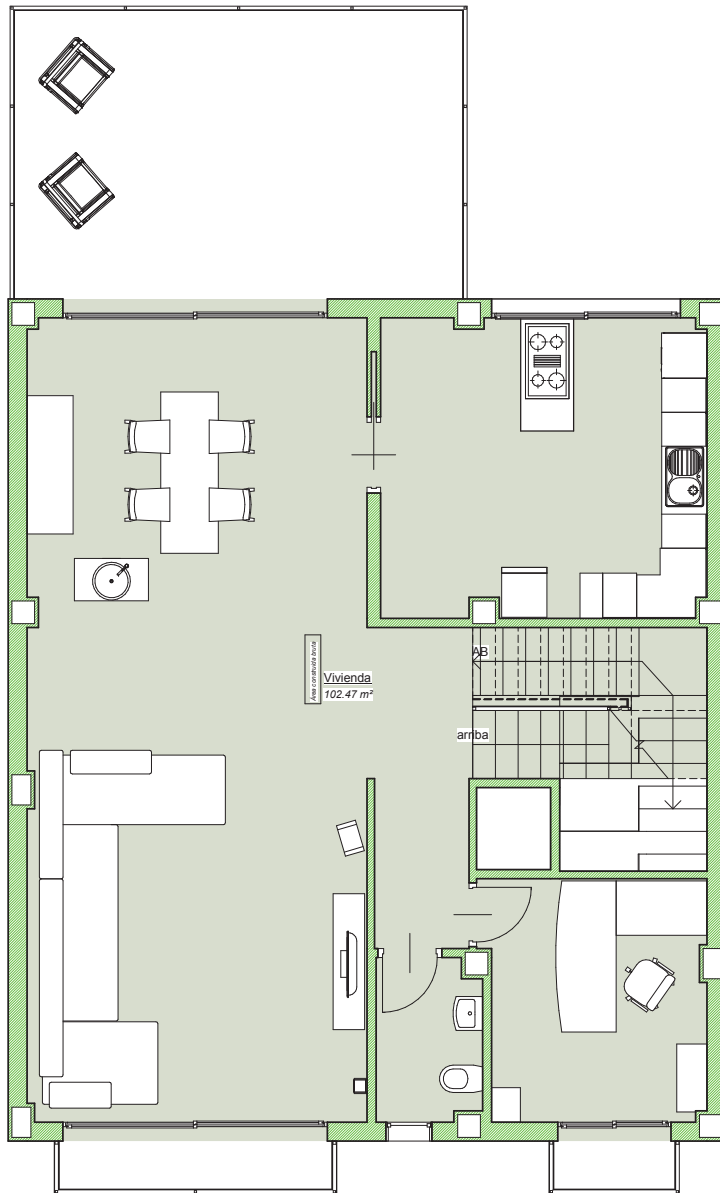
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A116
Nombre de plano: Temático habitaciones Areas Planta Baja

Escala: 1 : 50
Fecha: 10/09/2014 11:18:34

Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán



Legenda Esquema 1

- Menor que 10.00 m²
- 10.00 m² - 20.00 m²
- 20.00 m² - 30.00 m²
- 30.00 m² - 40.00 m²
- 40.00 m² - 50.00 m²
- 50.00 m² o más

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general 399.83

1 01-Planta primera
A117 1 : 50



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:
A117

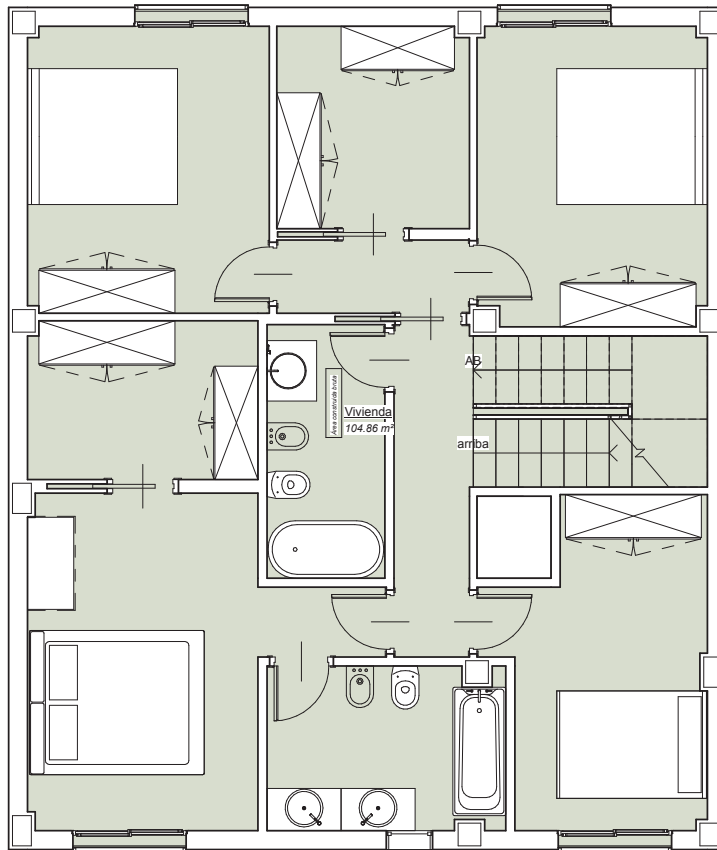
Nombre de plano:
Temático habitaciones Areas Planta Primera

Escala: 1 : 50

Fecha: 10/09/2014 11:18:36

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán



Legenda Esquema 1

- Menor que 10.00 m²
- 10.00 m² - 20.00 m²
- 20.00 m² - 30.00 m²
- 30.00 m² - 40.00 m²
- 40.00 m² - 50.00 m²
- 50.00 m² o más

1 02-Planta segunda
A118 1 : 50

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general 399.83



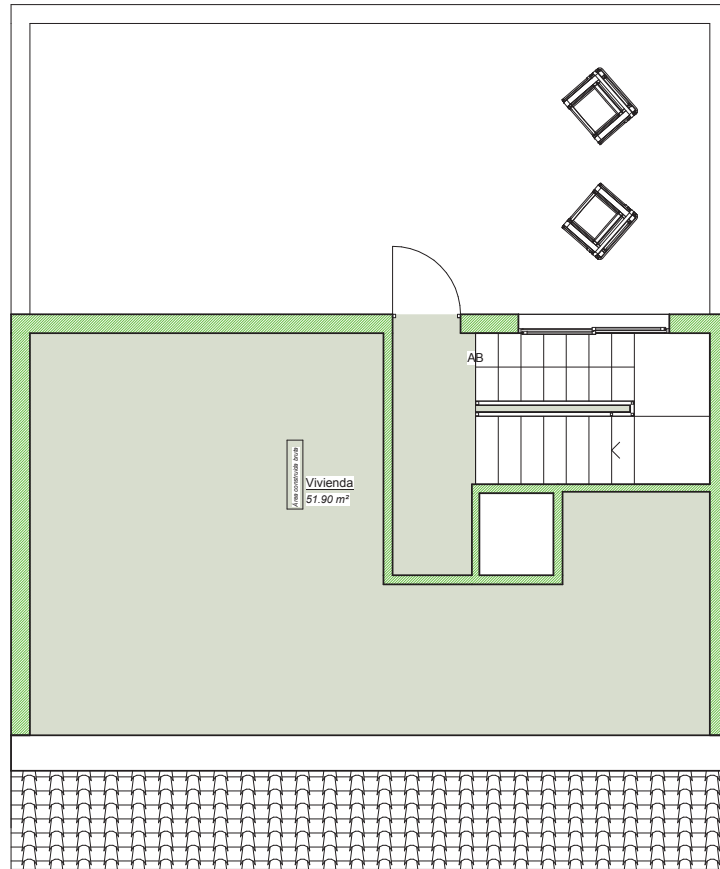
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A118 Nombre de plano: Temático habitaciones Areas Planta Segunda

Escala: 1 : 50 Fecha: 10/09/2014 11:18:36

Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán



Legenda Esquema 1

- Menor que 10.00 m²
- 10.00 m² - 20.00 m²
- 20.00 m² - 30.00 m²
- 30.00 m² - 40.00 m²
- 40.00 m² - 50.00 m²
- 50.00 m² o más

Superficie Construida		
Tipo	coef.	S. construida

00-Planta Baja		
Vivienda	1	129.22
Terraza	0.5	11.39
		140.61

01-Planta primera		
Vivienda	1	102.47
		102.47

02-Planta segunda		
Vivienda	1	104.86
		104.86

03-Planta Buhardilla		
Vivienda	1	51.90
		51.90

Total general 399.83

1 03-Planta Buhardilla
A119 1:50



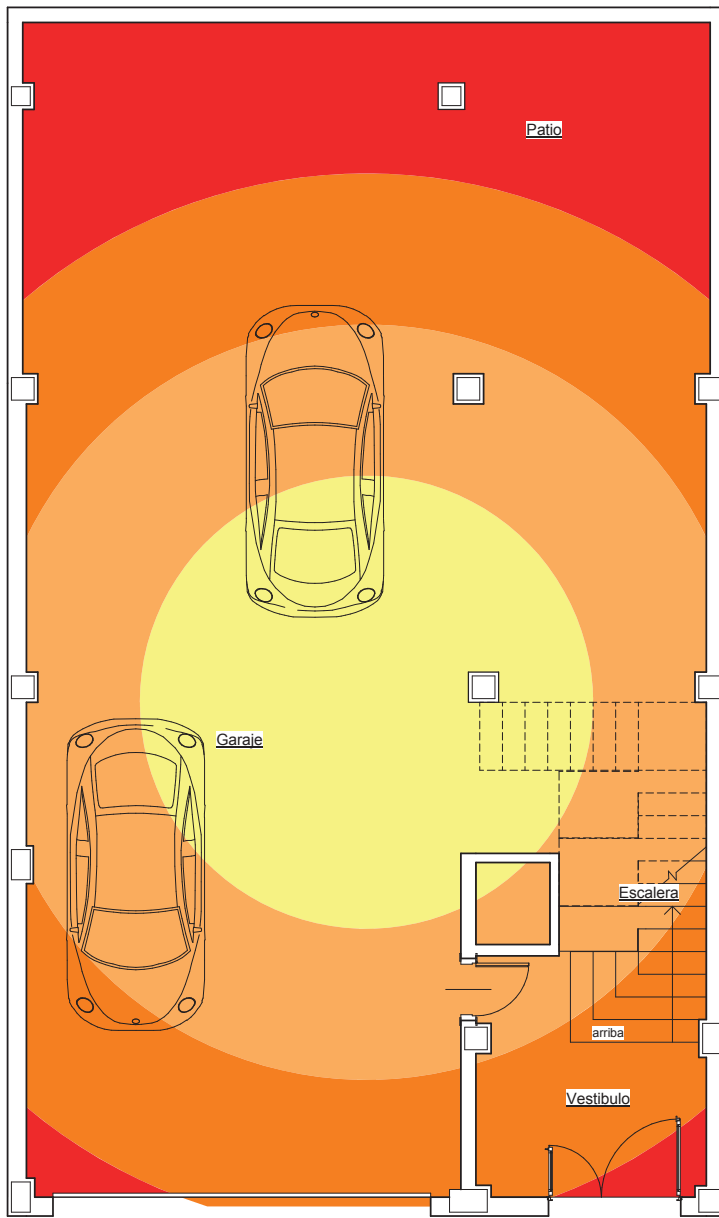
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A119 Nombre de plano: Temático habitaciones Areas Planta Buhardilla

Escala: 1 : 50 Fecha: 10/09/2014 11:18:38

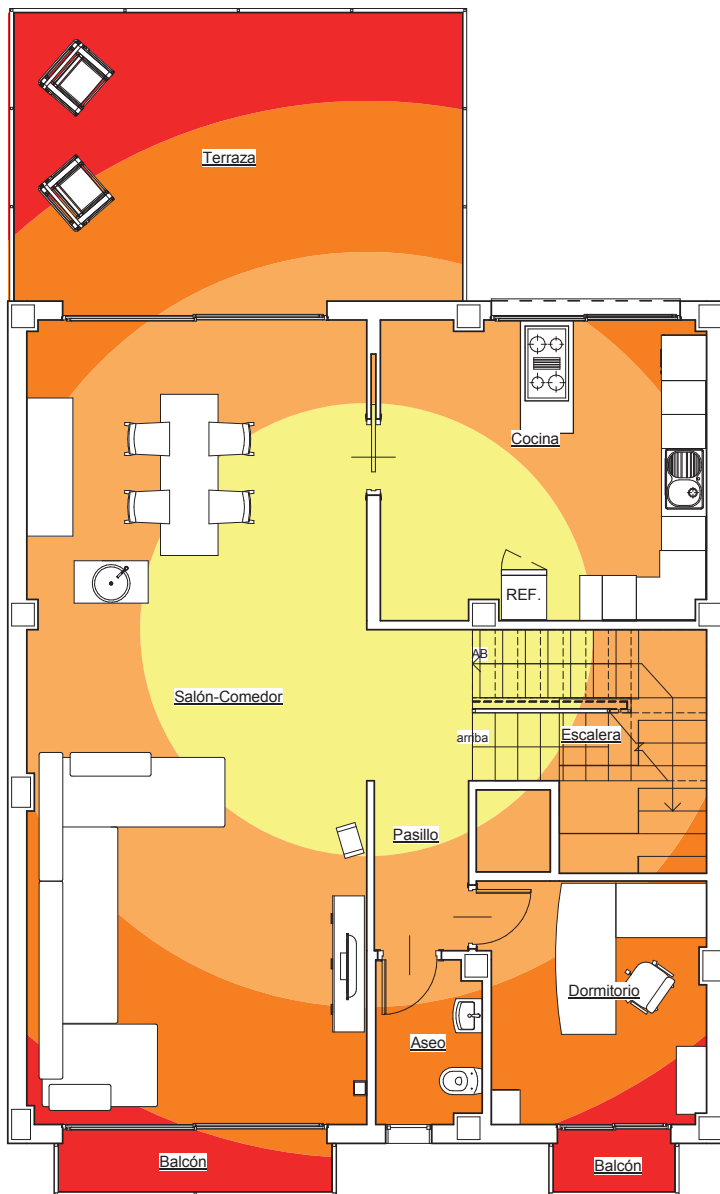
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán



Intensidad señal Wifi

- Alta
- Media
- Baja
- Nula

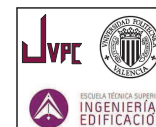
	TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.		
	Numero de plano: A124	Nombre de plano: Esquema Señal Wifi Planta Baja	
	Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:38	
	Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán		



Intensidad señal Wifi

- Alta
- Media
- Baja
- Nula

1 01-Planta primera
A125 1: 50

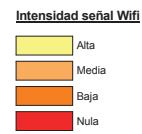
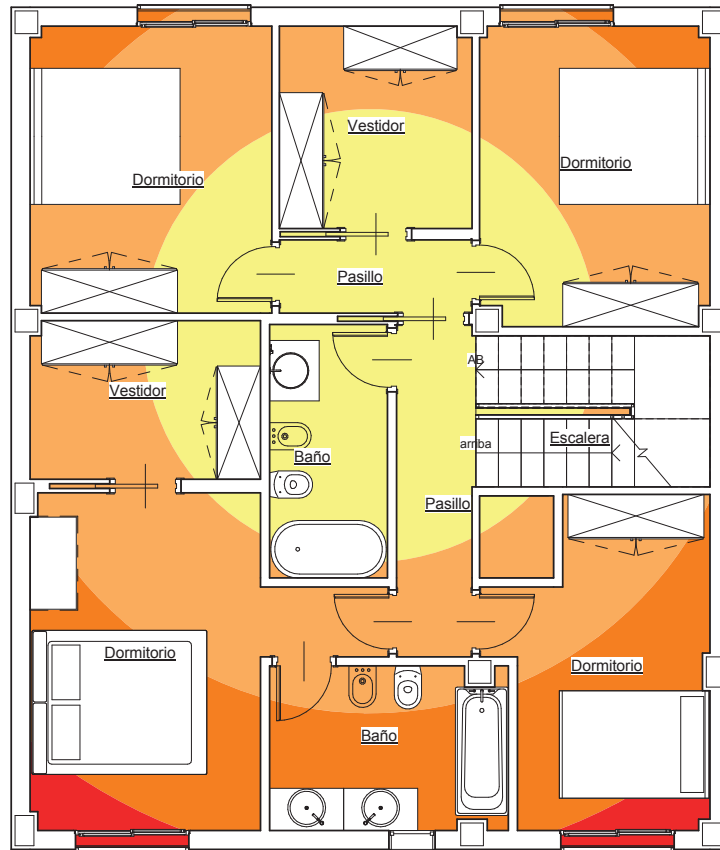


TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A125	Nombre de plano: Esquema Señal Wifi Planta Primera
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:40
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	





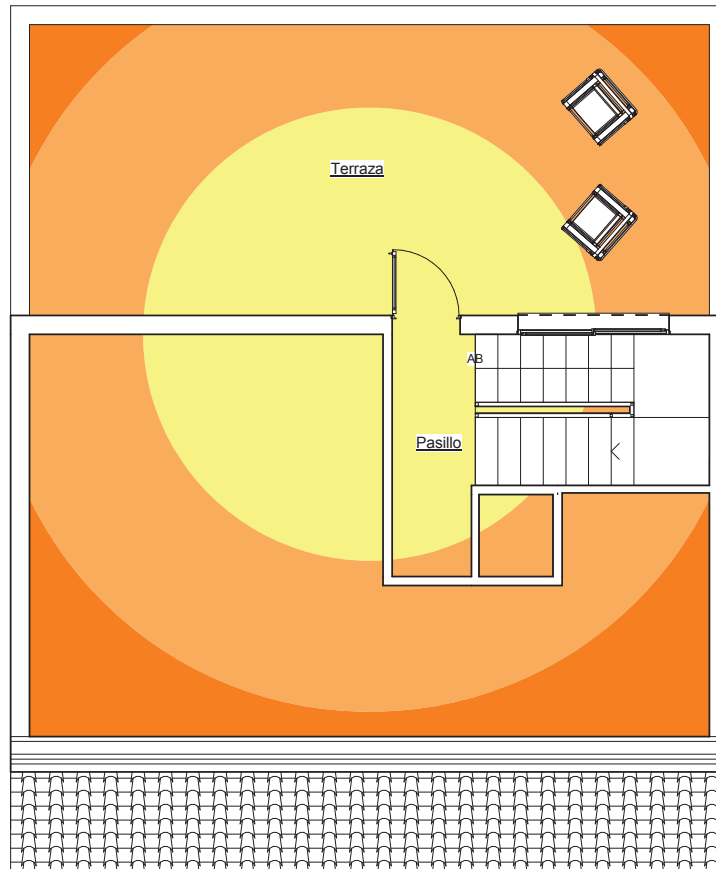
1 02-Planta segunda
A126 1 : 50



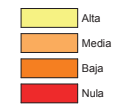
TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A126	Nombre de plano: Esquema Señal Wifi Planta Segunda
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:41
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	



Intensidad señal Wifi



1 03-Planta Buhardilla
A127 1 : 50



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano: A127	Nombre de plano: Esquema Señal Wifi Planta Buhardilla
Escala: 1 : 50	Fecha: 10/09/2014 11:18:43
Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán	

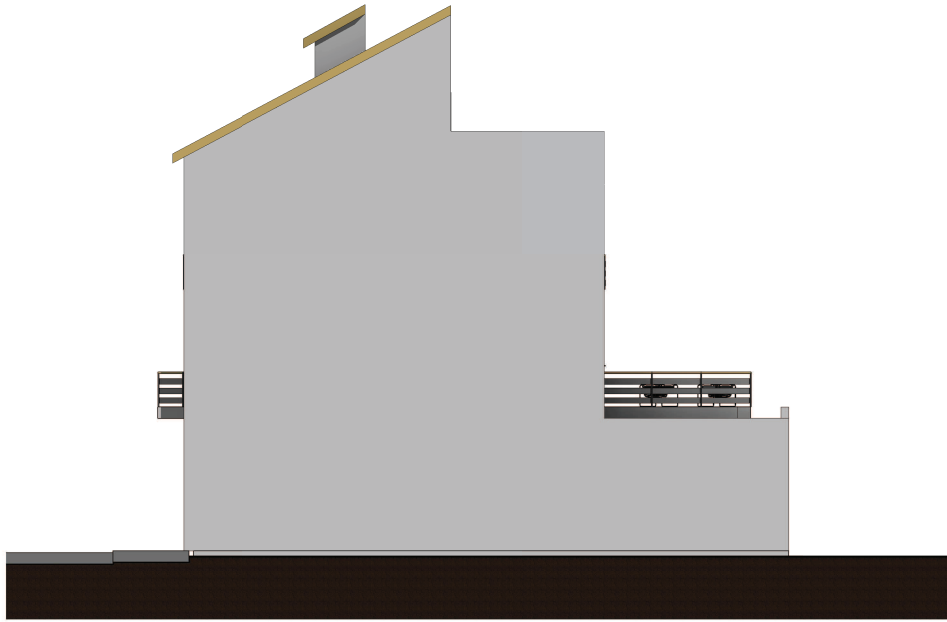


1 Alzado Sur
A128 1 : 100

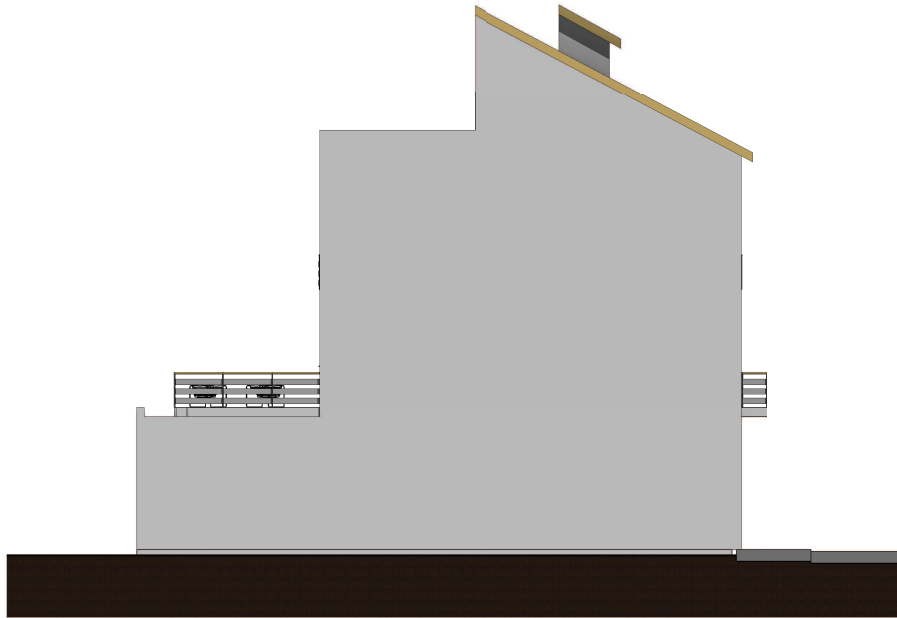


2 Alzado Norte
A128 1 : 100

	TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.	
	Numero de plano:	Nombre de plano:
	A128	Alzados Norte y Sur
	Escala: 1 : 100	Fecha: 10/09/2014 11:19:03
Dirección del proyecto:		José Vte. Palau Corbalán

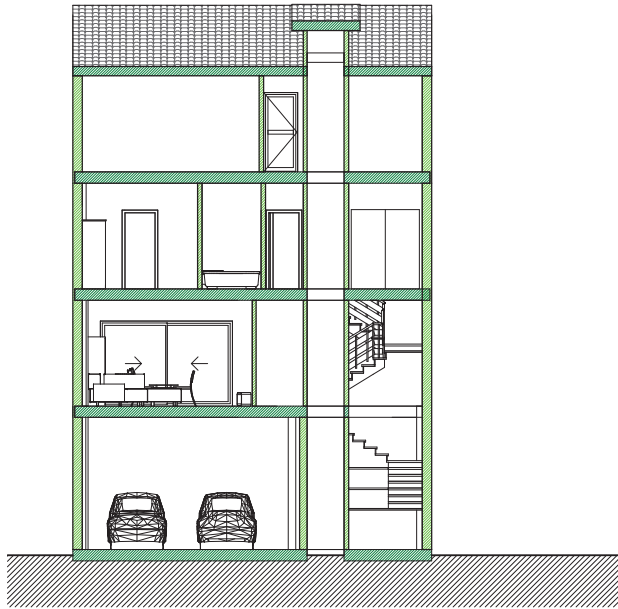


1 Alzado Este
A129 1 : 100

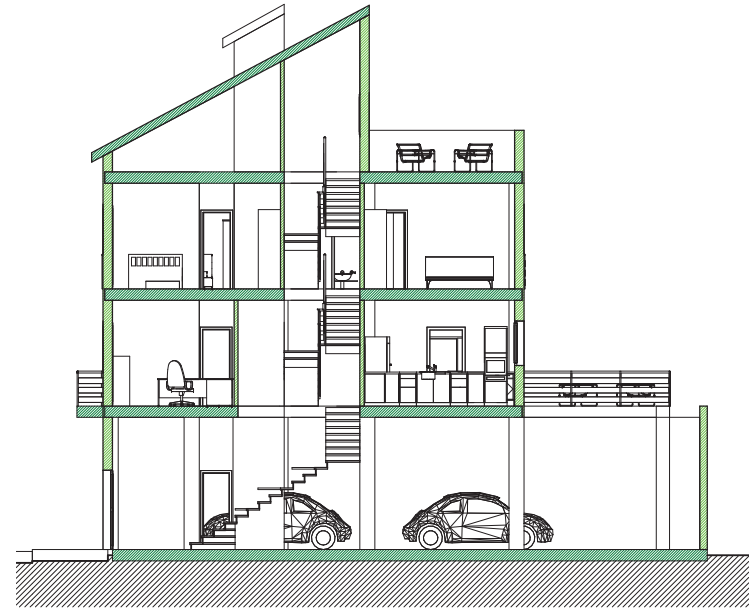


2 Alzado Oeste
A129 1 : 100



	<p>TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.</p>		<p>Norte</p>
	<p>Numero de plano: A129</p>	<p>Nombre de plano: Alzados Este y Oeste</p>	
	<p>Escala: 1 : 100</p>	<p>Fecha: 10/09/2014 11:19:24</p>	
	<p>Dirección del proyecto: José Vte. Palau Corbalán</p>		

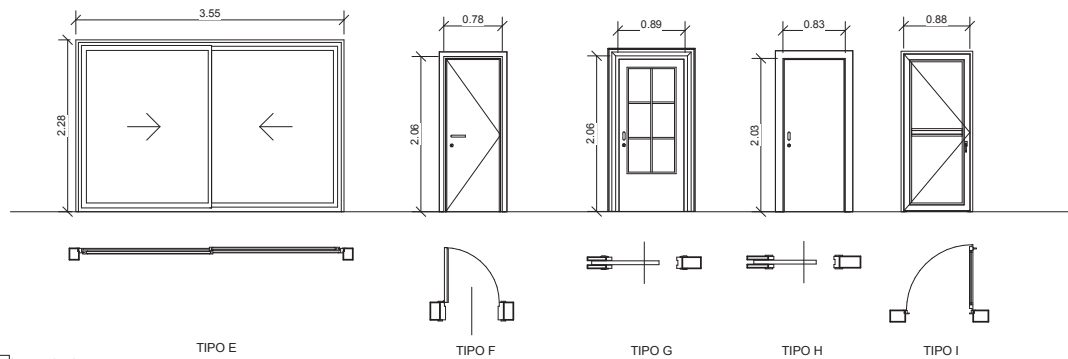
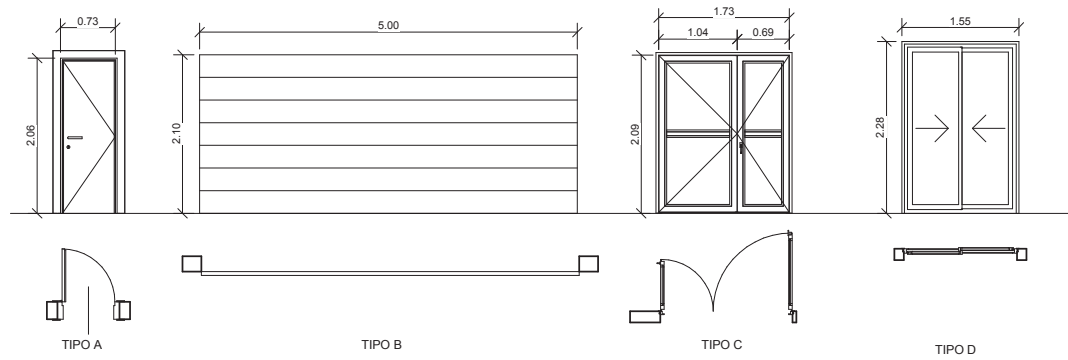



1 Sección 1
A130 1 : 100

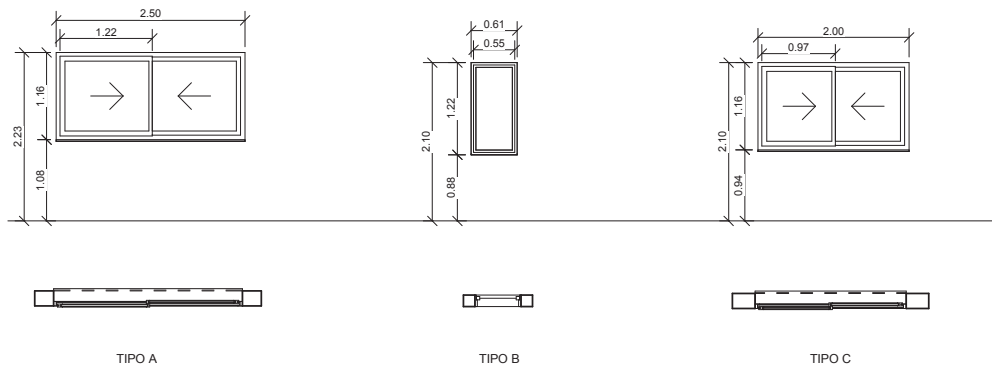


2 Sección 2
A130 1 : 100

	<p>TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.</p>		
	Numero de plano: <p style="text-align: center;">A130</p>	Nombre de plano: <p style="text-align: center;">Secciones</p>	
	Escala: 1 : 100	Fecha: <p style="text-align: center;">10/09/2014 11:19:25</p>	
	Dirección del proyecto: <p style="text-align: center;">José Vte. Palau Corbalán</p>		



 **Legenda de puertas**
 1:50




 **Legenda de Ventanas**
 1:50

Tabla de planificación de puertas			
Modelo	Familia	Tipo	Total

00-Planta Baja

A	Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm	1
B	Puerta basculante articulada	5000 x 1981 mm	1
C	Puerta practicable de entrada, 2 hojas	1750 x 2100 mm	1
			3

01-Planta primera

D	Balconera corredera, 2 hojas	1500 x 2250 mm	1
E	Balconera corredera, 2 hojas	3500 x 2250 mm	2
F	Puerta abatible 2	72.5 x 203 cm	2
G	Puerta corredera simple en muro con ventana	62.5 x 203 cm	1
			6

02-Planta segunda

D	Balconera corredera, 2 hojas	1500 x 2250 mm	4
F	Puerta abatible 2	72.5 x 203 cm	6
H	Puerta corredera simple en muro	82.5 x 203 cm	3
			13

03-Planta Buhardilla

I	Puerta practicable de entrada, 1 hoja	900 x 2100 mm	1
			1
Total general			23

Tabla de planificación de ventanas			
Modelo	Familia	Tipo	Recuento

01-Planta primera

A	Ventana corredera de 2 hojas 2	2500 x 1175 mm	1
B	Ventana simple fija-Ejemplar	0610 x 1220 mm	1
			2

02-Planta segunda

B	Ventana simple fija-Ejemplar	0610 x 1220 mm	1
			1

03-Planta Buhardilla

	Ventana corredera de 2 hojas 2	2000 x 1175 mm	1
			1
Total general			4



TFG - Desarrollo de un Proyecto de Construcción con la metodología BIM: Proyecto de Vivienda Unifamiliar Adosada en Massamagrell.



Numero de plano:

A132

Nombre de plano:

Legenda de carpinteria

Escala: 1 : 50

Fecha:

10/09/2014 11:19:26

Dirección del proyecto:

José Vte. Palau Corbalán