

---

# Desarrollo de un proyecto de construcción con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta (Llíria, Valencia)

12 sep. 14

---

AUTOR:

**ANAÏS TUR CARBÓ**

TUTOR ACADÉMICO:

[Begoña Fuentes Giner] [Departamento de Construcciones  
Arquitectónicas]

[Inmaculada Oliver Faubel] [Departamento de Construcciones  
Arquitectónicas]



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

---

ETS de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València

## Resumen

El presente Trabajo Final de Grado consiste en el desarrollo de un proyecto de construcción con la tecnología Building Information Modeling sobre el proyecto de ejecución del edificio La Venta, compuesto de cinco plantas y once viviendas, ubicado en el municipio de Llíria.

Pretende dar respuesta a la pregunta de cómo la metodología BIM mejora la metodología tradicional en lo referente a la gestión de la información de un proyecto de ejecución durante la fase de redacción.

Para ello se divide el trabajo en dos partes. La primera parte consistente en un estudio teórico sobre la metodología BIM, sus características, ventajas y opciones que nos aporta. La segunda parte del trabajo pretende gestionar y modelar la información de un proyecto de ejecución a través de la herramienta Revit de Autodesk en diferentes niveles de desarrollo para poder comprobar la evolución de los niveles y cómo esta metodología ayuda a aumentar la calidad de los mismos por sus múltiples ventajas (como la detección de incongruencias e incoherencias) trabajando siempre sobre una única base de datos, fuente de toda la información de proyecto, y a través de la cual se genera toda la documentación del mismo.

**Palabras clave:** BIM, Building Information Modeling, gestión de la información, proyecto de construcción, software BIM.

## Abstract

This Final Project develops a construction project using the technology called Building Information Modeling (BIM) to get the execution plan of the building La Venta, a building which is located in Llíria and composed of five floors and eleven dwellings.

The objective of my study in it is to answer why BIM is better than the traditional methodology with regard to the information management of an execution plan during the implementation stage of drafting.

To explain it and get this objective, this work is divided in two parts.

On the one hand, the first part consists of a theoretical study of BIM methodology, analyzing its features, benefits and options offered. On the other hand, the second part aims to manage and model the information of an execution plan through the Autodesk Revit tool. And it continues to explain that this tool carrying the information out at different levels of development in order to check the evolution of the levels and how this methodology helps to raise the quality of those levels by its many advantages (such as the detection of inconsistencies). But always working on a single database, which includes all the information of the project, and through which all its documentation is generated.

**Key words:** BIM, Building Information Modeling, information management, project implementation plan, software BIM.

## Agradecimientos

La realización del presente trabajo final de Grado es el resultado de la labor realizada durante estos últimos meses y de las orientaciones, sugerencias y estímulos de las profesoras tutoras, Inmaculada Oliver y Begoña Fuentes, quienes nos han dado la posibilidad de conocer, de primera mano, la tecnología BIM.

De igual modo, deseo agradecer a Alberto Cerdán su gran dedicación en todo lo referente a la formación en el software para el desarrollo del caso práctico.

A Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P por haberme facilitado toda la documentación de su proyecto y haberme permitido utilizarla.

Y, por supuesto, al “Equipo BIM” y en particular a Esther, Héctor y Alejandro por nuestra colaboración y ayuda durante todo este tiempo y por trabajar como un verdadero equipo, así como el apoyo y confianza de los familiares y amigos que han sabido respetar mi dedicación al presente trabajo.

## Acrónimos utilizados

**AEC:** Sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción

**AIA:** American Institute of Architects

**BIM:** Building Information Modeling

**CAD:** Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**FIDE:** Formato de Intercambio de Datos en la Edificación.

**IAI:** International Alliance for Interoperability

**IDM:** Information Delivery Manual

**IFC:** Industry Foundation Classes

**IFD:** Information Framework Dictionary

**LOD:** Level of Development / Nivel de desarrollo

**TFG:** Trabajo Final de Grado

# Índice

Abstract .....	2
Agradecimientos.....	3
Acrónimos utilizados .....	4
Índice .....	5
Capítulo 1. Introducción .....	8
1 Antecedentes.....	8
2 Objetivo .....	12
3 Metodología .....	13
Capítulo 2. Building Information Modeling .....	14
1 Qué es BIM .....	14
1.1 Concepto de BIM .....	14
1.2 Características de BIM .....	17
2 Antecedentes de BIM .....	18
2.1 Origen de BIM.....	18
2.2 Evolución del CAD al BIM.....	19
2.3 Origen de las herramientas BIM.....	20
3 Importancia del BIM .....	21
3.1 La información en BIM.....	21
4 Ventajas .....	24

4.1	Durante las fases iniciales.....	25
4.2	Durante el diseño .....	25
4.3	Durante la construcción.....	27
4.4	As-Built.....	28
5	Limitaciones de BIM .....	30
5.1	Coste del software y hardware.....	30
5.2	Formación Previa y continuada .....	30
5.3	Cambio de filosofía .....	31
6	Level of development (LOD) .....	32
7	Interoperatividad.....	35
7.1	Industry Foundation Classes (IFC).....	37
7.2	Information Delivery Manual (IDM) .....	38
7.3	Information Framework Dictionary (IFD) .....	39
7.4	Formato de Intercambio de Datos en la Edificación (FIDE).....	40
8	Forma de trabajo .....	41
9	Las dimensiones de BIM .....	45
9.1	BIM 4D .....	46
9.2	BIM 5D .....	46
9.3	BIM 6D .....	47
9.4	BIM 7D .....	47
10	Diferencias con la metodología tradicional.....	48
11	Herramienta de trabajo. REVIT Autodesk.....	52

11.1	Descripción de términos de Revit.....	52
11.2	Comportamiento de los elementos en un modelador paramétrico .....	55
11.3	Propiedades de elemento .....	57
Capítulo 3.	El Proyecto. Edificio La Venta .....	58
1	Características de la parcela .....	58
2	Composición del inmueble y programa de necesidades. ....	58
3	Tipología constructiva.....	63
Capítulo 4.	Caso práctico .....	64
1	Estudio Previo .....	64
2	Niveles de desarrollo .....	65
2.1	LOD 100 del modelo .....	67
2.2	LOD 200 del modelo .....	81
2.3	LOD 300 del modelo .....	88
3	Gestión de la información .....	98
3.1	Habitaciones y etiquetas .....	98
3.2	Tablas de planificación .....	100
Capítulo 5.	Conclusiones .....	110
Capítulo 6.	Referencias Bibliográficas .....	113
Capítulo 7.	Índice de figuras .....	118
Anexos	.....	122



# Capítulo 1.

## Introducción

### 1 Antecedentes

El presente Trabajo Final de Grado se enmarca en la modalidad de Desarrollo de Proyectos Técnicos de Construcción. Dentro de esta modalidad, en el área temática de gestión de proyectos de construcción.

El trabajo se centra en la tecnología BIM (*Building Information Modeling*) y el uso del software Revit para realizar el modelado del edificio “La Venta” situado en el municipio de Llíria, Valencia. Dicho edificio consta de planta baja comercial, tres plantas tipo y una planta ático con un total de 11 viviendas y dos bajos comerciales.

El trabajo ha sido tutelado por dos profesoras de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación: Begoña Fuentes Giner e Inmaculada Oliver Faubel.

La decisión de realizar un Trabajo Final de Grado de esta temática ha sido motivada, en gran parte, al descubrir BIM durante una clase impartida por las dos profesoras tutoras.

Dado el total desconocimiento sobre BIM, se vio necesaria una formación externa a las clases de la universidad consistente en la realización de un curso de Iniciación a BIM, de 40 horas de duración, en

el Centro de Formación Permanente de la UPV, impartido por Alberto Cerdán, consultor BIM.

Durante el periodo en el que se han impartido las clases se ha aprendido a manejar el software en un nivel básico y con formación autodidacta se ha ido aumentando el conocimiento en BIM.

Además, a través de la iniciativa de mis tutoras se han realizado diversas charlas con algunas de las personas más representativas e influyentes de BIM en España actualmente. Estas charlas, conocidas como “*Café con BIM*” han consistido en reuniones informales por parte de los invitados, las profesoras y los alumnos de TFG en las que los invitados han expuesto su experiencia profesional en BIM y las posibilidades que nos brinda.

Los invitados a las charlas fueron: los socios fundadores de la empresa “iBIM Building Twice”, Sergio Muñoz, director de innovación del Instituto Tecnológico de la Construcción (AIDICO)<sup>1</sup> y presidente de la Building Smart de España, David Barco, socio de la empresa Avatar BIM, Rubén Cubel, de Leica Geosystems e Ilse Verly, como BIM Solutions Expert de Autodesk en España.

---

<sup>1</sup> Actualmente trabaja en Laurentia Technologies.



*Figura 1. Nube de puntos Leica. Fuente Inmaculada Oliver*



*Figura 2. David Barco Avatar BIM. Fuente Inmaculada Oliver*

También, se ha asistido a los talleres organizados por la coordinación de TFG de la ETSIE que han consistido en: Búsqueda de información y referencias bibliográficas, Preparar trabajos académicos, Herramientas básicas para el desarrollo del TFG y Exposición y defensa.

Asimismo, se ha asistido el Segundo Congreso Nacional EUBIM 2014 organizado por la UPV y GURV (Grupo de Usuarios de Revit de Valencia). El congreso tuvo lugar los días 23 y 24 del pasado mes de mayo. Durante la mañana de la primera jornada se realizó un Showcase Space en el que diferentes patrocinadores del Congreso expusieron sus herramientas y sus funciones. Una vez terminadas estas presentaciones el congreso siguió tres temáticas diferentes: Diseño y construcción sostenible con BIM, BIM y Facility Management y Casos de éxito de implantación BIM. Dicho congreso nos permitió conocer de primera mano las experiencias de los profesionales que trabajan con BIM.



Figura 3. Cartel congreso EuBIM 2014. Fuente EuBIM

Previo al Congreso, el día 22 de mayo, se asistió a talleres prácticos. Durante la mañana tuvo lugar el taller de Medit (extensión de Autodesk Revit para generar las mediciones de los proyectos) y por la tarde el taller de animación de proyectos mediante la herramienta Lumion.

Finalmente, me decidí a realizar el presente trabajo.

## 2 Objetivo

El objetivo del presente Trabajo Final de Grado es tratar de dar respuesta a la pregunta de cómo la metodología BIM mejora la metodología tradicional en lo referente a la gestión de la información de un proyecto de ejecución durante la fase de redacción.

Se pretende gestionar y modelar la información de un proyecto de ejecución del que se dispone toda la documentación.

Para llevar a cabo el objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos operativos:

1. Comparar la metodología tradicional con la metodología BIM desde un punto de vista teórico y general.
2. Desarrollar con BIM el caso práctico de un proyecto desarrollado inicialmente con la metodología tradicional.
3. Analizar las ventajas e inconvenientes de BIM y compararlas con las de la metodología tradicional durante la fase de redacción del proyecto de ejecución.

### 3 Metodología

La metodología llevada a cabo para lograr el objetivo anteriormente planteado se basa en una parte teórica y una parte práctica.

La parte teórica ha consistido en el análisis de la metodología tradicional y BIM. Para ello, se ha realizado una búsqueda de información tanto en libros como en páginas web y blogs.

En lo referente a la parte práctica, se ha modelado con la metodología BIM el proyecto de ejecución de un edificio de 11 viviendas, locales comerciales y garaje situado en la calle de La Venta, Llíria (Valencia). A partir de este modelo de información del edificio se realizarán los análisis y comparaciones con la metodología tradicional.

# Capítulo 2.

## Building Information Modeling

### 1 Qué es BIM

#### 1.1 Concepto de BIM

La primera pregunta que nos viene a la mente cuando se habla de BIM es: ¿Qué es BIM?

Se encuentran diferentes respuestas según la fuente de información que se consulte (organismos, casas oficiales de software...). No obstante, para dar respuesta a la pregunta ¿Qué es BIM? se procede a citar aquellas definiciones que se creen más representativas.

*“El modelo de información para la edificación (BIM-Building Information Modeling) es un método innovador para facilitar la comunicación entre los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Con BIM, arquitectos e ingenieros generan e intercambian la información de manera eficiente, crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción y simulan el rendimiento en la vida real, lo que perfecciona el flujo de trabajo aumenta la productividad y mejora la calidad”. (Autodesk, 2014)*

*“Building Information Model (BIM) es una representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio o una infraestructura. BIM permite compartir la información relativa a un edificio a lo largo de todo su ciclo de vida.*

*BIM facilita la interoperabilidad y la colaboración entre los distintos agentes que participan en las distintas fases de un proyecto de edificación, así, cada uno de los agentes puede añadir, eliminar, actualizar o modificar la información contenida en un proyecto BIM.”* (BuildingSmart, 2014)

Cabe mencionar que las dos definiciones anteriores de BIM son, más bien, breves explicaciones sobre las ventajas que aporta BIM.

En particular, de entre todas las definiciones que se han ido consultando, durante la documentación en BIM, se considera la definición de Eloi Coloma (2008) como la más acertada:

*“BIM es el acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información del edificio) y se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar. Esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc.”*



Así, esta metodología permite simular el edificio y entender su comportamiento antes de que se inicie su construcción real.



Figura 4. Profundidad de BIM. David García 2014

Sin embargo, no hay que caer en el error de confundir BIM con los siguientes aspectos:

- Modelos de diseño en 3D sin información. BIM es mucho más que un diseño en 3D del edificio ya que se trata, como se ha dicho unas líneas más arriba, de un proceso para crear y gestionar toda la información sobre un proyecto (antes, durante y después de la construcción).
- No es el uso de un software determinado. Aunque para el desarrollo de la metodología hemos de apoyarnos en herramientas informáticas como Revit, ArchiCAD o Navisworks no se debe confundir con el proceso.
- No es la evolución del CAD. Aunque con CAD se pueden crear modelos volumétricos y a éstos se le puedan añadir atributos no posee las principales características del BIM: el estudio de las relaciones entre las partes y del conjunto.

## 1.2 Características de BIM

### *Contenedor único*

Una de las características principales de BIM consiste en que se trata de un modelo único centralizado, accesible a todos los agentes intervinientes en el proceso constructivo y que alberga toda la información de proyecto.

De esta forma, toda la información es añadida a él y se comprueban las relaciones establecidas. La información es bidireccional, es decir, es posible extraerla del contenedor, gestionarla y devolverla al mismo comprobando la coherencia y validez de las relaciones entre los elementos modificadas. En proyectos de mayor envergadura en los que se empleen diferentes contenedores de información, sería necesario que la tecnología se encargue de la coordinación entre las partes de forma automática. (Cerdán, Cr. CO Edificación Consultoría técnica en edificación, 2013)

### *Paramétrico*

Uno de los aspectos más importantes es el carácter paramétrico del modelo. Se entiende por “paramétrico” las relaciones entre todos los elementos del modelo que permiten la coordinación y la gestión de cambios del software (Autodesk, Ayuda del usuario de Revit Architecture 2011 - Subscription Release, 2011).

Un ejemplo de paramétrico podría ser la relación entre el borde de un suelo con el muro exterior de modo que si se mueve el muro exterior, el suelo conserva la conexión con el mismo.

## 2 Antecedentes de BIM

### 2.1 Origen de BIM

Desde hace algún tiempo se viene hablando de BIM como una nueva metodología de trabajo en el diseño y la construcción que está cambiando los métodos tradicionales de trabajo del sector.

Se puede decir que ni el concepto ni la nomenclatura BIM son nuevos.

Los conceptos, enfoques y metodologías que ahora conocemos como BIM se remontan unos treinta años. No obstante, la terminología “Building Information Modeling” ha estado presente al menos desde hace quince años.

El primer ejemplo documentado que se ha encontrado para el concepto de BIM fue el trabajo “Building Description System” publicado por Charles M. Eastman. En dicho trabajo se incorpora las bases de datos como un paso más en la búsqueda de calidad de proyectos. Además, Eastman criticaba los dibujos en papel por su tendencia a empobrecerse con el tiempo y por el hecho de no poder representar las formas.

Durante las década de 1970 y principios de 1980 se realizaron diversos trabajos de investigación y desarrollo sobre esta tecnología. Durante la década de 1980 se designó esta metodología en EE.UU. como “La construcción de modelos de producto”, y en Europa, como “Modelos de Información de Producto”. Así, estas dos nomenclaturas evolucionaron a “Building Information Model”.

La mayoría coincide en que fue Jerry Laiserin quien en 1987 popularizó el término con el objetivo de intercambiar e interoperar información en

formato digital. No obstante, hay quien defiende que la primera persona en emplear el acrónimo de BIM fue Phil Bernstein (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008).

## 2.2 Evolución del CAD al BIM

La evolución de la tecnología es la responsable de los cambios en las herramientas de trabajo. Durante los años 90 el CAD fue sustituyendo al papel, las mesas de dibujo y a las maquetas de cartón de finales de los 70 hasta convertirse en la herramienta profesional fundamental e imprescindible más extendida y conocida en el sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción). Su éxito se debió mayormente por la popularización de los ordenadores y las impresoras además de su similitud con la forma de trabajo anterior.

El BIM supone un avance respecto del CAD, ya que pese haber sustituido el papel por la pantalla, el diseño en CAD sigue trabajando con un sistema en que se definen diferentes modelos que interactúan entre sí, pero sin una vinculación real (por ejemplo, una planta y una fachada) de manera que pueden presentar incoherencias. Por el contrario, con BIM se trabaja en un sistema que se basa en un único modelo virtual constituido por objetos que incluye, no sólo los parámetros geométricos del edificio, sino todos los que lo definen: materiales que lo componen, volumen que contiene, instalaciones, estructuras, etc. (Franzi, 2009).

## 2.3 Origen de las herramientas BIM

En la actualidad se puede encontrar en el mercado multitud de herramientas o software con lo que poder implementar BIM. A modo de ejemplo se procede a citar algunas de las empresas más conocidas: Autodesk, Graphisoft, Nemetschek, Sigma Desing, Bentley Systems, etc.

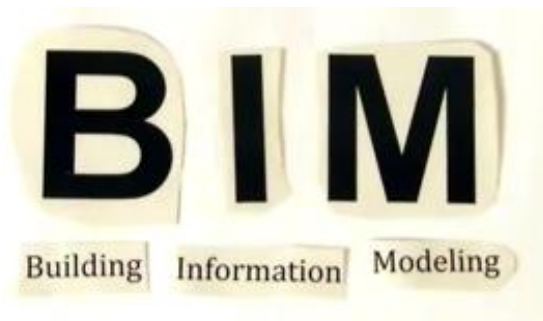
La empresa pionera en la aplicación de BIM a un software informático fue la empresa húngara Graphisoft bajo el nombre de Virtual Builging en 1987 en su programa ArchiCAD (primer programa CAD capaz de crear tanto dibujos en 2D como en 3D) (COMGRAP).

De todos los programas que se pueden utilizar como herramienta BIM, el más joven de todos es Revit de Autodesk. El origen de Revit tiene lugar cuando la compañía Revit Technology Corporation desarrolló el primer software de diseño arquitectónico totalmente paramétrico. En 2002, la empresa fue comprada por Autodesk quien vio el potencial que tenía Revit y decidió comprarlo para evitar que amenazase la hegemonía de AutoCAD. No obstante, finalmente optó por mantener el desarrollo de las dos líneas de software (Revit y su programa estrella AutoCAD) ya que otros fabricantes de productos similares estaban en auge (ArchiCAD de Graphisoft, Bentley de Nemestcheck, etc) (COMGRAP).

### 3 Importancia del BIM

#### 3.1 La información en BIM

La importancia del BIM radica en la información que contiene sobre el edificio y el cambio que implica con respecto a la metodología tradicional. A continuación, se procede a analizar el significado de cada letra que compone el acrónimo BIM “Building Information Modeling”.



*Figura 5. Acrónimo BIM. BIM Canarias*

- **“Building” (B)** abarca la construcción en su aspecto más genérico ya que incluye tanto edificaciones como obra civil por lo que incorpora a todo el sector de la arquitectura, ingeniería y la construcción así como a promotores, agentes inmobiliarios y encargados de control y mantenimiento. El concepto de edificación en BIM es entendido como un trabajo colaborativo en el que intervienen los distintos agentes. Esto permite ajustar el diseño de manera continua y la toma de decisiones críticas en etapas iniciales (donde éstas pueden impactar con mayor fuerza y menor coste al resultado final).

- **“Information” (I)** se trata de la palabra más importante y la que aporta un mayor cambio frente a la metodología tradicional. Esto se debe a que el modelo BIM aporta información de todo tipo al proyecto y durante todas las fases del mismo. Para lograr que este sistema funcione, la información debe ser actualizada, reutilizable y coordinada.

La información debe estar actualizada para poder realizar con facilidad las modificaciones. Además, esta información debe circular y ser empleada por otros agentes en cada especialidad. No obstante, para trabajar de este modo, se necesitan métodos de coordinación.

En la actualidad, estos métodos de coordinación entre especialidades se limitan en buscar de forma manual posibles problemas entre archivos CAD. Así, se precisan métodos de conexión y detección de problemas que indiquen los puntos de conflicto. Estas características se consiguen a través de la tecnología BIM. Con ella, todos los elementos generados en el modelo se convierten en información que el software actualiza, reutiliza y coordina.

Vista la importancia de la “I” en BIM surge la siguiente pregunta: ¿qué clase de información es imprescindible en un sistema BIM?

- Información geométrica. La información geométrica del modelo permite analizar y cuantificar las cantidades necesarias para su construcción. Además, al obtener del modelo las cantidades de elementos constructivos posibilita obtener el coste por unidad, organizar la ejecución de la obra, su orden y coordinación, medidas de seguridad y la información sobre las condiciones de uso y mantenimiento de los materiales.
- Información no geométrica. El modelo virtual contiene toda la información y por tanto, las funciones y relaciones entre los materiales, elementos y sistemas que lo componen.
- Información administrativa. La realización de un proyecto de ejecución implica la participación de diversos agentes y empresas por lo que la información sobre quién, cómo y cuándo interviene en el modelo, así como las modificaciones que aporta, deben quedar reflejadas.
- **“Modeling” (M)** se trata del proceso de diseño de la construcción. Por tanto, precisa que un arquitecto o ingeniero se encargue de realizar un modelo virtual de la construcción. Aunque uno de los resultados sea obtener un modelo



tridimensional, debemos entender un concepto más amplio de la palabra.

Hay autores que se refieren a la M como administración (“managment”) por lo que la palabra “modelado” debe entenderse como “dar forma a la información”. La información aportada por todos los componentes del proceso es mucha, compleja y cambiante de manera que si se quiere sacar utilidad a la misma se deberá administrar y organizar la información (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) (Rodríguez J. L., BIM Panamá, 2014) (Campos, 2009).

En síntesis, y como se ha visto unas líneas más arriba, la importancia de esta metodología radica en la información que ésta contiene y todas las ventajas que la información aporta en la fase de redacción de un proyecto de ejecución (como se verá en los apartados siguientes).

## 4 Ventajas

La metodología Building Information Modeling presenta una serie de ventajas con respecto a la metodología tradicional. A continuación, se procede a agrupar dichas ventajas en: durante las fases iniciales, durante el diseño, durante la construcción y para los usuarios finales en base a la información consultada en el libro BIM Handbook: A guide to BIM for Owners. Managers, Designers, Engineers and Contractors.

#### 4.1 Durante las fases iniciales

- Permite estimar en las fases más tempranas de desarrollo del proyecto si un edificio determinado con un nivel de calidad y requisitos establecidos se puede construir dentro de un presupuesto y tiempo determinados.
- Posibilidad de desarrollar un modelo esquemático antes de generar un modelo detallado de manera que se permite una evaluación del sistema propuesto y comprobar que cumple los requisitos establecidos.

#### 4.2 Durante el diseño

- Visualizaciones exactas del modelo. Dado que se trabaja en todo momento en un modelo en 3D, se pueden obtener en cualquier momento las vistas 2D del mismo de forma que es posible visualizar en cualquier etapa del proceso y la información contenida estará continuamente actualizada.
- Correcciones automáticas. Puesto que los cambios en una vista se actualizan inmediatamente en todo el modelo de construcción, se reduce de manera significativa la necesidad de gestionar los cambios introducidos.
- Generación precisa de visualizaciones 2D. Reduce el número de errores asociados a la generación de planos ya que estas visualizaciones se obtienen directamente del modelo 3D. Así, no se trata de meras representaciones gráficas sin ningún tipo

de conexión entre las mismas, sino que todas las vistas están interrelacionadas.

- Pronta colaboración con otras disciplinas. Facilita el trabajo simultáneo entre las distintas disciplinas (por ejemplo, entre el diseño arquitectónico y el cálculo de las estructuras). Proporciona una detección más temprana de los errores de diseño, permitiendo mejorar el modelo continuamente sin necesidad de esperar a que el diseño esté casi terminado y tener que invertir posteriormente más tiempo en la corrección de errores.
- Extracción del coste durante el diseño. En cualquier etapa de desarrollo del modelo se puede extraer información relativa a las cantidades y espacios y emplear dicha información para la estimación de costes.  
En las primeras etapas, las estimaciones se basan en fórmulas. A medida que el diseño del modelo avanza y se dispone de cantidades más detalladas, se pueden realizar estimaciones más precisas y detalladas del coste.  
Así, es posible tomar decisiones de diseño mejor informados en relación al coste.
- Mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad. Se puede vincular el modelo a herramientas de análisis de energía permitiendo evaluar el consumo de la misma durante las fases tempranas del diseño. Por el contrario, con la metodología tradicional este análisis se realiza al final de la fase del diseño

de manera que cualquier cambio a introducir implica una inversión de trabajo mayor que con la metodología BIM.

### 4.3 Durante la construcción

- Rápida respuesta a los cambios de diseño. Con la modificación de algún elemento del diseño el modelo se actualiza automáticamente como se ha mencionado anteriormente. Los reajustes no automáticas entre sistemas se pueden comprobar visualmente o mediante detección de conflictos en programas como Navisworks de Autodesk.
- Descubrimiento de errores de diseño y omisiones antes de la construcción. Puesto que el modelo es la fuente de información de la que se obtienen todas las vistas, se eliminan los errores causados por las representaciones de la metodología tradicional. Además, los modelos de las diferentes disciplinas son remitidos y comparados tanto de manera visual como de manera sistemática.  
Así, los problemas constructivos (como interferencias entre elementos) son identificados previamente a su construcción.
- Sincronización del diseño y ordenación de la edificación. La planificación de la construcción con 4D permite la simulación del proceso de construcción y poder mostrar la evolución del edificio en el tiempo.  
De este modo, se consigue identificar la posibilidad de problemas y oportunidades de mejora (lugar de operarios y

equipos, conflictos de espacios, problemas referentes a seguridad y salud, etc.). Además, se puede incluir la construcción temporal de elementos tales como puntales, encofrados, andamios o grúas.

- Mejora la aplicación de técnicas Lean Construction. Estas técnicas requieren una buena coordinación entre contratista y subcontratistas para garantizar que el trabajo se realice cuando los recursos se encuentren en su sitio y éstos sean suficientes. Esto conlleva una reducción del esfuerzo y la incertidumbre ya que BIM proporciona un modelo preciso del diseño.

#### 4.4 As-Built

- Mejora la puesta en servicio y entrega de la información de la instalación. Toda la información de mantenimiento recopilada por el contratista acerca de los materiales instalados se relaciona con el modelo del edificio y así, está disponible para el usuario final del mismo. Por ejemplo, los objetos en el modelo están vinculados a información relacionada. Se incluyen manuales, especificaciones, la puesta en marcha de datos, fotos y detalles de la garantía.
- Mejor gestión y explotación de las instalaciones. A causa de que el modelo de construcción es la fuente de información de todos los componentes del edificio, puede servir al propietario como un medio de verificación de que todos los sistemas del edificio funcionan correctamente.

- Integración del funcionamiento de la instalación y de los sistemas de gestión. El modelo proporciona información sobre los espacios y sistemas conforme a obra y proporciona un punto de partida útil para la gestión del edificio.

Recapitulando, y centrándonos en las ventajas que aporta BIM durante la fase de redacción de un proyecto, me encuentro en condición de concluir que las ventajas que aporta BIM son muchas y se resumen en las siguientes:

- **Coordinación de la documentación.** La documentación se encuentra continuamente actualizada ya que se obtiene toda la información de una única fuente no se producen contradicciones entre las diferentes vistas.
- **Cooperación entre agentes.** Se facilita la cooperación entre los agentes intervinientes dado que cada responsable en su campo debe aportar la información de su disciplina y puede comprobarse con la aportada por el resto del equipo, por lo que se evitan las contradicciones entre documentación de proyecto.
- **Toma de decisiones anticipada.** Puesto que el modelo se trata de una maqueta virtual, permite detectar problemas por anticipado de manera que se reduce el número de imprevistos y modificaciones durante la ejecución de la obra.

- **Calidad.** La calidad de la documentación de proyecto, se ve incrementada de manera significativa por la fiabilidad de la información que contiene.

## 5 Limitaciones de BIM

A pesar de todas las ventajas que aporta la metodología BIM, nos encontramos con una serie de limitaciones que impiden su completo establecimiento en el sector. Estas limitaciones son básicamente las generadas en su implementación.

### 5.1 Coste del software y hardware

Con la introducción del software BIM, los requisitos de hardware se han incrementado de manera significativa, mientras que el empleo de software CAD se puede realizar en la mayoría de ordenadores profesionales (Coloma, 2008).

Esta inversión en hardware necesaria para poder trabajar con equipos que soporten los diferentes software BIM, puede implicar una inversión demasiado importante en empresas de pequeño y mediano tamaño dada actual situación del sector.

### 5.2 Formación Previa y continuada

Aprender BIM, el manejo y el funcionamiento del nuevo software requiere formación debido al desconocimiento general del software y de la nueva tecnología.

Pese a que en un intervalo de tiempo más o menos breve el técnico puede desenvolverse con facilidad en el programa, en cada equipo de trabajo deberá haber un integrante que tenga una formación más avanzada y pueda resolver los trabajos más complejos. Se requiere, pues, de un “BIM Manager” (Coloma, 2008).

Así, los costes de formación y el tiempo invertido en adquirir una base sólida de usuario experto puede considerarse un hándicap a la hora de implantar BIM en los despachos de arquitectura sobre todo en las pequeñas empresas.

### 5.3 Cambio de filosofía

Posiblemente sea éste la mayor inconveniente de BIM para su implantación. BIM implica dejar atrás las técnicas de representación como herramientas proyectivas y trabajar de una forma completamente diferente. Además, es necesario que todos los miembros del equipo de trabajo decidan trabajar con BIM (Coloma, 2008).

Por tanto, las empresas que deciden aplicar BIM a sus proyectos necesitan realizar un proceso de cambio tanto de su organización interna como la interacción con las empresas colaboradores de otras disciplinas y los clientes. Deben crearse, además, plantillas y estándares internos de trabajo que faciliten la coordinación y el trabajo en equipo (Gómez, 2013).

Dada la situación actual del sector se cree que es el momento de realizar un cambio positivo que aporte calidad a los procesos de edificación. Se considera que, pese a las limitaciones que se puedan



encontrar, la aportación de BIM al trabajo de arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros y constructoras supera, con mucho, estos obstáculos.

## 6 Level of development (LOD)

El Nivel de Desarrollo (*Level of Development*, en adelante LOD) es una descripción de referencia que permite a los profesionales del sector de la arquitectura, ingeniería y construcción definir e intercambiar con claridad el contenido y la fiabilidad de los modelos de información de edificios durante las diferentes etapas del diseño y durante el proceso de construcción del mismo.

No debe confundirse el concepto de nivel de desarrollo con nivel de detalle, ya que mientras que el nivel de detalle se refiere a la parte gráfica del modelo, el nivel de desarrollo define el grado de precisión geométrica y de información que contiene un elemento (Rodríguez J. L., BIM Panamá, 2014).

El LOD surge como solución a varios de los problemas que aparecen cuando se desea intercambiar datos o cuando una persona distinta del autor quiere extraer información de él puesto que es fácil malinterpretar el grado de desarrollo en que modela un elemento.

Del mismo modo, ayuda a los equipos, incluidos los promotores, a especificar entregables BIM y obtener una imagen clara de lo que se incluirá en los mismos. Además, también proporciona un estándar al que se puede hacer referencia en los contratos y planes de ejecución BIM.

Para definir los distintos niveles de desarrollo se pueden emplear las definiciones desarrolladas por el *American Institute of Architects* (en adelante AIA) en su documento *E202-2008 Building Information Modeling Protocol*<sup>2</sup>.

Los niveles de desarrollo, según la AIA, son los siguientes:

- **LOD 100.** Se trata de un nivel diseño conceptual del edificio que proporciona un análisis del volumen, el área y la orientación mediante la aplicación de criterios de funcionamiento asignados a los elementos del modelo de representación. Es posible estimar los costes del modelo basado en el área o el volumen con técnicas de estimación conceptuales.
- **LOD 200.** Se trata de un nivel de diseño que aporta una visión general en el que los elementos se modelan como sistemas generalizados o conjuntos con cantidades aproximadas, tamaño, forma ubicación y orientación. La información no geométrica también puede estar unida a elementos de modelo. Se puede realizar una estimación de costes sobre la base de los datos aproximados facilitados y técnicas de estimación conceptuales como por ejemplo, el volumen y la cantidad de elementos seleccionados.
- **LOD 300.** Se trata de un nivel que aporta una información y geometría precisa, pendiente de algún detalle constructivo.

---

<sup>2</sup> E202-2008 Building Information Modeling Protocol ha sido actualizado en la nueva versión E203-2013 Building Information Modeling Protocol.

Aporta, asimismo, medidas más precisas en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La información no geométrica también puede estar unido a elementos del modelo.

La estimación de costes del modelo se realiza en base a los datos específicos proporcionados y a las técnicas de estimación conceptuales.

- **LOD 400.** Se trata de un nivel que contiene el detalle necesario para la ejecución del edificio. Los elementos del modelo contienen información precisa de tamaño, forma, localización, cantidad, orientación y fabricación. La estimación de costes se basa en el coste real de los elementos que contiene el modelo.
- **LOD 500.** Es el último nivel de detalle. Representa el proyecto que ya se ha construido. Consta de elementos construidos reales y precisos en términos de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación. La información no geométrica también puede estar unida a elementos de modelo. Se trata del modelo adecuado para el mantenimiento y funcionamiento de la instalación.

Con la nueva edición E203-2013 Building Information Modeling Protocol de la AIA se ha añadido un nuevo nivel de desarrollo por la necesidad de un LOD que definiera los elementos de modelo suficientemente desarrollados para permitir la coordinación entre disciplinas. Los

requisitos de este nivel se encuentran entre el LOD 300 y LOD 400 por lo que ha pasado a denominarse **LOD 350**.

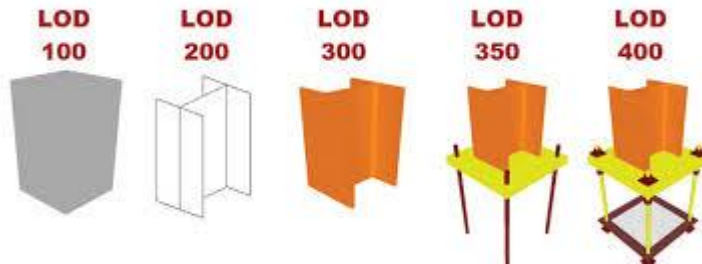


Figura 6. Niveles LOD. Fuente <http://ikerd.com/publications>

## 7 Interoperatividad

Según el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (1990), se entiende por interoperatividad la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

Centrándonos en el sector de la construcción, la interoperatividad se define como el intercambio de información entre aplicaciones informáticas y entre los distintos agentes a lo largo del proceso constructivo (Muñoz, 2013).

Precisamente es la interoperatividad entre aplicaciones otro de los aspectos más importantes de BIM, ya que una vez generados todos los objetos paramétricos del modelo, el siguiente paso es conseguir una fácil comunicación entre los distintos modelos de información (Coloma, 2008).

La importancia de la interoperatividad radica en alcanzar una buena comunicación entre los agentes, disponer de información de manera más o menos inmediata y que el intercambio de esta información se realice de una forma sencilla. En caso contrario, se produce un aumento del coste tanto en la realización de proyectos como en proyectos terminados. Por tanto, la falta de interoperatividad entre agentes provoca también pérdida de tiempo y, por consiguiente, de dinero (FIDE, 2009).

No obstante, según Muñoz (2013) la interoperatividad es cara y compleja:

- Cara: puesto que las empresas desarrolladoras de aplicaciones BIM han de hacer un gran esfuerzo para poder llevarla a cabo por la complejidad de la misma.
- Compleja: al aparecer nuevas necesidades que no están cubiertas por los estándares existentes, surgen de forma continua nuevos estándares y estos están en continuo cambio.

Por consiguiente, surge la necesidad de crear unos estándares de procesos BIM, guías que sirvan de orientación. Con estas directrices se conseguiría reducir el tiempo de inversión en interoperatividad, mejorar los mecanismos de importación/exportación de aplicaciones y establecer acuerdos sobre qué, para quién y cuándo se modela, etc.



*Figura 7. Logotipo BuildingSmart. BuildingSmart*

## 7.1 Industry Foundation Classes (IFC)

Como se ha mencionado anteriormente, en el mercado existe un amplio abanico de software que permiten llevar a cabo los proyectos mediante BIM. Teniendo en cuenta que esta metodología implica el intercambio de información, se ha visto necesaria la creación de un formato común que permita intercambiar ficheros de información producidos por aplicaciones de empresas desarrolladoras distintas que garantice la interoperatividad entre aplicaciones y agentes.

El formato IFC fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual BuildingSmart.

Todas las aplicaciones BIM que soportan IFC pueden leer y crear información y así intercambiarla con otros programas. Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico (actualmente hay más de 600 clases y están en continua ampliación).

En la actualidad, la funcionalidad no es total entre aplicaciones. Por ejemplo, de una aplicación a otra se puede leer información acerca de un muro pero no sus propiedades acústicas, por lo que todavía hoy hay una pequeña pérdida de información. No obstante, el simple hecho de poder intercambiar información ahorra tiempo y hace que sea una herramienta eficaz tanto para el desarrollo del proyecto, la entrega, la documentación *as-built*, como para la gestión del mantenimiento del edificio, ya que contiene toda la información generada a lo largo del ciclo de vida del proyecto (IfcWorkshop, 2011).

En definitiva, se puede concluir que las principales ventajas del uso del formato IFC son las siguientes:

- Comunicación entre agentes intervinientes del proceso constructivo mediante un soporte estándar.
- Datos del modelo definidos una vez por agente responsable y transmitidos a los demás agentes lo cual implica un aumento de calidad, reducción de costes y fiabilidad de la información de proyecto.
- Se estima un ahorro en costes del 15% en algunas primeras implementaciones (IfcWorkshop, 2011).
- Es de especificación abierta y no pertenece a ningún desarrollador de aplicaciones BIM.
- Comunicar objetos con funcionalidad y especificaciones entre distintos programas.

## 7.2 Information Delivery Manual (IDM)

Dado que en los proyectos de construcción intervienen distintas entidades es necesario establecer cuál va a ser el flujo de información entre ellas y como debe interpretarse la misma (Muñoz, 2013).

De esta forma surge IDM, una metodología para definir tanto los procesos como los flujos de información. Especifica cuándo se requiere determinado tipo de información durante el proceso de construcción y la información que cada agente de la construcción necesita.

La *BuildingSmart* ha desarrollado la ISO 29481-1-2010 “Building Information Modeling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format”.

Actualmente se están desarrollando diferentes IDM's que corresponden con diferentes etapas del proceso constructivo (Muñoz, 2013).

Una vez dicho lo anterior, se quiere remarcar que la finalidad de los procesos IDM es establecer flujos de trabajo que nos ayuden a transmitir, de manera adecuada, la información del proyecto.

### 7.3 Information Framework Dictionary (IFD)

IFD consiste en un estándar referente a los datos de los procesos de construcción. Hace posible la interoperabilidad entre software, ya que posibilita la comunicación entre diferentes programas. Consiste, por tanto, en un catálogo de productos nombrados de una manera determinada (IfcWorkshop, 2011).

IFD distingue el nombre (en cada idioma) de un elemento del concepto que representa. No se trata de un vocabulario que permita la traducción de un idioma a otro (Muñoz, 2013).

En otras palabras, IFD persigue establecer una nomenclatura para los datos del modelo de manera que se pueda compartir la información de distintos programas y bases de datos. Actualmente, no existe un diccionario en español por lo supone una barrera en la implementación de IFC en España.



## 7.4 Formato de Intercambio de Datos en la Edificación (FIDE)

Es un modelo de datos BIM desarrollado en España en el año 2011 y promovido por la Generalitat Valenciana y el Ministerio de Vivienda que establece un marco de referencia de intercambio de información común a todos los agentes que participan en un proyecto de edificación basado en el estándar internacional IFC. Se trata, pues, de una herramienta que establece la metodología del intercambio de información entre los agentes y entre éstos y la Administración Pública.



*Figura 8. Logotipo FIDE. Comité FIDE.*

Se centra en el ámbito del Código Técnico de la Edificación (CTE), que comprende el marco normativo que establece las exigencias que tienen que cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Además, es un formato abierto y público, disponible para todos los agentes que participan en un proyecto de edificación.

La información completa asociada a un proyecto y generada a lo largo de la vida útil de un proyecto estará disponible para todos los agentes.

La utilización del modelo de datos FIDE permite la compatibilidad entre distintas aplicaciones de software, reduciendo la dependencia de los proyectos de edificación de los formatos y sistemas propietarios (IfcWorkshop, 2011).

El modelo FIDE debe abarcar información sobre los siguientes aspectos:

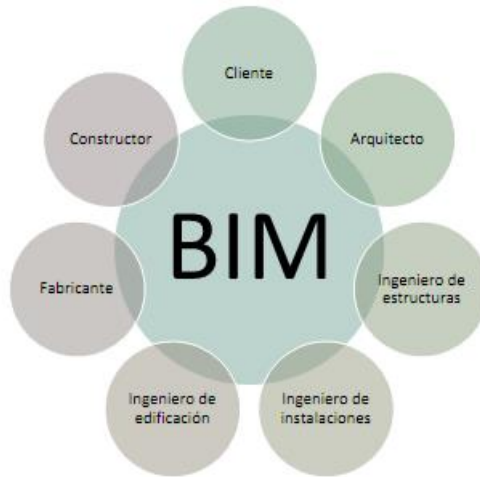
- El edificio: Debe contener información administrativa del mismo como su situación geográfica, estructura, entorno, etc.
- Los agentes: Se trata de toda la información referente a las personas que van a intervenir en el proceso desde su concepción.
- Elementos constructivos: Albergará información sobre todos los elementos que componen los edificios (cerramientos, carpintería, rampas, elementos constructivos, materiales e instalaciones).

Con todo, para conseguir la interoperabilidad ha de tenerse en cuenta el formato de datos, la semántica, las relaciones entre objetos, el nivel de detalle, etc.

## 8 Forma de trabajo

Con todo lo visto hasta el momento es evidente que la forma de trabajo de esta nueva tecnología es completamente diferente al flujo de trabajo de la metodología tradicional.

Para poder trabajar con BIM y que el proyecto se lleve a cabo a través de diversos usuarios la información debe de estar coordinada. Esta condición se puede llevar a cabo de manera más o menos fácil mediante las aplicaciones CAD si se emplean unos procedimientos adecuados, hay pocos usuarios y los proyectos no son muy grandes. Sin embargo, la gran cantidad de archivos complica la gestión de los mismos (Gómez, 2013).



*Figura 9. Integración de todos los participantes del proceso. Iván Gómez 2013*

Una de las características fundamentales de la forma de trabajo de BIM es el entorno colaborativo. Para ello la información aportada por cada integrante debe de estar disponible para los demás, por lo que el flujo de datos entre plataformas tiene que tener sentido bidireccional.

A través de la gráfica “BIM Maturity Diagram” se definen cuatro niveles de adaptación del trabajo colaborativo.

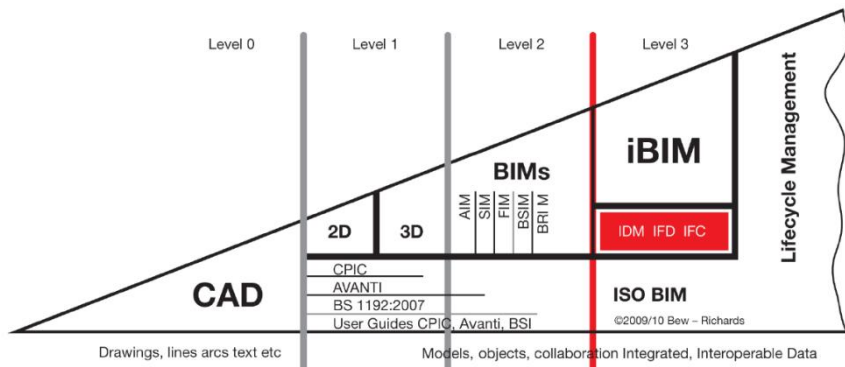


Figura 10. "BIM Maturity Diagram". Mervyn Richards y Mark Bew

### Nivel 0

Se trata del nivel de adaptación más bajo y esto es por trabajar toda la información a los archivos CAD bidimensionales que disponen de pocos o nulos estándares o procesos de trabajo con CAD. Actualmente, se trata del nivel más extendido en España en el sector de la construcción (RIBA, 2012).

### Nivel 1

Consiste en el siguiente paso del nivel anterior. Se utiliza el modelado tridimensional basado en CAD, pero es poco frecuente que la información se use de forma colaborativa entre todos los agentes intervinientes. El software 3D se emplea como una herramienta de diseño conceptual durante las etapas tempranas del proyecto para la visualización del cliente. Sólo grandes contratistas han empleado BIM para sus procesos de diseño (RIBA, 2012).

## *Nivel 2*

En este nivel, se requiere un modelo BIM 3D en el que los miembros de los equipos de diseño estén integrados y coordinados. Los modelos BIM de arquitectura, estructura e instalaciones pueden estar plenamente integrados o haber sido realizados por separado. No obstante, el diseño debe ser gestionado y coordinado por una norma o estándar (Gómez, 2013) y (RIBA, 2012).

En este nivel también deben definirse los roles y responsabilidades de los distintos integrantes en relación al trabajo realizado.

Además, los resultados de cada etapa de diseño requieren de una mayor definición. Para ello se precisa que el diseñador principal aclare los requisitos de cada etapa con el fin de coordinar el diseño a medida que avanza (RIBA, 2012).

Cabe mencionar que el gobierno de Reino Unido ha dado como fecha límite el año 2016 para todas las empresas de proyectos de construcción para realizar sus proyectos con BIM en un Nivel 2.

## *Nivel 3*

Es en este nivel dónde ya se reclama un único modelo de información con un entorno completamente colaborativo mediante el diseño, entrega y gestión del edificio durante su vida útil. Para ello será necesaria la interoperabilidad de software (RIBA, 2012).

Se pretende trabajar en un único modelo estableciendo autorizaciones de visualización y/o edición a según qué integrantes de los equipos de diseño. Además, con un proceso más sofisticado de técnicas de programación será posible evitar que los diseñadores trabajen sobre la misma área (RIBA, 2012).

Para llevar a cabo todo lo anterior, se emplean estándares de trabajo comunes para todos los técnicos integrantes del proyecto. Dichos estándares deben ser creados por las empresas (Gómez, 2013).

Se trata un nivel más avanzado que actualmente es difícil de alcanzar en España debido a la falta de formación de los técnicos y la poca disposición de nuevas tecnologías (Gómez, 2013).

## 9 Las dimensiones de BIM

Como se ha visto a lo largo de los apartados anteriores, con BIM obtenemos un modelo tridimensional del edificio cuyo valor máximo es la información que contiene. No obstante, a este modelo 3D se pueden añadir más dimensiones a los modelos BIM.



Figura 11. Dimensiones BIM. García Pedraza 2014

## 9.1 BIM 4D

Tal y como indica Eugenio Rodríguez (2012), la dimensión 4D integra al modelo 3D la variable tiempo en el proceso. En esta dimensión se añade información al modelo virtual 3D referente a la planificación de obra (ruta crítica del proyecto). De este modo se consigue optimizar los suministros, plazos, etc.

Con BIM 4D se pueden generar visualizaciones intuitivas que permiten realizar un análisis detallado de ejecución de obra dirigida a través de una línea de tiempo. No obstante, BIM 4D no pretende realizar representaciones visuales, sino que la información que añade permite, por ejemplo, hacer planificaciones de obra sobre el modelo y optimizar los flujos de trabajo (Rodríguez E. , 2012).

Así, con el factor tiempo en el modelo BIM se consigue gestionar la ejecución de la obra y anticiparse a posibles problemas de espacio para la ejecución del edificio aumentando, de esta manera, la calidad del proceso.

## 9.2 BIM 5D

Con BIM 5D se añade la dimensión de los costes de la obra generando un mayor control sobre el proyecto ya que cualquier cambio en el diseño queda reflejado inmediatamente en el presupuesto.

Los propietarios y la dirección de obra pueden tomar las decisiones oportunas al poder disponer de una base de datos de costes y precios al poder observar cómo un cambio en el diseño influiría en la programación y en el presupuesto del proyecto (Salih, 2013).

De esta forma, tanto los propietarios como los técnicos pueden conseguir realizar la obra en los plazos establecidos y con los costes previstos.

### 9.3 BIM 6D

La sexta dimensión de BIM aporta valor al modelo al conseguir realizar análisis de consumo de energía en fases tempranas del diseño del edificio. Además, permite la medición de la ocupación durante la construcción.

Así, se obtienen estimaciones completas y precisas que permiten la toma de decisiones apropiadas para un mejor rendimiento de la edificación (Impararia, 2014).

### 9.4 BIM 7D

BIM 7D es la dimensión empleada para las operaciones de mantenimiento de las instalaciones durante la vida útil de los edificios ya que consiste en un modelo *as-built* de los mismos. Permite conocer el estado de las instalaciones, especificaciones sobre su mantenimiento, manuales de uso, fechas de garantía, etc (Impararia, 2014).

Así pues, con BIM 7D se consigue optimizar la gestión del edificio hasta su demolición.



## 10 Diferencias con la metodología tradicional

Llegados a este punto, resulta evidente que BIM cambia por completo la forma de trabajo que se ha venido desarrollando. A continuación, se procede a enumerar algunas de las diferencias más destacables entre CAD y BIM.

- Elementos. CAD es un programa de diseño basado en puntos, líneas, arcos, polígonos,..., a los que se puede asociar un nombre, color, capa o definición de línea. Es, por tanto, un dibujo virtual. Por el contrario, con BIM no se diseña, sino que se construye. Las líneas, arcos, etc., pasan a ser elementos constructivos definidos como muros, techos o puertas con unas propiedades determinadas y relacionados entre sí (Farratell, 2010).

Por ejemplo, mientras que al introducir una puerta o ventana en BIM, se realiza de forma automática el hueco en el muro, con CAD se debe hacer manualmente. Igualmente, en caso de modificación de las dimensiones de la puerta o ventana, con BIM se ajusta el hueco del muro mientras en CAD se debería volver a editar las líneas para acoplarlas al cambio.

- Fiabilidad. La existencia de una única base de datos de la que se extrae información implica que todas las vistas del proyecto están relacionadas entre sí. Por contra, en CAD son entidades independientes por lo que ante cualquier cambio en una de las vistas hay que preocuparse de ver cómo le afecta esta modificación a las restantes vistas y editarlas. Igualmente, la falta de conexión de las vistas posibilita de duplicidad de información en un mismo archivo, es decir, que hayan dos

plantas distintas de un mismo nivel. Esta duplicidad de información puede desembocar en un gran número de errores e incoherencias.

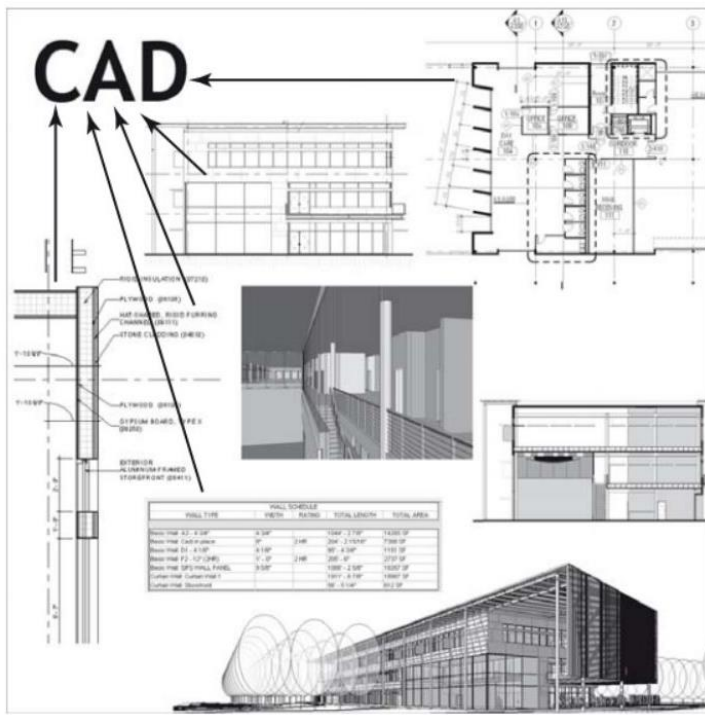


Figura 12. Modelo en CAD. Green BIM 2008

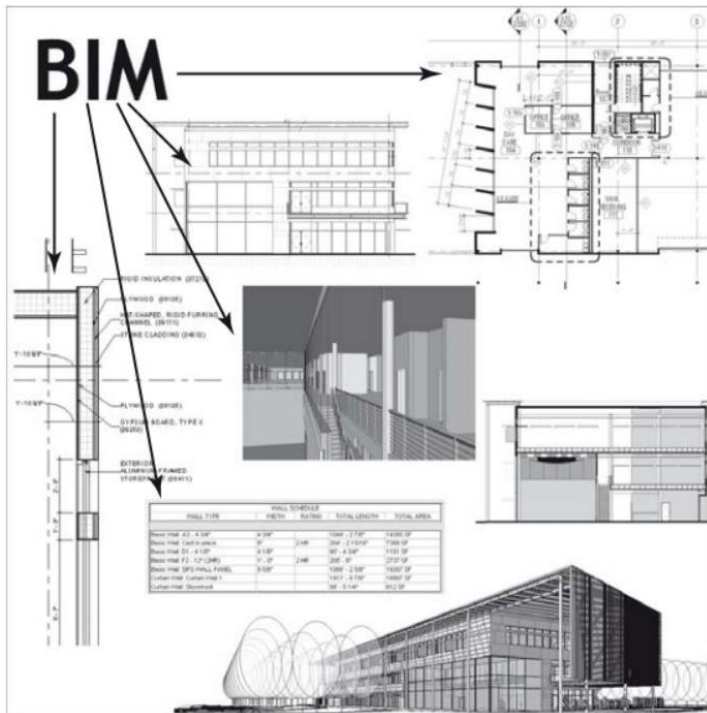


Figura 13 Modelo en BIM. Green BIM 2008

- Gestión de la información. Otro aspecto a destacar es la gran cantidad de archivos distintos que se generan en la metodología tradicional durante el proceso de redacción de un proyecto. Esta gran cantidad de información se traduce en una importante dificultad para encontrar el archivo y la versión que se precisa en un momento dado. El problema se ve agravado cuanto más complejo sea el proyecto o mayor número de

personas participen. De manera opuesta, con BIM toda la información está contenida en el modelo, disponible y actualizada, para todos los miembros del equipo.

- Trabajo en grupo. Como se ha visto en los puntos anteriores, BIM comporta un trabajo colaborativo en el que todos los intervinientes del proceso constructivo participan en el mismo desde la concepción del diseño. En la metodología tradicional el arquitecto diseña el edificio y manda sus planos a ingenieros para que calculen estructuras e instalaciones y muchas veces no se llegan a comprobar posibles interferencias. Posteriormente, se le entrega la documentación de proyecto al constructor mientras que en BIM, éste tiene la información disponible mucho antes.

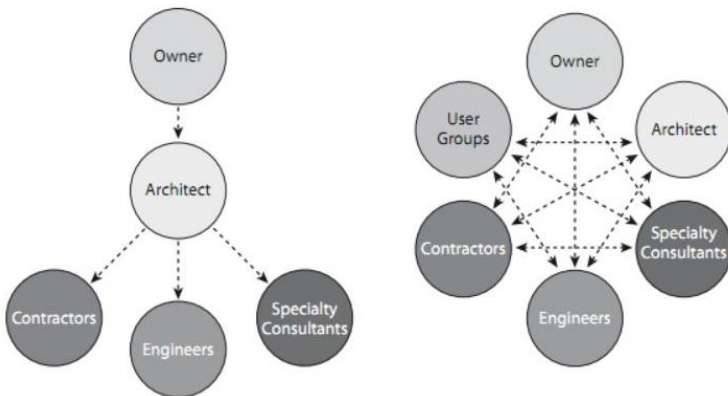


Figura 14. Comparativa de modelos de equipos de trabajo. Green BIM 2008

- Intervención de los agentes. La participación de los agentes (promotor, arquitecto, ingeniero de estructuras e instalaciones y constructor) es distinta de una metodología a otro. Mientras que con la metodología tradicional se producen cortes en el tiempo para el trabajo con la metodología BIM esto no se produce al estar toda la información disponible y actualizada.

## 11 Herramienta de trabajo. REVIT Autodesk

El software empleado para el desarrollo de la parte práctica de este trabajo ha sido Autodesk Revit 2014 con licencia de estudiantes para tres años.

Según se indica en la página web de Autodesk, Revit ha sido creado para el diseño de proyectos BIM permitiendo a los profesionales del diseño y la construcción transformar las ideas desde el concepto hasta la terminación con un enfoque coordinado y homogéneo basado en modelos. Además, con Revit MEP y Revit estructura se integra en un mismo programa tanto la parte de arquitectura como la de instalaciones y estructura.

Tal y como describe Autodesk, el software Revit consiste en un sistema de diseño y documentación mediante los dibujos y tablas de planificación que se requieren para un proyecto de construcción.

### 11.1 Descripción de términos de Revit

A continuación se procede a definir de manera más o menos breve los términos que emplea Revit y que se utilizarán en los siguientes

apartados a partir de la documentación consultada de Autodesk: Ayuda del usuario de Revit Architecture 2011.

### Proyecto

El proyecto es, según Revit, la base de datos con información sobre la construcción. El archivo contiene toda la información referente a geometría y construcción.

### Nivel

Los niveles consisten en planos horizontales infinitos, que sirven de referencia a los elementos que alberga, como suelos y techos.

Por ejemplo, los niveles se crean tanto para definir una planta vertical de un edificio como para referenciar alguna altura específica como la parte inferior de una cimentación.

### Elemento

Revit está compuesto por diferentes elementos que se encuentran clasificados por categoría, familia y tipo.



Figura 15. Categoría, familia y tipo del pilar. Autodesk

### *Categoría*

Una categoría es un grupo de elementos que se utilizan para modelar muros, ventanas, pilares, etc.

### *Familia*

Las familias son clases de elementos en una categoría. Una familia agrupa elementos con un conjunto de parámetros comunes (propiedades), con una misma utilización y representación gráfica similar. Los distintos elementos de una familia tienen diferentes valores en algunas o todas sus propiedades, pero conservan el mismo conjunto de propiedades (sus nombres y significados).

### *Tipo*

Cada familia contiene varios tipos. Un tipo puede ser un tamaño específico de una familia. Sería el caso de distintas dimensiones de puerta.

### *Ejemplar*

Los ejemplares son los elementos reales (individuales) que se colocan en el proyecto y tienen ubicaciones específicas en la construcción (ejemplares de modelo) o en el plano de dibujo (ejemplares de anotación).

## 11.2 Comportamiento de los elementos en un modelador paramétrico

En Revit se encuentran tres tipos de elementos:

- **Elementos de modelo:** representan la geometría 3D real de un edificio. Aparecen en vistas relevantes del modelo. Muros, ventanas, puertas y cubiertas son ejemplos de elementos de modelo.
- **Elementos de referencia,** que ayudan a definir el contexto del proyecto. Rejillas, niveles y niveles de referencia son ejemplos de elementos de referencia.
- **Elementos específicos de vista,** que aparecen sólo en las vistas en que se encuentran. Son útiles para describir o documentar un modelo. Cotas, etiquetas y componentes de detalle 2D son ejemplos de elementos específicos de vista.

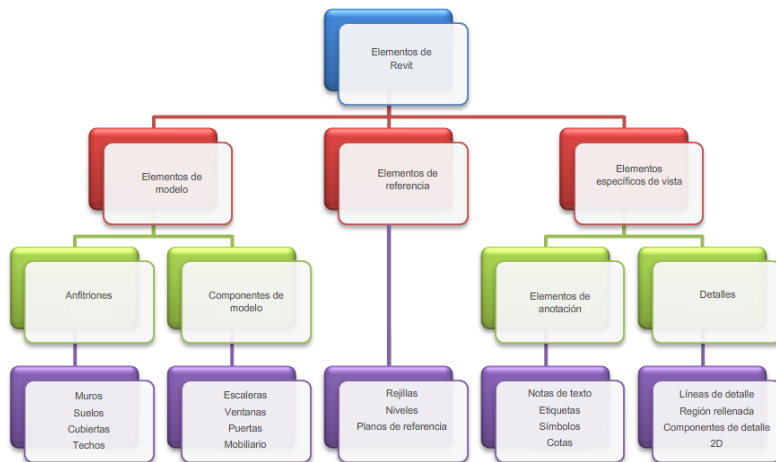


Figura 16. Elementos Revit. Autodesk



Hay dos tipos de elementos de modelo:

- **Elementos anfitriones**, contruidos normalmente en el emplazamiento de construcción. Sería el caso de muros y techos.
- **Componentes de modelo**, que constituyen el resto de elementos en el modelo de construcción insertados en los anfitriones, como ventanas, puertas o armarios.

Hay dos tipos de elementos específicos de vista:

- **Elementos de anotación**: Las cotas, notas clave o etiquetas, por ejemplo, se sitúan dentro de esta clasificación. Son los componentes en 2D que documentan el modelo y mantienen la escala en papel.
- **Detalles**: Las líneas de detalle, regiones rellenas o componentes de detalle en 2D son ejemplos de estos elementos 2D, que proporcionan detalles sobre el modelo de construcción en una vista particular.

El comportamiento de los elementos está determinado por cómo se dibuja el componente y por las relaciones de restricción que se establece con otros componentes. Además de las relaciones que van implícitas en lo que se dibuja y cómo se dibuja, el usuario puede controlar bloqueando cotas o alineando elementos.

### 11.3 Propiedades de elemento

Los elementos tienen dos conjuntos de propiedades que controlan el aspecto y el comportamiento: propiedades de tipo y de ejemplar.

#### *Propiedades de tipo*

El mismo conjunto de propiedades de tipo es común a todos los elementos de una familia y cada propiedad tiene el mismo valor para todos los ejemplares de un tipo de familia concreto.

Por ejemplo, todos los elementos que pertenecen a la familia *escritorio* tienen una propiedad *anchura*, pero su valor varía según el tipo de familia.

El cambio del valor de una propiedad de tipo afecta a todos los ejemplares actuales y futuros de ese tipo de familia.

#### *Propiedades de ejemplar*

También se aplica un conjunto común de propiedades de ejemplar a todos los elementos pertenecientes a un tipo de familia concreto, pero los valores de estas propiedades pueden variar según la ubicación de un elemento en un edificio o un proyecto. Por ejemplo, las cotas de una ventana son propiedades de tipo mientras que su alzado del suelo es una propiedad de ejemplar.

El cambio de valor de una propiedad de ejemplar afecta únicamente a los elementos seleccionados o al elemento que se va a colocar.

# Capítulo 3.

## El Proyecto. Edificio La Venta

El Proyecto de Ejecución sobre el que se ha desarrollado el presente Trabajo Fin de Grado ha sido facilitado por las tutoras Inmaculada Oliver y Begoña Fuentes.

Los autores del proyecto son Nevado, Torner y Torres, Arquitectos Asociados S.L.P. La empresa promotora que también construyó el edificio fue Construcciones Francisco Martínez S.L.

### 1 Características de la parcela

El edificio está implantando en el municipio de Llíria (Valencia) en suelo residencial intensivo en la zona Eixample Ens. 3.1 Zona Duc de Llíria i Pla de L'Arc.

El solar donde se ubica el edificio consta de una superficie de 379,62 m<sup>2</sup>. Se trata de un solar recayente a tres calles; C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal.

### 2 Composición del inmueble y programa de necesidades.

El edificio está compuesto por una planta sótano, planta baja comercial, tres plantas tipo de viviendas y una planta ático con un total de 11 viviendas. El zaguán tiene acceso por la C/ de La Venta.

Así pues, el edificio se encuentra estructurado de la siguiente manera:

- Sótano. Se trata de un sótano de una planta bajo rasante cuyo uso se destina a aparcamiento con una capacidad máxima de 11 plazas de garaje.
- Planta baja. Situada a nivel de rasante de las calles se encuentra en ella el acceso de vehículos a planta sótano, el zaguán con acceso desde vía pública y dos bajos comerciales sin distribución interior.
- Viviendas. Las tres plantas tipo constan de tres viviendas cada una de ellas. La planta ático dispone de dos viviendas. Todas las viviendas tienen acceso mediante ascensor y escalera, ventilada e iluminada a patio de luces.
- Planta cubierta. Se accede mediante la escalera y en dicha planta se encuentra el cuarto de máquinas del ascensor y el cuarto de la RITI.

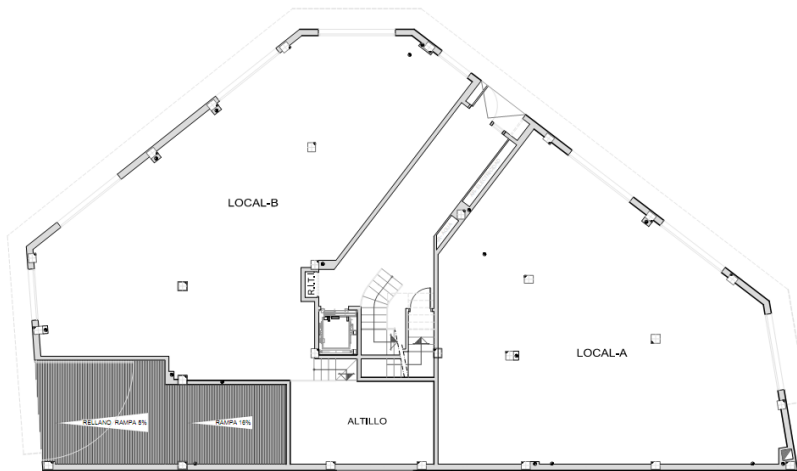


Figura 17. Plano de planta baja. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004



Figura 18. Plano de planta tipo. Nevado Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

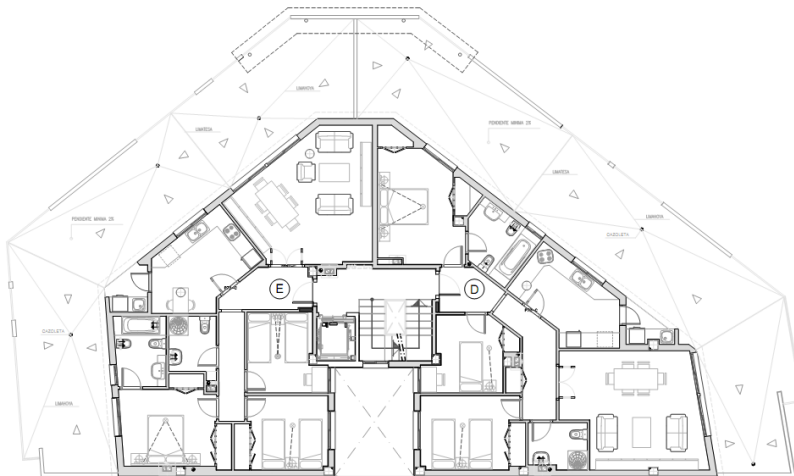


Figura 20. Plano de planta ático. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

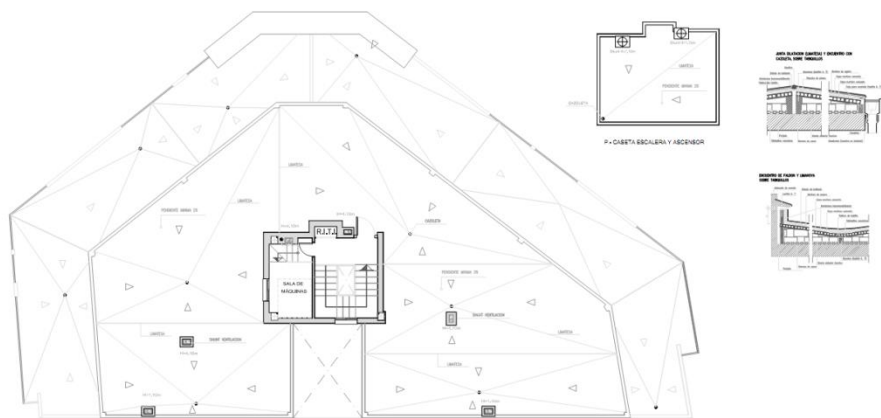


Figura 19. Plano de planta cubiertas. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

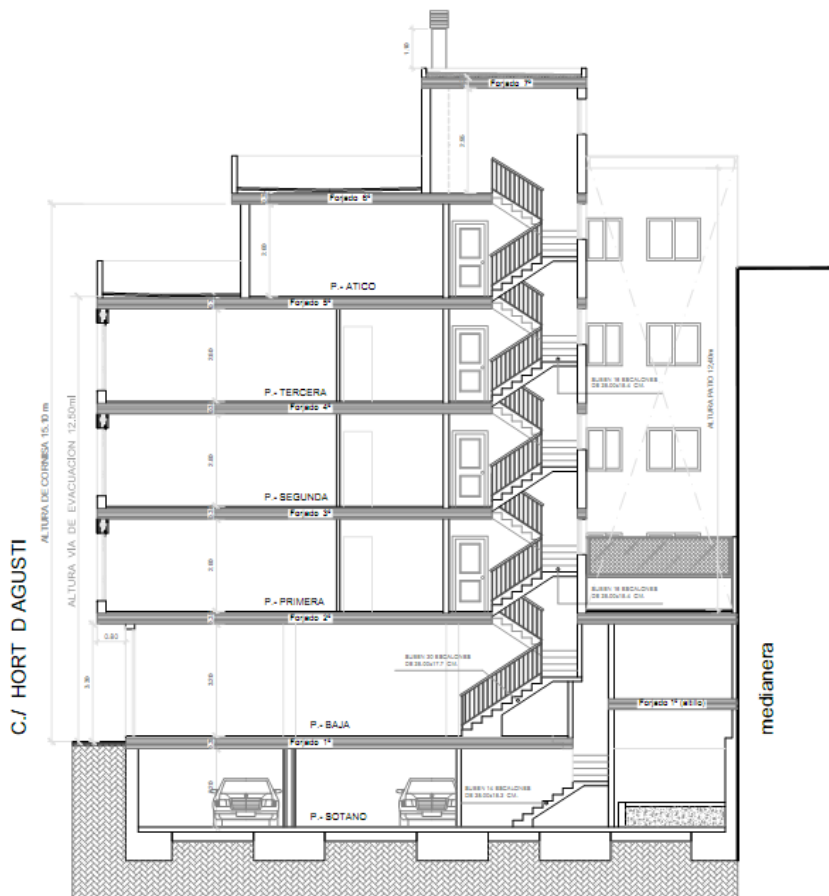


Figura 21. Plano sección tipo. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

### 3 Tipología constructiva

Se trata de un edificio cuya estructura es de hormigón armado in situ (pilares de hormigón armado, muros de carga de bloque de hormigón y forjados unidireccionales compuestos por semiviguetas, bovedilla de hormigón y capa de compresión). En cuanto a la cimentación, ésta es superficial formada por una losa.

En lo referente a la envolvente del mismo, consiste en cerramientos convencionales de doble hoja de ladrillo cerámico con cámara de aire y aislamiento térmico y cubiertas planas transitables.

Las particiones interiores están compuestas por ladrillo cerámico hueco a excepción de la caja de ascensor y la división entre viviendas y elementos comunes que se realiza con bloque cerámico.

Los acabados de paredes están realizados con azulejos de gres para las zonas húmedas y enlucidos de yeso y pintura en las zonas secas. Los suelos de las zonas húmedas están compuestos por baldosas de gres mientras que las zonas comunes y las zonas secas de las viviendas están constituidas por mármol.

En cuanto a las instalaciones, se hallan las instalaciones convencionales para un edificio de viviendas: agua fría, agua caliente sanitaria, eléctrica de ventilación, telecomunicaciones, evacuación de aguas y climatización.



# Capítulo 4.

## Caso práctico

A continuación, se procede a explicar el proceso que se ha seguido para realizar el proyecto con la tecnología BIM.

El trabajo, como se ha dicho anteriormente, se ha desarrollado mediante la herramienta REVIT de Autodesk con licencia de estudiantes.

### 1 Estudio Previo

La primera fase de trabajo de este caso práctico, una vez se dispuso de toda la documentación, consistió en un estudio pormenorizado del proyecto.

Para llevar a cabo dicho estudio se hicieron unas primeras lecturas de la memoria, tanto descriptiva como constructiva, de las mediciones y presupuestos así como de la documentación gráfica.

Durante esta fase de estudio del proyecto se detectaron diferentes incongruencias del tipo de soluciones constructivas y de materiales.

Las incongruencias sobre soluciones constructivas, como por ejemplo incoherencias entre la memoria constructiva y el presupuesto en el tipo de cubierta plana, se detallarán en el siguiente apartado ya que es en dicho momento cuando interfieren en el trabajo desarrollado.

En cuanto a las incongruencias sobre materiales, son generalmente dimensiones o espesores que no coinciden. Por ejemplo, dimensiones de las baldosas de mármol según presupuesto (40 x 20 cm) y según memoria constructiva (40 x 40 cm). Igualmente ocurre con el tipo de pintura del interior de las viviendas, mientras que según la memoria se trata de pintura lisa, en el presupuesto se indica pintura con acabado goteado fino.

Una vez estudiado, analizado y comprendido el proyecto de ejecución se procedió a su desarrollo en los diferentes niveles de desarrollo a través de la herramienta BIM elegida.

## 2 Niveles de desarrollo

Puesto que el caso que nos ocupa no se trata de un proyecto del que se parte de cero, sino que se va a realizar a través de la información facilitada, se decide importar las plantas de distribución y de estructura de archivos desarrollados mediante herramientas CAD a Revit.

Desde un primer momento, del proceso de construcción virtual del edificio, se ve la diferencia entre la metodología tradicional y BIM. No se empieza trazando líneas en un punto cualquiera de la ventana de CAD, sino que se establecen unas rejillas que nos ayudarán en el replanteo de elementos constructivos tales como muros o pilares y unos niveles de replanteo en altura de los diferentes elementos como los forjados. Dado que se partió de las plantas de AutoCAD no se precisó emplear rejillas. No obstante, se definieron los niveles en la vista de alzado.

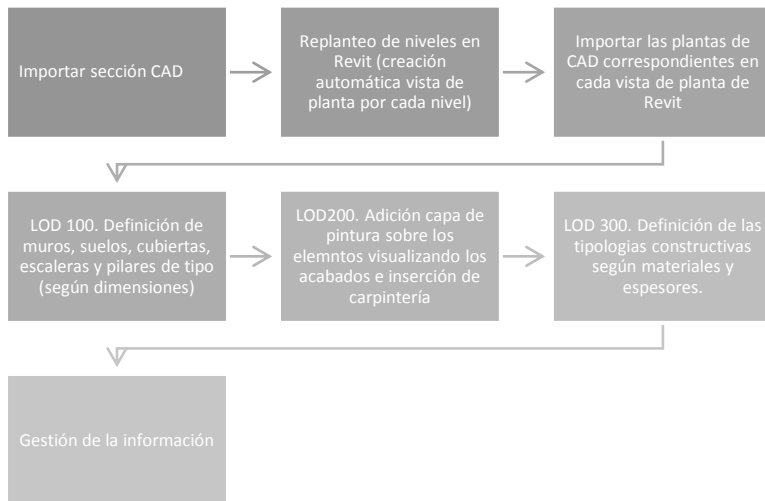


Figura 22. Proceso de trabajo del caso práctico. Fuente propia

## 2.1 LOD 100 del modelo

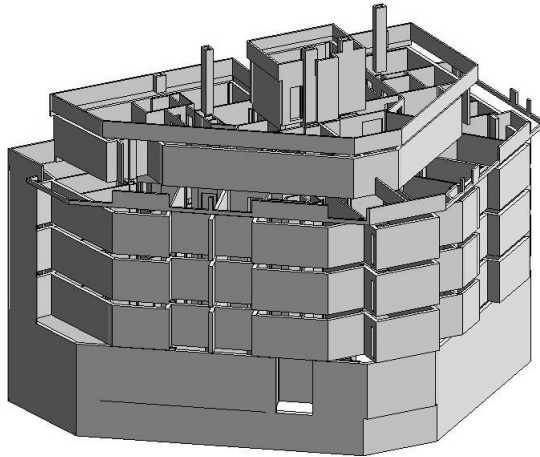


*Figura 23. Contenido LOD 100. Fuente propia*

A partir de este momento, se procedió a definir el proyecto desde un nivel básico que según la AIA definimos como LOD 100.

En este nivel, se definieron los elementos constructivos como elementos básicos por defecto en los que no se especifica materiales por lo que la única información que nos facilita es la referente a medición de superficies, volúmenes o geometrías.

Así, se comenzó por construir los **muros** de todas las plantas del edificio, resolviendo, de manera genérica, los encuentros entre las diferentes particiones de las viviendas. Se definieron tantos muros por defecto como espesores de muros se encuentran en proyecto.



*Figura 24. Muros LOD 100. Fuente propia*

A continuación, se definieron los **suelos** por defecto en cada nivel, dejando los huecos para rampa de acceso a sótano, ascensor y escalera. Al igual que con los muros, se detallaron tantos suelos por defecto como suelos de diferentes espesores se encuentran en el proyecto. Por otro lado, la rampa de acceso a planta sótano no se ha construido mediante el parámetro “rampa” de Revit, ya que al tratarse de una rampa con cambios de sección se aconsejó por parte de las tutoras realizarlo con el parámetro “suelo”. De esta manera, se define un primer suelo inclinado como losa con pendiente del 5% con un espesor de 20 cm, un segundo suelo de forjado con desfase de inicio coincidente con los 0,27 metros a los que baja el primer tramo de rampa con un espesor 31 cm con pendiente de 16%, y un último tramo de suelo como losa inclinada de 20 cm de espesor y una pendiente del 16% que tiene como desfase de 1,20 m la altura que baja el tramo de

rampa 2. Se puede comprobar que dicha pendiente no era real puesto que la rampa no alcanzaba la cota de la planta sótano.

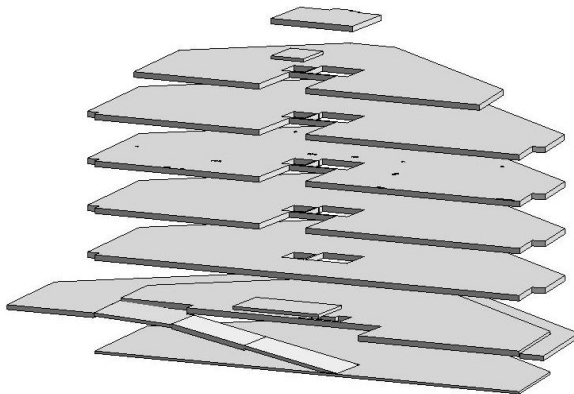


Figura 25. Suelos LOD 100. Fuente propia

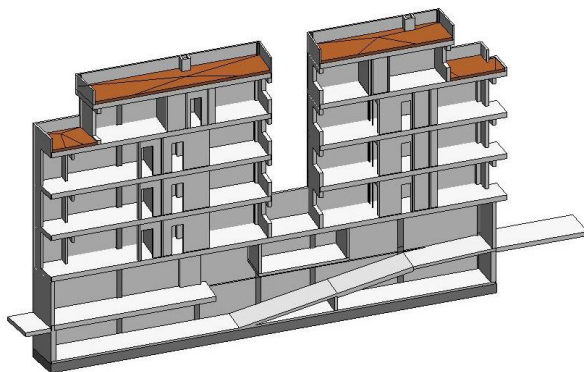


Figura 26. Rampas de acceso a sótano LOD 100. Fuente propia

Una vez definidos muros y suelos se procedió a enlazar ambos elementos constructivos de manera que si, por ejemplo, cambiaba la altura del nivel al estar el muro enlazado al mismo, cambiaría su altura en función del suelo.

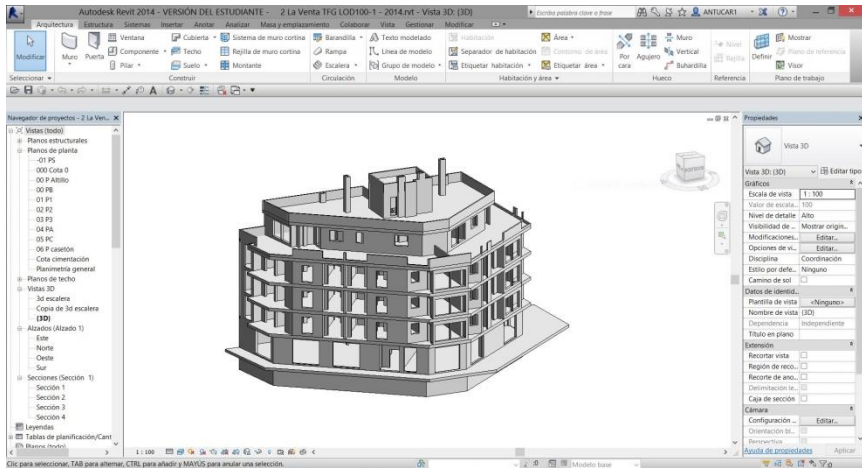


Figura 27. Suelos y muros LOD 100. Fuente propia

Posteriormente, se construyeron las **cubiertas** planas de la planta ático, planta cubiertas y planta casetón. Dado que también se trata de una cubierta genérica no se especifican capas de materiales. No obstante, si se definen las pendientes de proyecto comprobando el cumplimiento de la pendiente mínima y máxima que establece el Código Técnico de la Edificación.

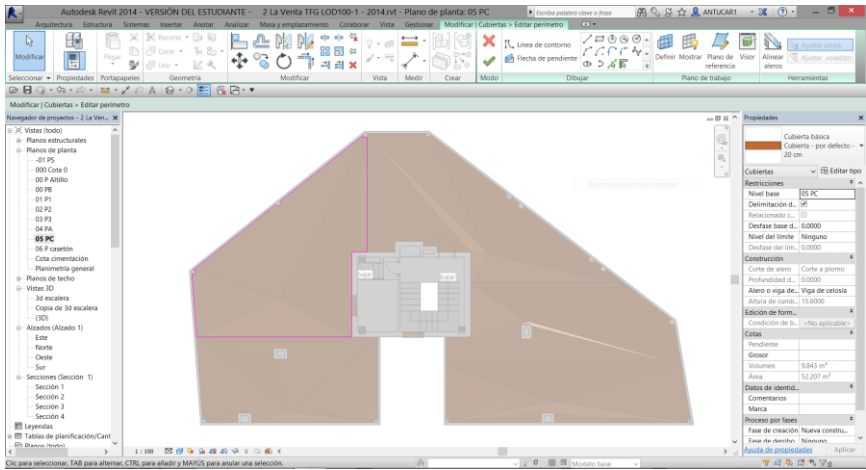
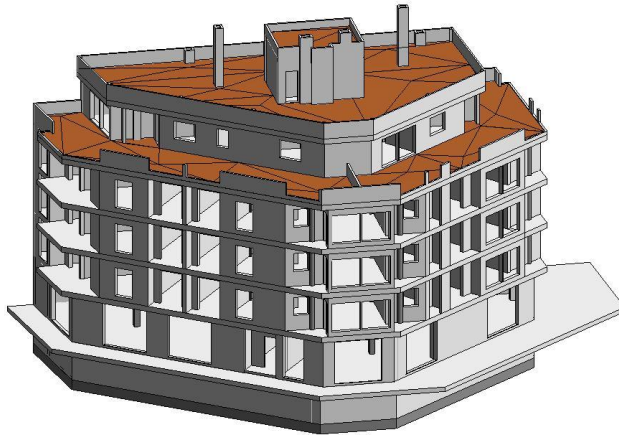


Figura 28. Edición de cubierta LOD 100. Fuente propia

El próximo elemento constructivo que se introdujo en el programa fueron las **escaleras**. El programa no considera las escaleras como un elemento constructivo. Para su construcción se dibujó en planta el boceto de la escalera con los parámetros que definen la misma (huella y contrahuella) previamente definidos.





*Figura 29. Modelo 3D LOD 100. Fuente propia*

Este primer nivel de desarrollo nos permite conocer, de manera orientativa, la geometría del edificio así como el volumen del mismo y superficies de elementos constructivos.

La geometría nos aporta una idea aproximada de cómo será el edificio que nos permite, entre otros aspectos:

- Conocer superficies construidas con las que verificar el cumplimiento del programa de necesidades del promotor. Esto es, número de viviendas, locales comerciales, plazas de aparcamiento, etc.).
- Comprobar el cumplimiento de la normativa urbanística (aprovechamiento, volumen de miradores, alturas de cornisa, cumplimiento de pendientes de cubierta, en su caso).

- Revisar el cumplimiento de la normativa de aplicación como DC/2009, DB-SUA o DB-HS para recorridos de evacuación, superficies mínimas, etc.
- Realizar estudios de soleamiento que le permita al redactor del proyecto justificar ante el promotor las dimensiones de huecos o la distribución interior. Por ejemplo, en nuestro caso, se destina la zona de día en las tres fachadas recayentes a la calle y la zona de noche en la parte posterior en el patio de luces.
- Efectuar estimaciones de costes en función de las superficies y volúmenes.

### *Errores, incongruencias u omisiones LOD 100*

En este primer nivel de desarrollo se han encontrado incongruencias del tipo geométricas y de solución constructiva.

La solución para ambos tipos de incongruencias debería ser consultada con el redactor del proyecto. No obstante, para el desarrollo del TFG se han adoptado decisiones técnicas personales que permitan el avance en el nivel.

## **Incongruencias o errores de tipología constructiva.**

- 1. Cimentación.** Según la información de la memoria constructiva, el presupuesto y los planos, se trata de una cimentación superficial mediante zapatas aislada. No obstante, también aparece documentación gráfica detallada de cimentación superficial por losa. Esto fue debido a que tras conocer los resultados del estudio geotécnico se optó por cambiar el tipo de cimentación. Tras esta modificación, no se actualizó la documentación escrita del proyecto. Esta situación no hubiese tenido lugar con BIM, puesto que al extraerse la información de una única base de datos y haber sido esta modificada, toda la documentación de proyecto hubiera sido actualizada. La solución adoptada ha sido construir la cimentación por losa, ya que, finalmente, fue la solución adoptada.

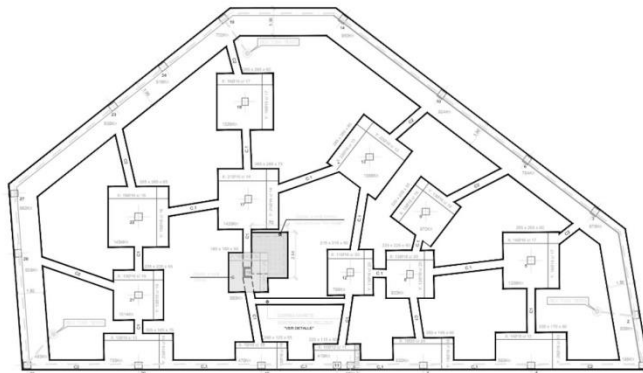


Figura 31. Plano de cimentación por zapatas. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

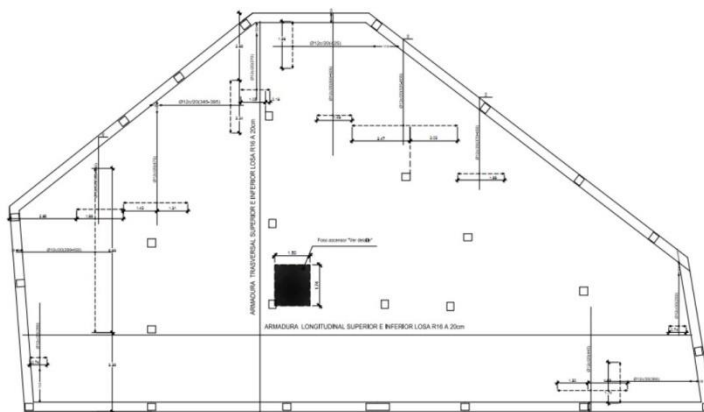


Figura 30. Plano de cimentación por losa. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

**CIMENTACIÓN**

TENSIÓN DEL TERRENO ESTIMADA = 0.20 M Pa

**CIMENTACIÓN DE MURO DE SÓTANO:** Zapata corrida de hormigón armado según planos.  
 Hormigón HA-25/B/20/IIa  
 Acero B-500-S

**CIMENTACIÓN DE MURETE DE FOSO DE ASCENSOR:** Losa de hormigón armado según planos.  
 Hormigón HA-25/B/20/IIa  
 Acero B-500-S

**CIMENTACIÓN DE MURO DE RAMPA:** Zapata corrida de hormigón armado según planos.  
 Hormigón HA-25/B/20/IIa  
 Acero B-500-S

**CIMENTACIÓN DE PILARES:** Zapatas y vigas riostras de hormigón armado según planos.  
 Hormigón HA-25/B/20/IIa  
 Acero B-500-S

Figura 33. Cimentación según Memoria Constructiva. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

Comentario	P.lg.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
2.2 ECSZ.5cbba m3 Hormigón armado HA 25/B/20/IIa preparado, en zapatas, con una cuantía media de 20 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado.					
Zapatas aisladas:	1,00	3,35	1,70	0,80	4,56
	2,00	2,65	2,65	0,60	8,43
	1,00	2,85	1,45	0,65	2,69
	1,00	2,25	2,50	0,50	2,81
	2,00	2,35	2,35	0,55	6,07
	1,00	2,20	1,15	0,50	1,27
	1,00	2,15	2,15	0,50	2,31
	1,00	2,85	2,85	0,80	6,50
	1,00	2,45	1,25	0,55	1,88
	1,00	1,85	1,85	0,50	1,71
	1,00	1,85	2,85	0,75	6,09
	1,00	2,85	2,85	0,75	6,09
	1,00	3,25	1,85	0,75	4,02
	1,00	2,85	2,85	0,80	6,50
zapata foso ascensor	1,00	4,00	1,00	0,25	1,00
<b>Total partida m3 .....</b>					<b>55,64</b>
					<b>117,42</b>
					<b>6.533,25</b>

Figura 32. Cimentación según presupuesto. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

## Incongruencias o errores de tipo geométrico.

1. **Pendiente de rampa de acceso a garaje.** Según la información gráfica y cumpliendo con la normativa vigente se indica un primer tramo con pendiente 5% y un segundo con pendiente 16%. No obstante, al construir el elemento en Revit con pendiente 16%, la rampa no alcanza el nivel de la planta sótano por lo que la información de los planos era incorrecta. Esta equivocación no hubiese sido posible realizarla con BIM ya que Revit acota las pendientes en función de los datos introducidos para la construcción de la rampa.

Dado que la rampa tiene una pendiente real del 18'5% se ha mantenido dicha pendiente para que alcanzase la cota de la planta sótano.

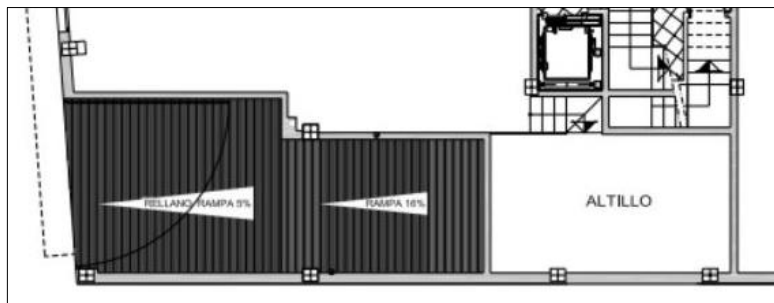


Figura 34. Pendiente rampa 16%. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

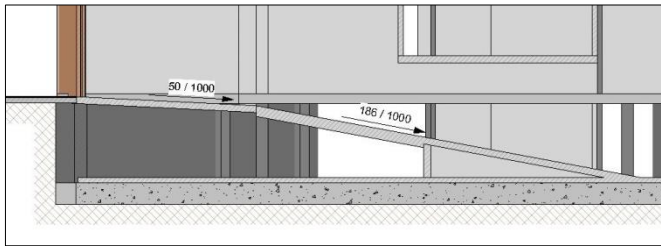


Figura 35. Pendiente real rampa 5% y 18,6%. Fuente propia

- 2. Escalera de PB a P1.** Cuando se procedió a la construcción de la parte curva de la escalera se reparó en que las líneas curvas no eran concéntricas sino que una de ellas estaba modificada para que coincidiese con un punto de la caja del ascensor. Como solución se corrigieron los planos de CAD y sobre éstos se construyó el boceto de la escalera.
- 3. Encuentros de muros.** Dada la geometría de la planta del edificio, se encuentran muros en diferentes direcciones por lo que se producen encuentros de particiones complicados de ejecutar en Revit y que no corresponden con las dimensiones de elementos constructivos reales sino que responden al mero trazado de líneas en CAD. Para poder avanzar y poder añadir materiales en niveles más avanzados, se definieron muros reales con espesores adecuados.

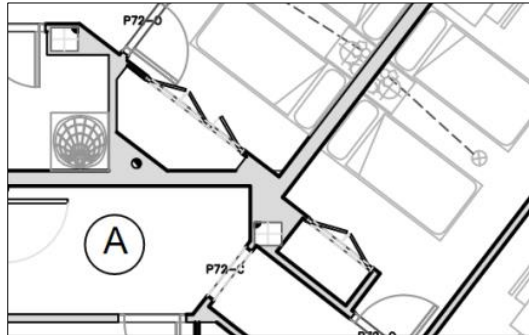


Figura 36. Encuentro muro 1. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

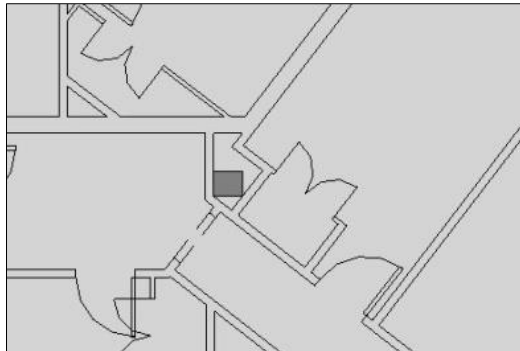


Figura 37. Encuentro modificado. Fuente propia



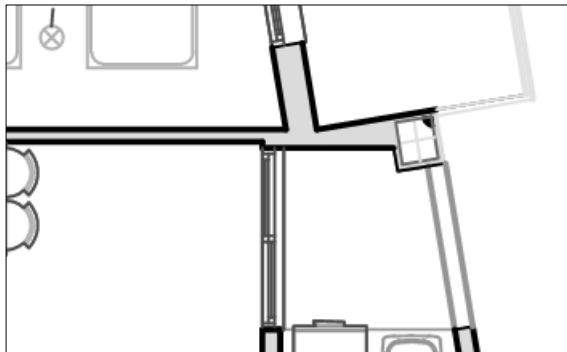


Figura 38. Encuentro muros 2. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004



Figura 39. Encuentro modificado 2. Fuente propia

4. **Grosor muro medianera planta sótano.** Según la información gráfica es de 35 cm mientras que según se indica en el presupuesto y en la memoria constructiva tiene un espesor de 20 cm. En este caso, se decidió mantener el espesor de los planos.

## 2.2 LOD 200 del modelo



Figura 40. Contenido LOD 200. Fuente propia



Figura 41. Sección 3D Modelo LOD200. Fuente propia

Para dar una visión de los **acabados**, se han editado los materiales de la biblioteca de materiales de Autodesk adaptando los mismos a lo indicado en la memoria constructiva y el presupuesto del proyecto facilitados. En este caso, para la adición de los materiales de acabado se ha empleado el comando “pintura”.

Además, se ha insertado la **carpintería** en función de las tipologías indicadas en el presupuesto. De igual modo, se ha instalado las barandillas de terrazas y ático.

Por último, se realizan los **huecos en los suelos** para el paso de instalaciones. Es en este punto dónde se encuentran de nuevo errores por la falta de alineación de los mismos en las diferentes plantas así como la interferencia de instalaciones con elementos constructivos.

En suma, se ha podido observar que el principal cambio del nivel 200 respecto del anterior corresponde a la adición de texturas y pinturas que permiten mostrar al promotor los futuros acabados del inmueble. De este modo, el cliente puede validar la propuesta para seguir adelante en el desarrollo del proyecto o, por el contrario, realizar los cambios oportunos. Cabe añadir que en este momento de desarrollo del proyecto, el diseñador puede cambiar el aspecto de los materiales en poco tiempo y poder ofrecerle al cliente varias opciones.



*Figura 42. Imagen realista exterior edificio. Fuente propia*

En cualquiera de los dos casos, esto se produce en una fase muy temprana de la elaboración del proyecto y con un nivel de definición bajo por lo que cualquier tipo de modificación supone una inversión de trabajo baja y la validación del cliente una garantía del trabajo realizado incluso en estos momentos tan iniciales. Además, el hecho de que el cliente pueda ver plasmada su idea de un modo tan realista facilita el entendimiento y la comunicación con el diseñador.

De igual modo, este nivel de desarrollo 200 también permite al promotor iniciar las gestiones de comercialización del edificio. Esto es, campañas publicitarias (como vallas o anuncios en prensa) y campañas de promoción con imágenes realistas del edificio tanto exteriores como interiores.



*Figura 43. Imagen realista interior salón. Fuente propia*



*Figura 44. Imagen realista interior cocina. Fuente propia*

Una vez el cliente apruebe los acabados de los elementos constructivos, es el momento de añadir más información al modelo y continuar con el siguiente nivel de desarrollo.



*Figura 45. Representación 3D modelo LOD 200. Fuente propia*

### *Errores, incongruencias u omisiones LOD 200*

En este nivel, nuevamente, se han detectado incongruencias del tipo geométrico a las que se les ha adoptado una serie de medidas. Cabe mencionar que dichas medidas no corresponden con soluciones constructivas del modelo, ya que en ese caso, como se ha dicho antes, cabría consultarlo con el redactor del proyecto.

## Incongruencias o errores de tipo geométrico.

- 1. Shunts.** En este nivel se definen los huecos de paso en los diferentes forjados. Al alinear los mismos se apreció la falta de alineación entre las plantas con la planta cubiertas. Para el desarrollo del trabajo se tomó la decisión de alinear los shunts de todas las plantas.

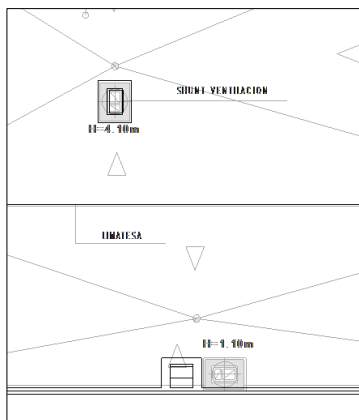


Figura 46. Desplazamiento Shunt. Fuente propia

- 2. Bajantes.** Se trata de un error frecuente en los proyectos del sector. Se encuentran diversas bajantes diseñadas en los planos de arquitectura que interfieren con elementos constructivos como vigas de los planos de estructura. Con la metodología BIM, dicha interferencia se hubiese detectado en edades tempranas de diseño del edificio y se hubiese solucionado. En este caso, se ha optado por desplazar mínimamente las bajantes de modo que no coincidiesen con las vigas.

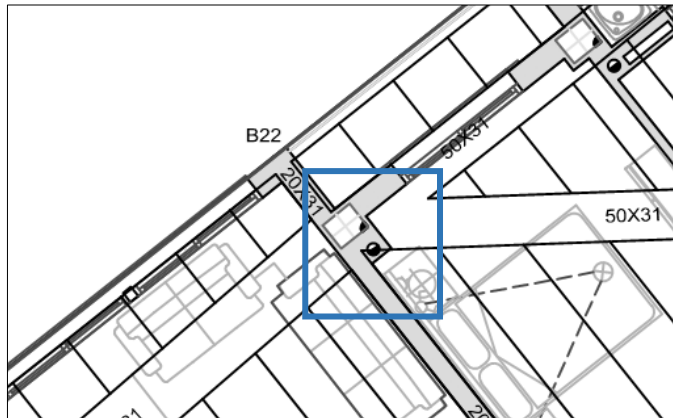


Figura 47. Interferencia estructura con instalaciones. Fuente propia

### Errores o incongruencias del tipo de material.

1. **Pintura interior viviendas.** Mientras que en la memoria constructiva se indica un acabado liso, según el presupuesto se aplica un acabado goteado fino. Se decidió definir los paramentos con la pintura lisa.
2. **Baldosas de mármol.** Las dimensiones que se indican en el presupuesto (40 x 20 cm) no coinciden con las expresadas en el memoria que constructiva que, además, diferencia dimensiones según zona común o interior de la vivienda (60 x 40 cm y 40 x 40 cm, respectivamente). En este caso, se optó por realizar el modelo con las dimensiones que se indican en el presupuesto.



## 2.3 LOD 300 del modelo



*Figura 48. Contenido LOD 300. Fuente propia*

En el nivel LOD 300 del modelo se ha agregado toda la información referente a los materiales que componen los elementos constructivos (muros, suelos, cubiertas...). Para ello se revisaron de nuevo los documentos de proyecto facilitados y especialmente las mediciones y presupuesto y la memoria constructiva.

Puesto que el caso que nos ocupa se trata de un edificio de viviendas completo, para el desarrollo de este nivel, nos hemos centrado en una única planta, la planta ático, y un elemento constructivo común, la envolvente del edificio.

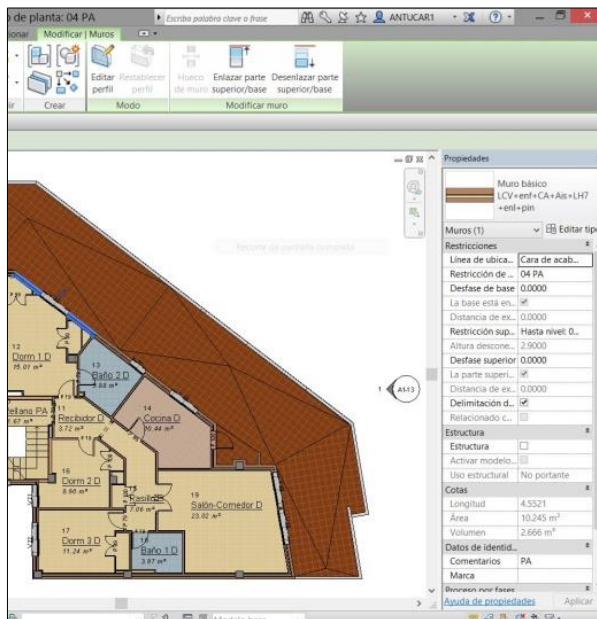


Figura 49. Planta ático LOD 300. Fuente propia

En primer lugar, se detallaron todas las capas que componen los **muros** del edificio. Para ello se duplicaron los muros creados según espesores y se editó su estructura definiendo las capas según material y espesor que se indica en la documentación de proyecto (ver Figura 50. Edición muros LOD 300. Fuente propia).

Definidos los muros con los materiales reales, se puede comprobar la evolución, en la definición del proyecto, desde los niveles iniciales al nivel actual (ver Figura 50. Edición muros LOD 300. Fuente propia Figura 51. Edición de muros LOD 100. Fuente propia).

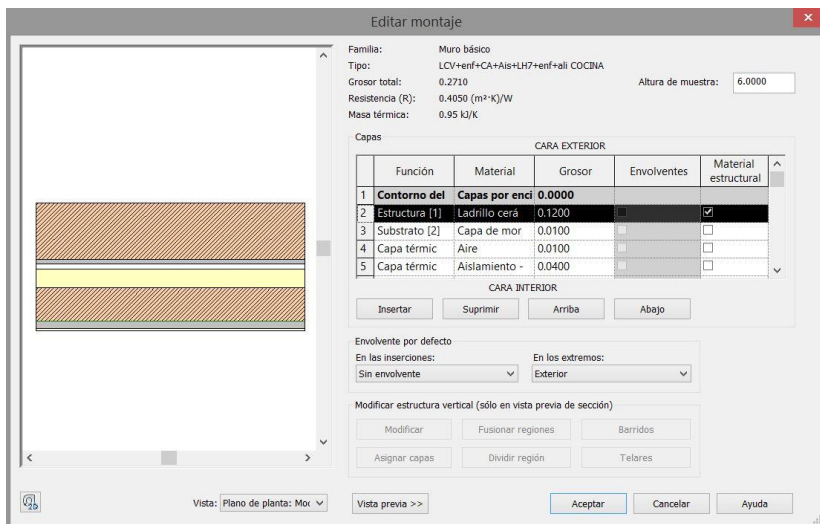


Figura 50. Edición muros LOD 300. Fuente propia

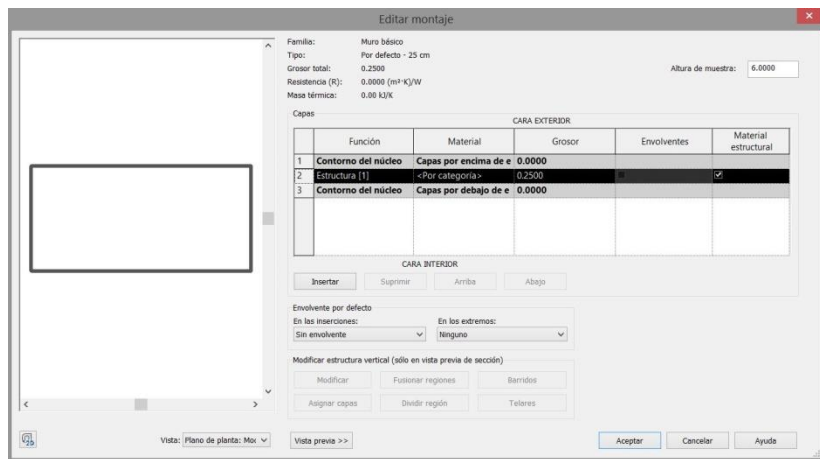


Figura 51. Edición de muros LOD 100. Fuente propia

En el caso de los **suelos** se realizó un desfase de 7 cm sobre el nivel del suelo para los forjados y sobre los mismos se ejecutaron las capas correspondientes para el suelo de mármol en las zonas secas y gres cerámico en las zonas húmedas.

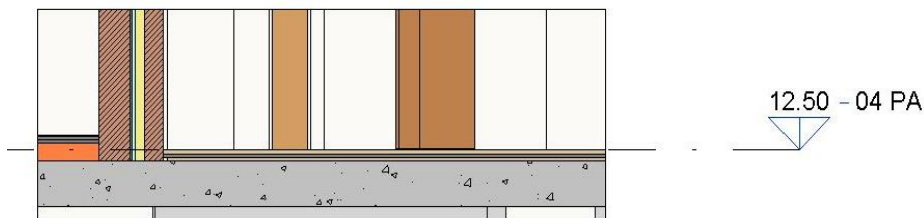


Figura 52. Ejecución suelo. Fuente propia

De igual modo se procedió en la realización de las **cubiertas**. Se editó la estructura de la cubierta genérica con acabado del nivel 200 para confeccionar todas las capas de materiales que se indican en proyecto. Se han realizado tres tipos de cubierta diferentes: terrazas planta tipo, terrazas planta ático y planta cubiertas y casetón.

En lo referente a la **carpintería**, se editó el material de la carpintería del nivel 200 puesto que en las mediciones y presupuestos del proyecto se especifica, para las ventanas, un aluminio lacado de 60 micras, color bronce.

Por último, se introdujeron los **falsos techos** de las zonas húmedas y las zonas de paso de instalaciones y los enlucidos del techo de las zonas secas.



*Figura 53. Perspectiva seccionada planta ático LOD 300. Fuente propia*



*Figura 54. Modelo 3D realista LOD 300. Fuente propia*

Este nivel de desarrollo es el que nos aporta información más concreta de la construcción y, con tal solo seleccionar un elemento, aparece una ventana con toda la información del mismo a diferencia de la metodología tradicional. Por ejemplo, mientras que en CAD el técnico que interpreta los planos debe deducir que los elementos sombreados corresponden con un muro seccionado y las líneas entre ellos con una ventana (ver Figura 55. Muro seccionado en CAD. Fuente propia y Figura 56. Muro seccionado en BIM. Fuente propia). Además, para tener una información más concreta se precisa de una vista de alzado para conocer sus dimensiones o la altura de antepecho. Por el contrario, con BIM se obtiene un muro con todas las capas y con toda la información disponible con sólo seleccionar el elemento que se quiere conocer.

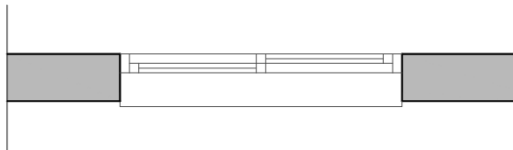


Figura 55. Muro seccionado en CAD. Fuente propia

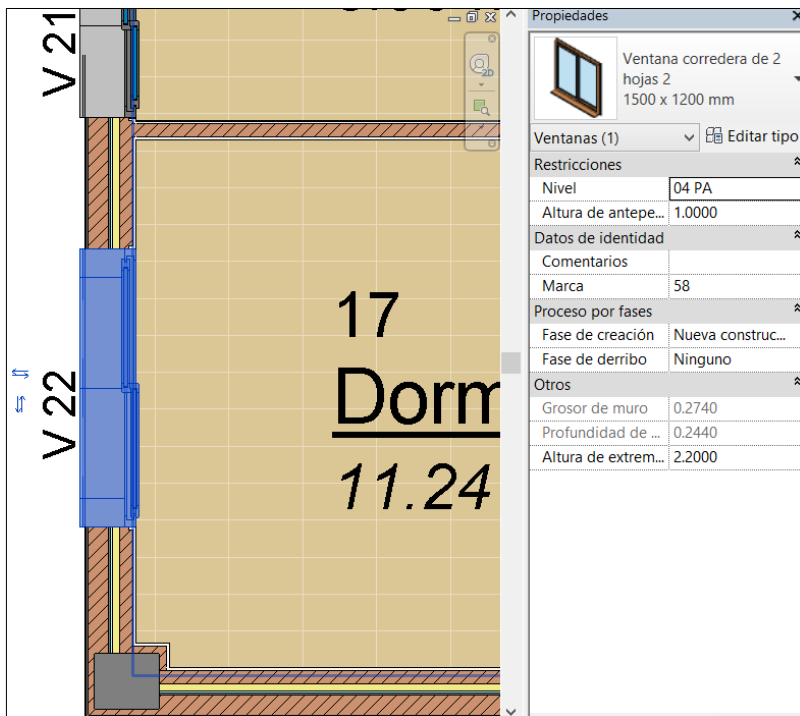


Figura 56. Muro seccionado en BIM. Fuente propia

Cabe mencionar, además, que es en este nivel de desarrollo en el cual se puede extraer toda la documentación de proyecto (planos de arquitectura, estructura e instalaciones, mediciones, etc.). Debido a la envergadura del proyecto y por cuestión de tiempo, no se han realizado los modelos de estructura e instalaciones. No obstante, es posible extraer documentación referente a planos temáticos, de arquitectura o de carpintería, detalles constructivos, mediciones de materiales o superficies, etc.

Asimismo, una vez se dispusiera de los modelos de estructura e instalaciones, se podrían comprobar las interferencias. Este hecho, nos obligaría a resolver dichas interferencias dentro del modelo y a realizar las modificaciones pertinentes como falseados para el paso de bajantes o adición de falso techo en zonas no previstas por imposición del modelo de instalaciones. De este modo, se resuelven en el modelo los problemas que suelen aparecer durante la ejecución de la obra.

### *Errores, Incongruencias u omisiones nivel LOD 300*

En este nivel de desarrollo también nos hemos encontrado con incoherencias que nos impedían seguir adelante con el trabajo. Al igual que se ha dicho anteriormente, las medidas adoptadas en las siguientes incongruencias son decisiones para poder continuar el desarrollo del trabajo. Las soluciones constructivas deberían consultarse con el proyectista. A continuación, pasan a describirse algunas de las más representativas.



### Incongruencias del tipo solución constructiva.

- 1. Cubierta.** Comparando la memoria constructiva y el presupuesto se observa que no se contempla la misma solución constructiva para la cubierta plana. Para el desarrollo de este nivel se adoptó la solución del presupuesto.

9.1 EQAT.1bab	m2	Azotea transitable realizada con lámina para formación de barrera de vapor adherida con soplete sobre capa de imprimación, capa de 11 cm. arcilla expandida para aislamiento térmico y formación de pendientes comprendidas entre $1 \leq p \leq 5\%$ , capa de regularización con 2 cm. de espesor de mortero de cemento M-40a (1:6), capa separadora con fieltro de fibra de vidrio de 100 gr/m <sup>2</sup> , impermeabilización con solución monocapa no adherida, tipo PN-1 según NBE-QB-90 y normas UNE-104, con lámina tipo LBM-40-FV de betún modificado de 40 gr/dm <sup>2</sup> armada con fieltro de fibra de vidrio, capa separadora a base de fieltro sintético geotextil de 100 gr/m <sup>2</sup> y solado de baldosin catalán de 20x10 cm. sobre capa de 2 cm. de mortero de cemento M-20 (1:8), incluso limpieza previa del soporte, replanteo, formación de baberos, mimbales, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo colocadas adheridas con soplete previa imprimación, juntas en faldón y capa de protección, mermas y solapos.				
Comentario		P.lg.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
azotea ppal		1,00	218,26	1,00		218,26
caseta		1,00	23,10	1,00		23,10
			Total perla m2 .....			241,36
						50,06
						12.082,48

Figura 57. Cubierta según presupuesto. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

<p><b><u>CUBIERTA</u></b></p> <p><b>AZOTEAS:</b> Cubierta transitable en caseta y azotea principal con formación de pendientes a base de capa de hormigón celular, lámina de oxiasfalto y solado de rasilla. Pendientes mínimas del 2 %. Formación de muretes de fábrica de ladrillo de 11 cm. de espesor para contención de hormigón celular en perímetro de terrazas. Aislamiento térmico mediante paneles de poliestireno extruido de 4 cm. de espesor.</p>
--

Figura 58. Cubierta según memoria. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

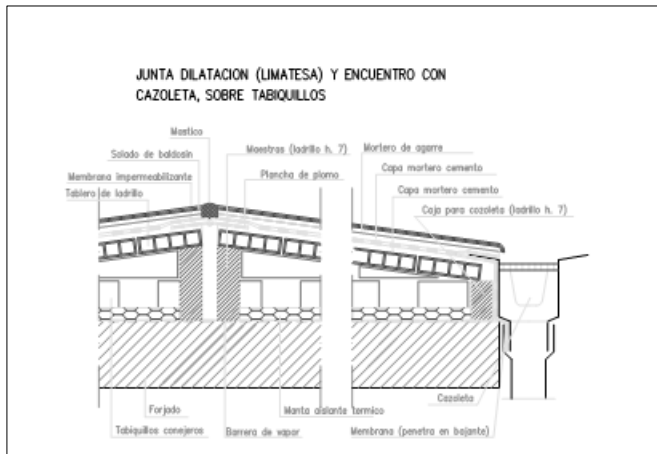


Figura 59. Cubierta según planos. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

En definitiva, se puede afirmar que todas las incongruencias que se han encontrado a lo largo del desarrollo de los diferentes niveles de desarrollo no hubiesen tenido lugar con la metodología BIM, o hubiese sido mucho más difícil que estas se produjesen. En lo referente a las incongruencias entre documentación de obra, no cabe lugar puesto que toda la información se extrae de una misma base de datos. Además, en caso de producirse incoherencias como la interferencia de bajantes de saneamiento con vigas se hubiese detectado en fases tempranas del desarrollo del proyecto pudiendo solucionarlo con una inversión de tiempo e impacto sobre el coste menor que en la metodología tradicional.

## 3 Gestión de la información

Como se ha venido comentando a lo largo del trabajo, y especialmente en el Capítulo dos, la información es el aspecto fundamental que aporta BIM al proceso de redacción de un proyecto de ejecución.

Con el modelo del edificio en nivel 300 se iniciaron los procesos de gestión de la información introducida hasta el momento a través de habitaciones, áreas y tablas de planificación.

### 3.1 Habitaciones y etiquetas

Para llevar a cabo parte de esta gestión, se introdujeron “habitaciones”, tal y como las nombra Revit, en las diferentes estancias de las viviendas de la planta ático. De este modo, automáticamente nos indica la superficie útil de las mismas con la posibilidad de nombrar cada estancia mediante elementos de anotación (etiquetas).

La herramienta habitaciones origina la posibilidad de crear gran variedad de esquemas de color y tablas de planificación generando un nuevo parámetro, como por ejemplo, “zona” (Ver Anexo 1: Planos PA Esquema Día/Noche y PA Esquema Húmedo/Seco).

De igual modo, se ha etiquetado la carpintería, tanto puertas como ventanas, según su tipología, con el fin de controlar el tipo de carpintería insertado en todo momento. Para el etiquetado se ha editado la familia de etiquetas tanto de puertas como de ventanas que vienen por defecto en Revit para que en lugar de mostrar las dimensiones aparezca su marca de tipo.

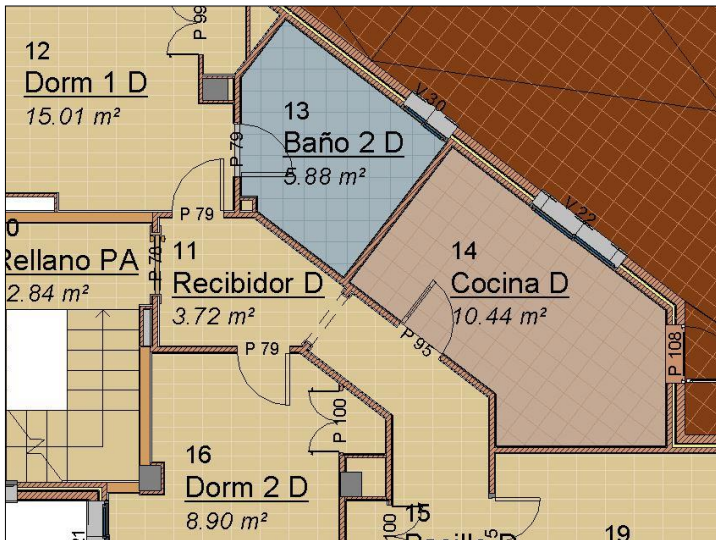


Figura 60. Habitaciones LOD 300. Fuente propia

Cabe mencionar, que tanto la herramienta habitaciones como el etiquetado de elementos constructivos es posible realizarlo en los niveles anteriores. Así, la posibilidad de gestionar la información está disponible desde el primer nivel de desarrollo al igual que su gestión mediante tablas de planificación.

Del mismo modo que para el desarrollo del nivel de desarrollo 300, se ha decidido centrarse en una única planta y en dicho nivel con el fin de aprovechar que contiene información más precisa sobre el edificio.

### 3.2 Tablas de planificación

Las tablas de planificación son una herramienta que, aunque pueda parecer un tanto compleja en un principio, resulta de gran utilidad para la gestión de la información por las posibilidades que ofrece como de filtrar y agrupar información así como generar parámetros nuevos. Se pueden crear tablas a partir de un elemento del modelo como muros, ventanas, etc. y escoger qué parámetros o características quieren mostrarse (Cerdán, Cr. CO Edificación, 2014).

Cabe añadir que todos los parámetros que se modifiquen en las tablas se modificarán en el resto de las vistas. Este aspecto resulta de gran utilidad cuando se quiere editar varios elementos al mismo tiempo. Además, si se presiona el botón secundario y se selecciona el comando *mostrar* se abre una nueva vista que te enseña sombreado el elemento requerido (Cerdán, Cr. CO Edificación, 2014).

Se pueden generar tablas de planificación con infinidad de posibilidades. Por ejemplo, tablas de planificación de puertas y ventanas con el fin de tener un control del número de puertas que contiene el modelo así como su tipología, dimensiones, etc. (Ver Anexo 1, Plano Tablas Carpintería).

*Mediciones a través de tablas de planificación.*

A continuación se desarrollan unos ejemplos de medición a través de las tablas de planificación.

**- Superficies útiles.**

En lo referente a la medición de superficies útiles, al insertar las habitaciones ya nos aparece la información en la vista de planta correspondiente. No obstante, resulta útil disponer de dicha información en forma de tabla. Por el contrario, para el cálculo de superficies útiles en la metodología tradicional deben de obtenerse de manera manual por cada estancia, y luego, sumar las áreas resultantes de cada de ellas. Además, en caso de modificar alguna estancia, hay que volver a calcular su área.

Por otro lado, si se introduce el parámetro “comentario” y se diferencia en él entre Vivienda D y E se puede conocer la suma de la superficie útil de cada vivienda (Ver Plano PA Superficie útil del Anexo 1).

<Tabla de superficies útiles Planta Ático>	
A	B
Comentarios	Área (m²)
04 PA	
Rellano	11.67
Vivienda D	89.23
Vivienda E	84.52

*Figura 61. Superficie útil viviendas planta ático. Fuente propia*

<Tabla de superficies útiles planta ático>		
A	B	C
Nombre	Área (m²)	Perímetro (m)
04 PA		
Baño 1 D	3.97	8.21
Baño 1 E	3.96	8.01
Baño 2 D	5.88	9.74
Baño 2 E	5.36	9.48
Cocina D	10.44	13.59
Cocina E	11.28	13.75
Dorm 1 D	15.01	17.49
Dorm 1 E	12.69	15.97
Dorm 2 D	8.90	13.66
Dorm 2 E	8.69	13.12
Dorm 3 D	11.24	14.60
Dorm 3 E	9.86	13.24
Pasillo D	7.06	14.21
Pasillo E	4.23	10.51
Recibidor D	3.72	7.67
Recibidor E	4.99	9.78
Relleño PA	11.67	16.68
Salón-Comedor D	23.02	20.51
Salón-Comedor E	23.46	19.34

Figura 62. Superficie útil por estancias planta ático. Fuente propia

VIVIENDA ÁTICO	D	E
RECIBIDOR	3,70	4,98
PASILLO	6,40	4,26
ARMARIO	0,60	
SALON-COMEDOR	23,13	23,77
COCINA	10,54	11,41
GALERIA	2,10	2,55
DORMITORIO PRINCIPAL	13,27	10,94
ARMARIO	1,74	1,83
BAÑO	5,95	5,45
DORMITORIO 1	8,43	8,67
ARMARIO	0,46	
DORMITORIO 2	10,37	8,84
ARMARIO	1,02	1,08
BAÑO	4,03	3,98
<b>TOTAL</b>	<b>91,74</b>	<b>87,76</b>

Figura 63. Cuadro de superficies útiles memoria descriptiva. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

Se observa que las mediciones realizadas en el proyecto básico y las obtenidas con Revit tienen unos metros de diferencia. Esto puede deberse a una falta de actualización de la información ya que la tabla de la Figura 63. Cuadro de superficies útiles memoria descriptiva. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L. corresponde al proyecto básico y durante la redacción del proyecto de ejecución se han podido realizar modificaciones.

A continuación, para dar otro ejemplo de la funcionalidad de las tablas de planificación vamos a modificar la situación del muro de separación de las viviendas E y D y ver como éste cambio afecta a la superficie de las viviendas.

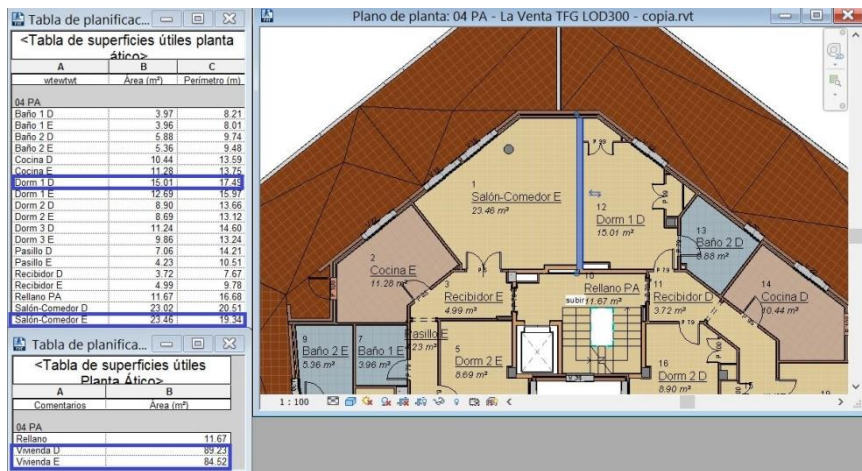


Figura 64. Situación inicial del muro. Fuente propia



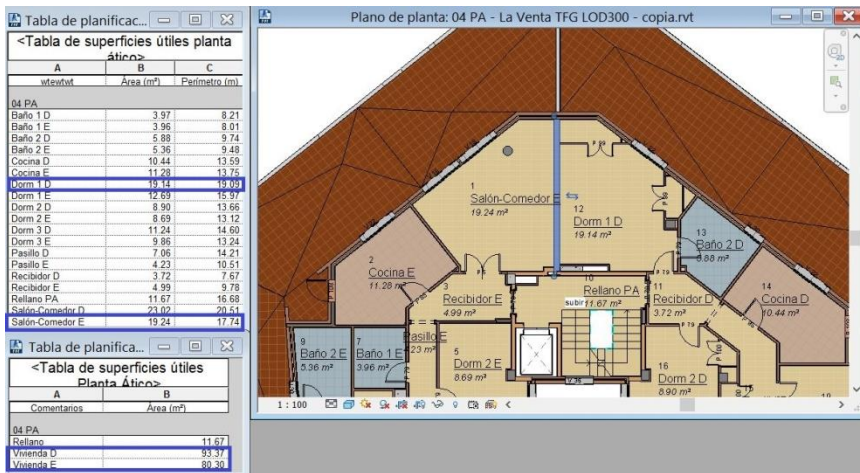


Figura 65. Situación final del muro. Fuente propia

Se puede observar, a través de las figuras anteriores, que la actualización de la información es inmediata. Al mover el muro hacia la izquierda se observa cómo tanto la superficie útil de las habitaciones contiguas como la superficie útil de cada vivienda se actualizan a medida que se van realizando las modificaciones. De esta manera, se ahorra tiempo en gestión de cambios y se evitan errores e incongruencias entre documentos.

**- Medición de suelos**

A través de la herramienta de las tablas también se pueden hacer mediciones de elementos constructivos como muros, suelos, cubiertas, etc. En este caso, nos vamos a centrar en la medición de suelos de la planta ático.

Como se puede ver en la siguiente imagen, a través de un filtrado de la información según el nivel y agrupando las mediciones según material, se puede conocer las cantidades que se precisan de cada uno de ellos en un formato actualizado y disponible para cualquier gestión.

<Cómputo de materiales de suelo planta ático>			
A	B	C	D
Tipo	Material: Nombre	Área	Perímetro
04 PA			
Capa arena 2 cm	Arena ATC	150.06 m²	99.86
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	150.06 m²	99.86
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	5.56 m²	9.57
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	4.13 m²	8.15
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	11.57 m²	13.90
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	6.08 m²	9.92
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	10.73 m²	13.76
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	4.12 m²	8.38
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	11.57 m²	13.90
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	4.13 m²	8.15
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	5.56 m²	9.57
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	10.73 m²	13.76
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	6.08 m²	9.92
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	4.12 m²	8.38
Fdo hormigón 28 cm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ	390.93 m²	126.89
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	4.12 m²	8.38
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	6.08 m²	9.92
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	4.13 m²	8.15
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	5.56 m²	9.57
Gres cocina 1.5 cm	Azulejo de cerámica cocina ATC	10.73 m²	13.76
Gres cocina 1.5 cm	Azulejo de cerámica cocina ATC	11.57 m²	13.90
Mármol 2 cm	Mármol ATC	150.34 m²	100.27

Figura 66. Medición de suelos planta ático. Fuente propia

5.4 ERSR.4caa		m2		Pavimento de baldosas de marmol crema marfil de 40x20x2 cm de espesor, colocadas sobre capa de arena de 2 cm de espesor mínimo, tomadas con mortero de cemento M-40a (1:6), incluso rejuntado con lechada de cemento con la misma tonalidad de las baldosas, eliminación de restos y limpieza, acabado pulido brillo, según NTE/RSR-1.			
Comentario	P.fg.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
<b>En elementos comunes:</b>							
vestibulos de independencia sótano	1,00	4,20	1,00		4,20		
rellanos escalera sótano	2,00	1,00	1,00		2,00		
acceso a zaguán	1,00	2,20	1,00		2,20		
zaguán	1,00	23,75	1,00		23,75		
cuartos contadores	1,00	5,14	0,35		1,80		
rellanos distribución plantas	3,00	8,15	1,00		24,45		
	1,00	6,20	1,00		6,20		
rellanos escaleras	1,00	4,20	1,00		4,20		
En viviendas:	10,00	1,00	1,00		10,00		
	3,00	133,30	1,00		399,90		
	3,00	131,11	1,00		393,33		
	3,00	119,60	1,00		358,80		
	1,00	108,00	1,00		108,00		
a deducir zonas húmedas (gres)	1,00	102,00	1,00		102,00		
	-1,00	250,25	1,00		-250,25		
<b>Total partida m2 .....</b>					<b>1.190,28</b>	<b>30,70</b>	<b>36.541,60</b>

Figura 67. Medición suelo mármol. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

5.7 ERSR.8baaa m2						6,91,20	20,11	7.958,24
Comentario		P.lg.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
Elementos comunes:								
cuarto contadores								
Viviendas:		1,00	5,15	0,35			1,80	
A								
cocina		3,00	12,08	1,00			36,24	
baño		3,00	5,02	1,00			15,06	
lavadero		3,00	4,06	1,00			12,18	
B		3,00	2,77	1,00			8,31	
cocina		3,00	11,28	1,00			33,84	
baño		3,00	5,52	1,00			16,56	
lavadero		3,00	4,60	1,00			13,80	
C		3,00	2,19	1,00			6,57	
cocina		3,00	10,36	1,00			31,08	
baño		3,00	4,08	1,00			12,24	
baño		3,00	4,25	1,00			12,75	
lavadero		3,00	2,82	1,00			8,46	
D								
cocina		1,00	10,54	1,00			10,54	
baño		1,00	5,95	1,00			5,95	
E		1,00	4,03	1,00			4,03	
baño								
cocina		1,00	11,41	1,00			11,41	
baño		1,00	5,45	1,00			5,45	
baño		1,00	3,98	1,00			3,98	
Total partida m2 .....							250,25	21,88 5.475,47

Figura 68. Medición gres. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004

Si nos fijamos en la medición del presupuesto del proyecto, hay un total de 216,2 m<sup>2</sup> de suelo de mármol en la planta ático al que hay que deducirle las zonas húmedas que asciende a 41,36 m<sup>2</sup> con lo cual se obtienen 174,84 m<sup>2</sup> de suelo de mármol. Por otro lado, según las mediciones obtenidas con el presente trabajo, se obtienen 150,34 m<sup>2</sup> de suelo de mármol en la planta ático. Se observa una desviación de 24,50 m<sup>2</sup>. Esto puede ser debido a una posible modificación de los planos posterior a la realización de las mediciones y que éstas no han sido revisadas posteriormente. Una vez más, hemos de mencionar que este error en las mediciones no se hubiese producido con la

metodología BIM al tener las tablas de planificación siempre actualizadas a cualquier cambio en las diferentes vistas del modelo.

A través de todo lo expuesto en este capítulo 4, quedan reflejadas las ventajas que aporta BIM sobre la metodología tradicional tal y como se ha comentado en el capítulo 2, facilitando la gestión de la información a través de la base de datos paramétrica. La detección de incongruencias, la información actualizada y disponible para todos los agentes o las mediciones a través de las tablas de planificación son, entre otras, muchas de las ventajas que nos aporta BIM.

Sin embargo, cabe mencionar que la metodología BIM puede presentar limitaciones en su implantación ya que, por ejemplo, presenta restricciones por la mentalidad de trabajo actual de aplazar la resolución de problemas a la ejecución de la obra, con las consecuencias que ello puede conllevar. Asimismo, el software Revit todavía contiene fallos o deficiencias como es el caso de la pendiente del suelo definida por desfase de inicio y fin. En este caso, se bloquea la celda “pendiente” con el valor de 33,33% independientemente de la pendiente real definida por desfase de altura (Ver Figura 35. Pendiente real rampa 5% y 18,6%. Fuente propia y Figura 69. Error rampa Revit. Fuente propia).

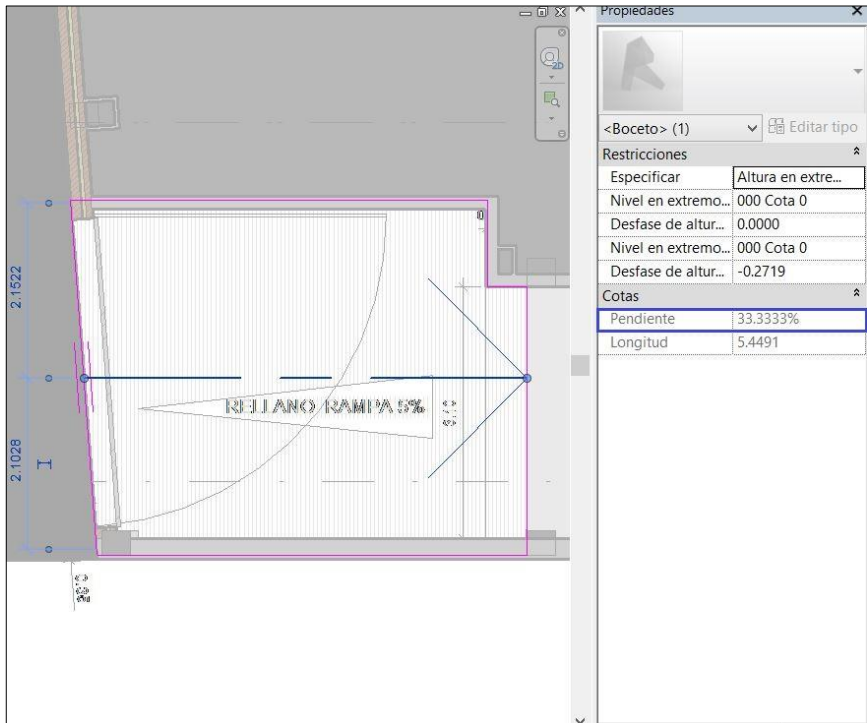


Figura 69. Error rampa Revit. Fuente propia

Además, el uso de BIM no implica el abandono completo de herramientas CAD puesto que puede hacerse uso, por ejemplo, de detalles constructivos confeccionados.

# Capítulo 5.

## Conclusiones

Llegados a este punto, y tras haber desarrollado tanto la parte teórica como la parte práctica, se puede afirmar que se han alcanzado los objetivos inicialmente propuestos.

Se han comprobado las grandes diferencias entre la metodología tradicional y BIM así como las ventajas que nos aporta a través del estudio de esta metodología y el desarrollo del caso práctico mediante la herramienta Revit.

BIM consiste en una nueva metodología con una filosofía de trabajo completamente distinta a que la que se viene empleando hasta el momento que nos permite:

- Trabajar sobre un modelo virtual consistente en una única base de datos y una plataforma única, posibilitando a todos los intervinientes trabajar de manera coordinada.
- Mantener toda la información de proyecto actualizada y disponible para todos los intervinientes del proceso, evitando posibles errores e incongruencias entre documentos.
- Facilitar el intercambio de información con software BIM a través de formatos de interoperatividad.
- Trabajar de forma paramétrica de modo que se simplifica la gestión de los cambios y la coordinación de los mismos.

- Anticiparse a las toma de decisiones reduciendo el impacto de cambios en etapas tardías del proceso.
- Aumentar la calidad del producto al tener un mayor control sobre el mismo (control de costes, detección de interferencias entre modelos, etc.) antes de la construcción, durante la misma y posteriormente durante las operaciones de mantenimiento.

De este modo, y como se ha podido observar a lo largo del trabajo, BIM mejora la metodología tradicional en diferentes aspectos y especialmente en lo referente a la gestión de la información.

Por otro lado, el presente trabajo también nos ha permitido conocer en profundidad la metodología BIM (con la documentación sobre la metodología y la aplicación de los conocimientos a un caso práctico), así como tomar un primer contacto con la realidad de la misma de la mano de los talleres organizados y el congreso EuBIM 2014.

Por último, se quiere realizar una pequeña reflexión sobre la situación actual de BIM en España. Con la lectura de diferentes fuentes sobre BIM y con testigos del éxito de BIM en el exterior y ya en varias empresas españolas, creemos que la transición desde la consolidada metodología tradicional hacia BIM será lenta pero inevitable. El sector necesita de una evolución que permita dar un salto de calidad en sus procesos de trabajo. Y BIM tiene todas las características necesarias para ser el responsable de este proceso de cambio. Las características técnicas de BIM todavía no son óptimas para solucionar problemas de manera completa como la interoperatividad entre herramientas. Sin embargo, esta metodología de reciente inserción en el sector español ha permitido mejorar el trabajo y el rendimiento de los profesionales del sector de la construcción.



Para finalizar, considero que, en lo personal, el desarrollo del presente trabajo me ha permitido ampliar conocimientos y posibilidades de trabajo, tanto en España como en el extranjero. Actualmente, se están demandando perfiles profesionales de técnicos formados en BIM. Visto lo cual, considero que he de continuar mi trayectoria académica por este camino, formándome en esta metodología y particularmente en la gestión de proyectos. Y, poder aplicarla en un futuro, que espero no muy lejano, en mi vida profesional.

## Capítulo 6.

### Referencias Bibliográficas

- AIA. (2008). *E202-2008 Building Information Modeling Protocol*. Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de The American Institute of Architects: <http://www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/ProfSvc/BIM/AIASample.pdf>
- AIA. (2013). *E203-2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit*. Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de The American Institute of Architects: <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>
- Autodesk. (2011). *Ayuda del usuario de Revit Architecture 2011 - Subscription Release*. Recuperado el 3 de Agosto de 2014, de <http://docs.autodesk.com/subscription/REVIT/2011/ESP/files/UsersGuide/WS1a9193826455f5ff-75c1f7c3124f51ccbd1-537.htm>
- Autodesk. (2014). *Autodesk*. Recuperado el 30 de Mayo de 2014, de <http://www.autodesk.es/>
- Bouzas, M. (s.f.). *COMGRAP*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://www.comgrap.cl/noticias/bim-debe-ser-entendido-como-un-nuevo-paradigma>

BuildingSmart. (2014). *BuildingSmart. Spanish home of Open BIM*. Recuperado el 15 de Julio de 2014, de <http://www.buildingsmart.es/>

Campos, E. (30 de Abril de 2009). *Plataforma arquitectura*. Recuperado el Julio de 2014, de <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-18908/sobre-la-b-la-i-y-la-m-en-bim-modelado-de-informacion-para-la-edificacion>

Cerdán, A. (24 de Abril de 2013). *Cr. CO Edificación Consultoría técnica en edificación*. Recuperado el 21 de Mayo de 2014, de Lo que no es BIM: <http://crcoedificacion.wordpress.com/2013/04/24/firmas-invitas-alberto-cerdan-lo-que-no-es-bim/>

Cerdán, A. (16 de Enero de 2014). *Cr. CO Edificación*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de Consultoría técnica en edificación: <http://crcoedificacion.wordpress.com/2014/01/28/el-verdadero-valor-del-bim-la-gestion-de-los-datos/>

Coloma, E. (2008). *FIC - Fundación de la Industria de la Construcción*. Recuperado el Junio de 2014, de Introducción a la tecnología BIM: [http://www.fic.org.mx/Eventos/Conferencias20aniversario/Presentaciones/BIM\\_Intro.pdf](http://www.fic.org.mx/Eventos/Conferencias20aniversario/Presentaciones/BIM_Intro.pdf)

COMGRAP. (s.f.). *COMGRAP*. Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de El origen del BIM: <http://www.comgrap.cl/noticias/el-origen-del-bim#>

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A guide to BIM for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley publication. Wiley.
- Farratell, J. (23 de Julio de 2010). *ArchiBlog*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de <http://www.archicadcentersolutions.com/blog/2010/07/23/des-de-archicadero-un-rincon-de-disenadero-2/>
- FIDE, C. (Agosto de 2009). *Formato Intercambio Datos Edificación*. Recuperado el Julio de 2014, de <http://www.fide.org.es/>
- Franzi, J. (Marzo de 2009). *De construmática*. Recuperado el Junio de 2014, de BIM o ¿qué hacemos con el CAD?: <http://de.construmatica.com/del-cad-al-bim-ii-la-profundidad-del-cambio/>
- García Pedraza, G. (20 de Marzo de 2014). *BIM ME!* Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de Give Me five! (W): <http://sesentayseis.es/bim/author/ggpedraza/page/3/>
- Gómez, I. (Junio de 2013). Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La ville Savoye. *Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La ville Savoye*.
- IEEE. (1990). *Wikipedia*. Recuperado el 8 de Julio de 2014, de Institute of Electrical and Electronics Engineers: <http://es.wikipedia.org/wiki/Interoperabilidad>
- IfcWorkshop. (2011). *IFC Workshop*. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de <http://www.ifcworkshop.es/>

*Impararia*. (2014). Recuperado el 19 de Agosto de 2014, de <http://www.impararia.com/en/services/bim/bim-3d?id=243>

Jernigan, F. E. (2007). *BIG BIM little bim. The practical approach to building information modeling: integrated practice done the right way!* Salisbury: 4Site Press.

Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Muñoz, S. (Mayo de 2013). Interoperabilidad en el mundo BIM ¿mito o realidad? *EUBIM 2013*.

Nevado, Torner, & Torres. (2004). *Proyecto de ejecución. Edificio la Venta*. Llíria, Valencia, España.

Ortega, Ó., Haughton, D., Passaro, A., & Huerfano, H. (6 de Marzo de 2013). *ENARG*. Recuperado el 19 de Agosto de 2014, de <http://engarc.com/las-d-en-bim-que-es-3d4d5d6d/>

RIBA. (2012). *BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*. Royal Institute of British Architects. Londres: RIBA Publishing.

Rodríguez, E. (17 de Enero de 2012). *Fieras de la Ingeniería*. Recuperado el 17 de Agosto de 2014, de BIM 4D El tiempo añadido al modelado de información de construcción: <http://www.fierasdelaingenieria.com/bim-4d-el-tiempo-anadido-al-modelado-de-informacion-de-construccion/>

Rodríguez, J. L. (5 de Junio de 2014). *BIM Panamá*. Recuperado el 13 de Junio de 2014, de Modelo de información del edificio y sus aplicaciones: <http://comarqpanama.wordpress.com/>

Rodríguez, J. L. (29 de Mayo de 2014). *BIM Panamá*. Recuperado el 19 de Julio de 2014, de ¿Qué necesita una empresa para incorporarse a la tecnología B.I.M?: <http://comarqpanama.wordpress.com/>

Salih, J. N. (2013, Abril 24). *BIMhow Blog*. Retrieved Agosto 18, 2014, from 5D BIM for Construction Companies: <http://www.bimhow.com/5d-bim-for-construction-companies/>

## Capítulo 7. Índice de figuras

Figura 1. Nube de puntos Leica. Fuente Inmaculada Oliver.....	10
Figura 2. David Barco Avatar BIM. Fuente Inmaculada Oliver .....	10
Figura 3. Cartel congreso EuBIM 2014. Fuente EuBIM.....	11
Figura 4. Profundidad de BIM. David García 2014 .....	16
Figura 5. Acrónimo BIM. BIM Canarias.....	21
Figura 6. Niveles LOD. Fuente <a href="http://ikerd.com/publications">http://ikerd.com/publications</a> .....	35
Figura 7. Logotipo BuildingSmart. BuildingSmart.....	36
Figura 8. Logotipo FIDE. Comité FIDE. ....	40
Figura 9. Integración de todos los participantes del proceso. Iván Gómez 2013 .....	42
Figura 10. “BIM Maturity Diagram”. Mervyn Richards y Mark Bew.....	43
Figura 11. Dimensiones BIM. García Pedraza 2014.....	45
Figura 12. Modelo en CAD. Green BIM 2008 .....	49
Figura 13 Modelo en BIM. Green BIM 2008.....	50
Figura 14. Comparativa de modelos de equipos de trabajo. Green BIM 2008.....	51
Figura 15. Categoría, familia y tipo del pilar. Autodesk.....	53
Figura 16. Elementos Revit. Autodesk.....	55
Figura 17. Plano de planta baja. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	60
Figura 18. Plano de planta tipo. Nevado Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	60
Figura 19. Plano de planta cubiertas. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004.....	61

Figura 20. Plano de planta ático. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	61
Figura 21. Plano sección tipo. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	62
Figura 22. Proceso de trabajo del caso práctico. Fuente propia .....	66
Figura 23. Contenido LOD 100. Fuente propia .....	67
Figura 24. Muros LOD 100. Fuente propia .....	68
Figura 25. Suelos LOD 100. Fuente propia .....	69
Figura 26. Rampas de acceso a sótano LOD 100. Fuente propia .....	69
Figura 27. Suelos y muros LOD 100. Fuente propia .....	70
Figura 28. Edición de cubierta LOD 100. Fuente propia .....	71
Figura 29. Modelo 3D LOD 100. Fuente propia .....	72
Figura 30. Plano de cimentación por losa. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004.....	75
Figura 31. Plano de cimentación por zapatas. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004.....	75
Figura 32. Cimentación según presupuesto. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004.....	76
Figura 33. Cimentación según Memoria Constructiva. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	76
Figura 34. Pendiente rampa 16%. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	77
Figura 35. Pendiente real rampa 5% y 18,6%. Fuente propia .....	78
Figura 36. Encuentro muro 1. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	79
Figura 37. Encuentro modificado. Fuente propia.....	79
Figura 38. Encuentro muros 2. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	80
Figura 39. Encuentro modificado 2. Fuente propia.....	80



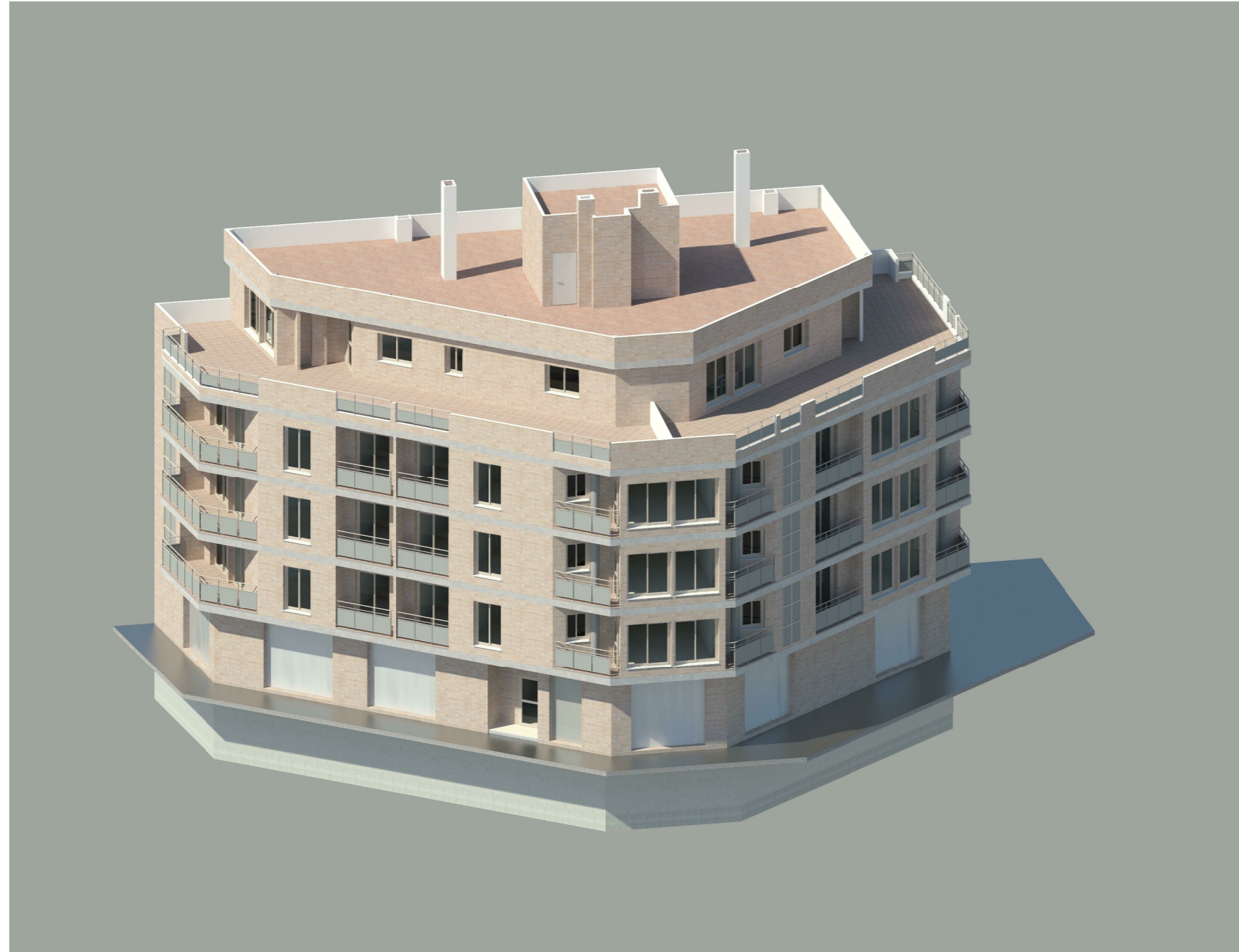
Figura 40. Contenido LOD 200. Fuente propia .....	81
Figura 41. Sección 3D Modelo LOD200. Fuente propia.....	81
Figura 42. Imagen realista exterior edificio. Fuente propia .....	83
Figura 43. Imagen realista interior salón. Fuente propia .....	84
Figura 44. Imagen realista interior cocina. Fuente propia .....	84
Figura 45. Representación 3D modelo LOD 200. Fuente propia .....	85
Figura 46. Desplazamiento Shunt. Fuente propia .....	86
Figura 47. Interferencia estructura con instalaciones. Fuente propia ...	87
Figura 48. Contenido LOD 300. Fuente propia .....	88
Figura 49. Planta ático LOD 300. Fuente propia.....	89
Figura 50. Edición muros LOD 300. Fuente propia.....	90
Figura 51. Edición de muros LOD 100. Fuente propia.....	90
Figura 52. Ejecución suelo. Fuente propia.....	91
Figura 53. Perspectiva seccionada planta ático LOD 300. Fuente propia .....	92
Figura 54. Modelo 3D realista LOD 300. Fuente propia .....	93
Figura 55. Muro seccionado en CAD. Fuente propia.....	94
Figura 56. Muro seccionado en BIM. Fuente propia.....	94
Figura 57. Cubierta según presupuesto. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004.....	96
Figura 58. Cubierta según memoria. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	96
Figura 59. Cubierta según planos. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	97
Figura 60. Habitaciones LOD 300. Fuente propia .....	99
Figura 61. Superficie útil viviendas planta ático. Fuente propia .....	101
Figura 62. Superficie útil por estancias planta ático. Fuente propia.....	102
Figura 63. Cuadro de superficies útiles memoria descriptiva. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	102

Figura 64. Situación inicial del muro. Fuente propia.....	103
Figura 65. Situación final del muro. Fuente propia .....	104
Figura 66. Medición de suelos planta ático. Fuente propia .....	105
Figura 67. Medición suelo mármol. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	106
Figura 68. Medición gres. Nevado, Torner y Torres Arquitectos Asociados S.L.P 2004 .....	107
Figura 69. Error rampa Revit. Fuente propia.....	109

# Anexos

## 1. Anexo 1

- 1.1. Índice de planos.
- 1.2. Alzado Este
- 1.3. Alzado Norte
- 1.4. Alzado Oeste
- 1.5. Alzado Sur
- 1.6. Planta tipo
- 1.7. Planta cubiertas
- 1.8. PA Esquema Día/Noche
- 1.9. PA Esquema Pavimentos
- 1.10. PA Esquema Húmedo/Seco
- 1.11. PA Cotas
- 1.12. PA Mobiliario
- 1.13. PA Superficie útil
- 1.14. PA Superficie construida
- 1.15. Sección 1
- 1.16. Sección 2
- 1.17. Isométrica explotada
- 1.18. Isométrica 1
- 1.19. Isométrica 2
- 1.20. Isométrica 3
- 1.21. Tabla carpintería PA



1	-3D- 1
01	1 : 2

Índice de planos	
Número de plano	Nombre de plano
01	Índice de Planos
02	Alzado Este
03	Alzado Norte
04	Alzado Oeste
05	Alzado Sur
06	Planta tipo
07	Planta cubiertas
08	PA Esquema Día/Noche
09	PA Esquema Pavimentos
10	PA Esquema Húmedo/Seco
11	PA Cotas
12	PA Mobiliario
13	PA Superficie útil
14	PA Superficie construida
15	Sección 1
16	Sección 2
17	Isométrica Explotada
18	Isométrica 1
19	Isométrica 2
20	Isométrica 3
21	Tabla Carpintería PA

Nombre de Proyecto:

**Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta**

Número y nombre de plano:

**Hoja nº 01 - Índice de Planos**

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

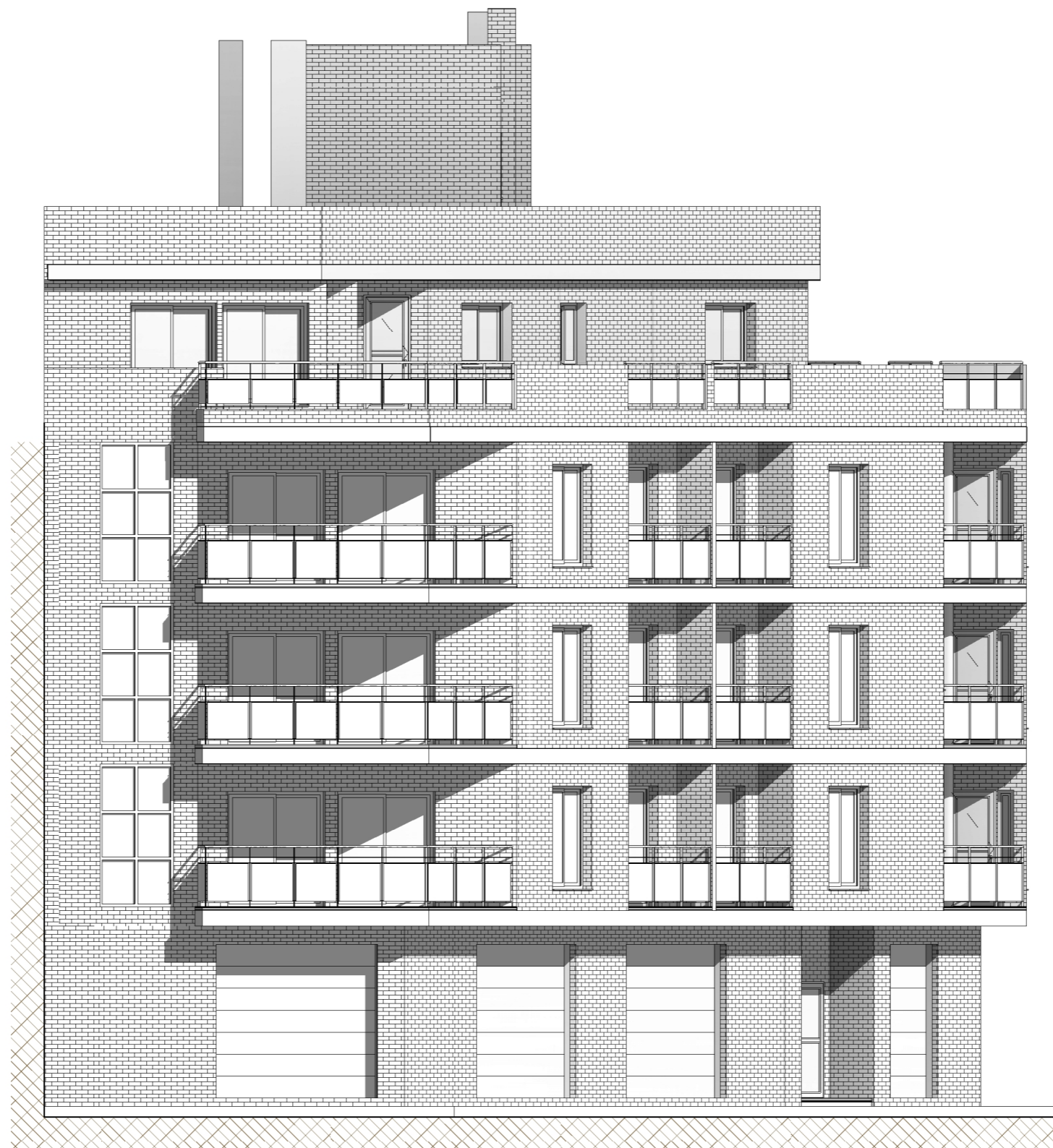
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 2

10/09/2014 13:37:48





1 Alzado Este  
02 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 02 - Alzado Este

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:38:15



1 Alzado Norte  
03 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 03 - Alzado Norte

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:38:27





1 Alzado Oeste  
04 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 04 - Alzado Oeste

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

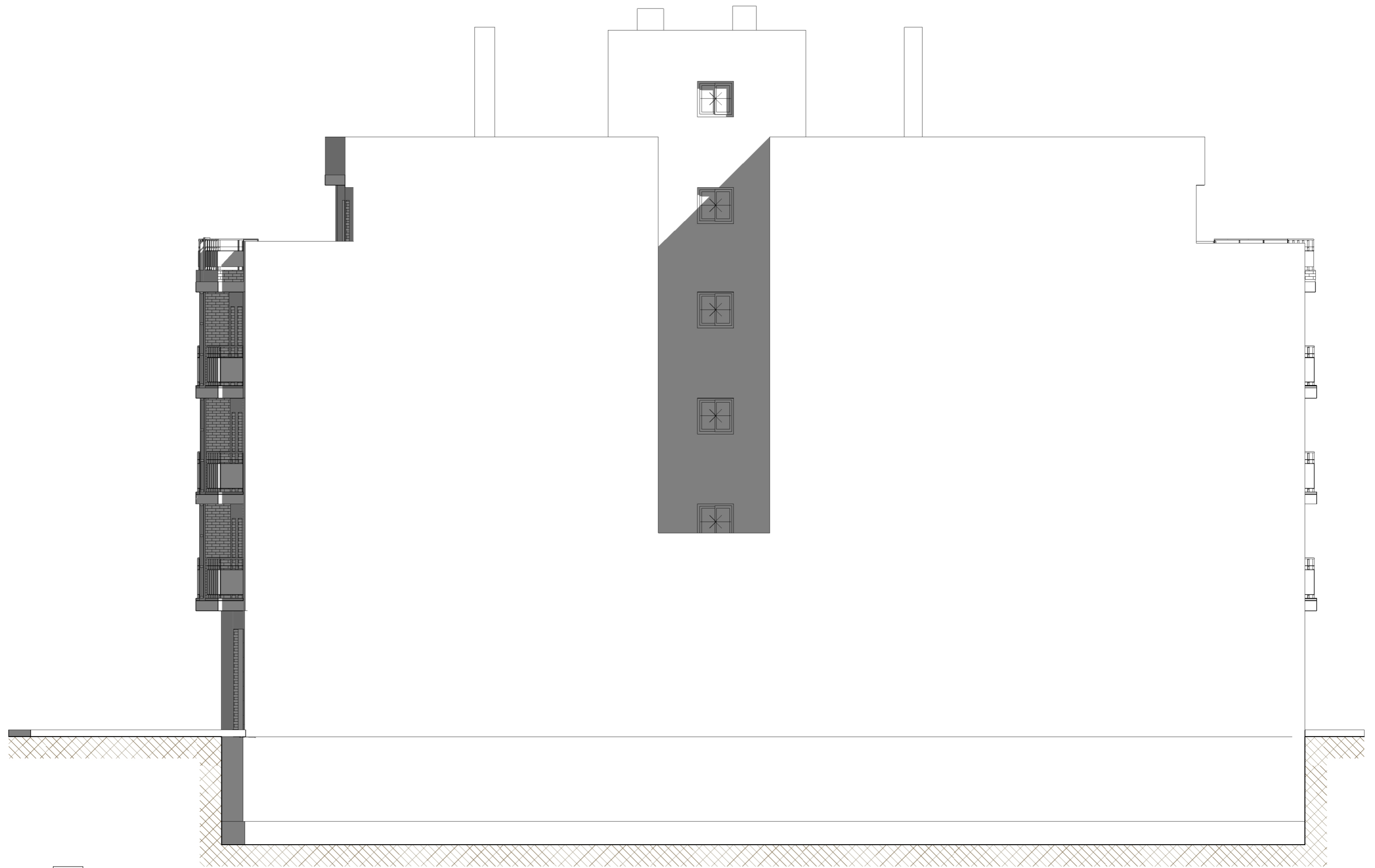
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:38:40





1 Alzado Sur  
05 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 05 - Alzado Sur

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

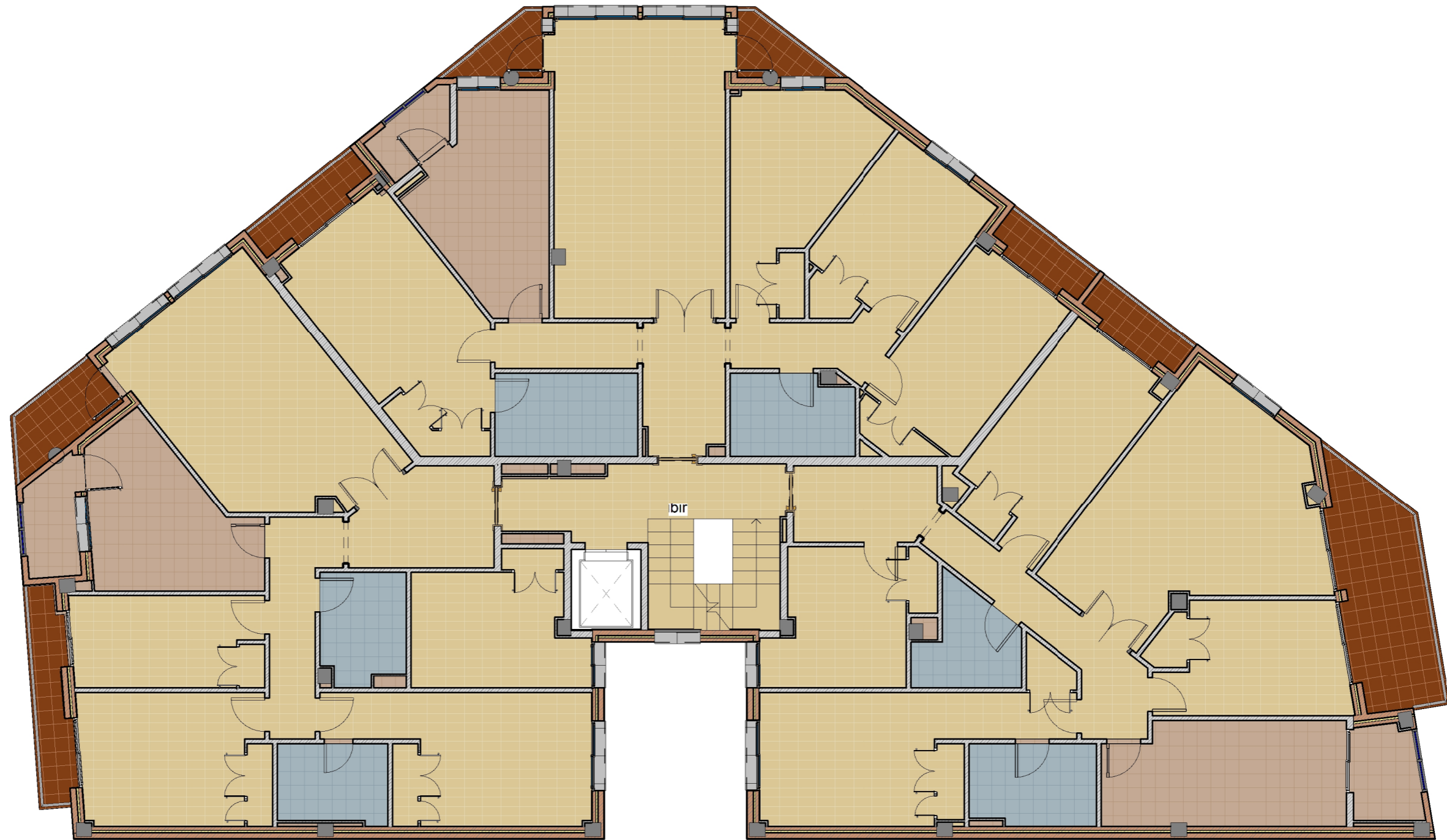
C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:38:52







1	Planta Tipo
06	1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 06 - Planta tipo

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

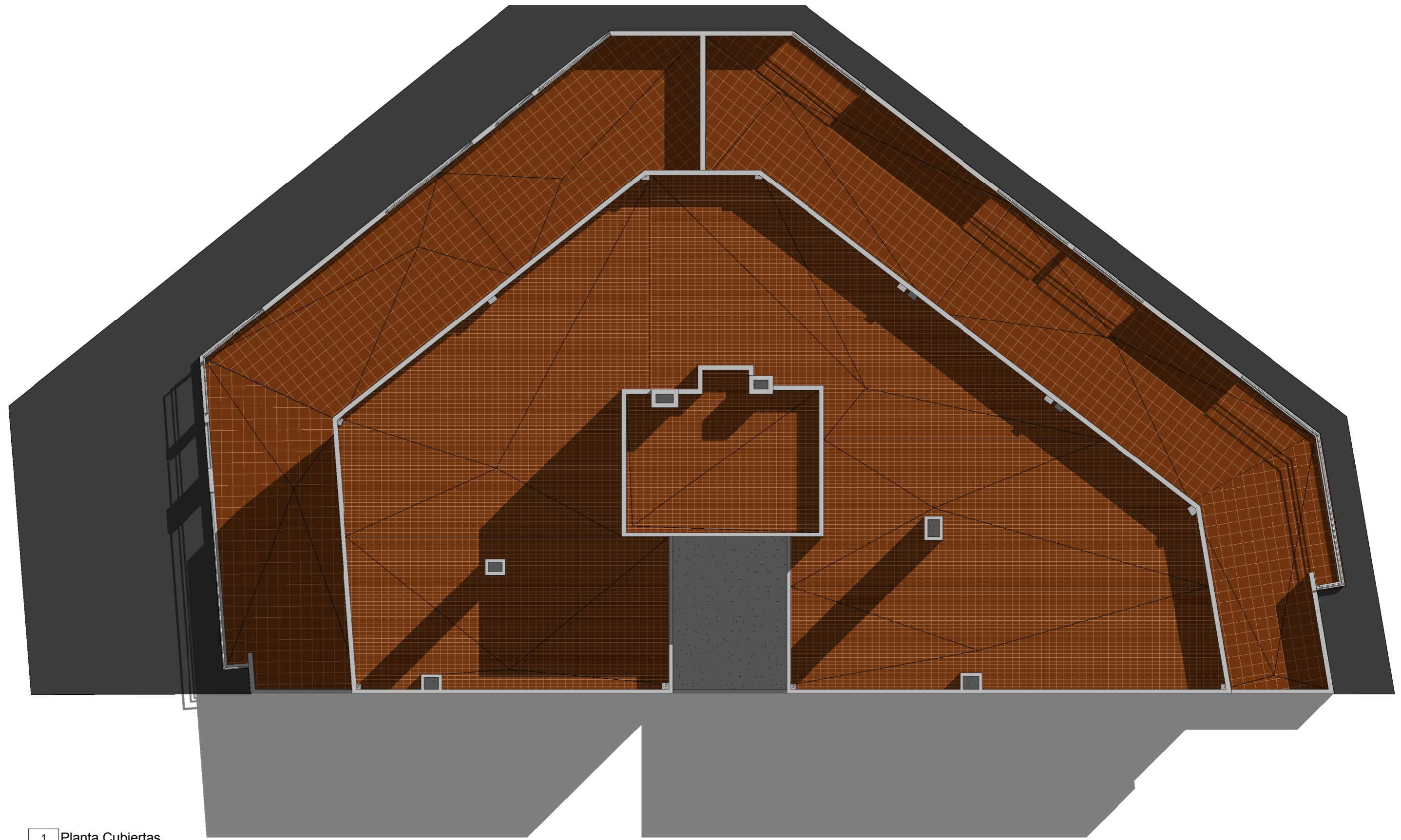
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:38:55





1 Planta Cubiertas  
07 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 07 - Planta cubiertas

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:01



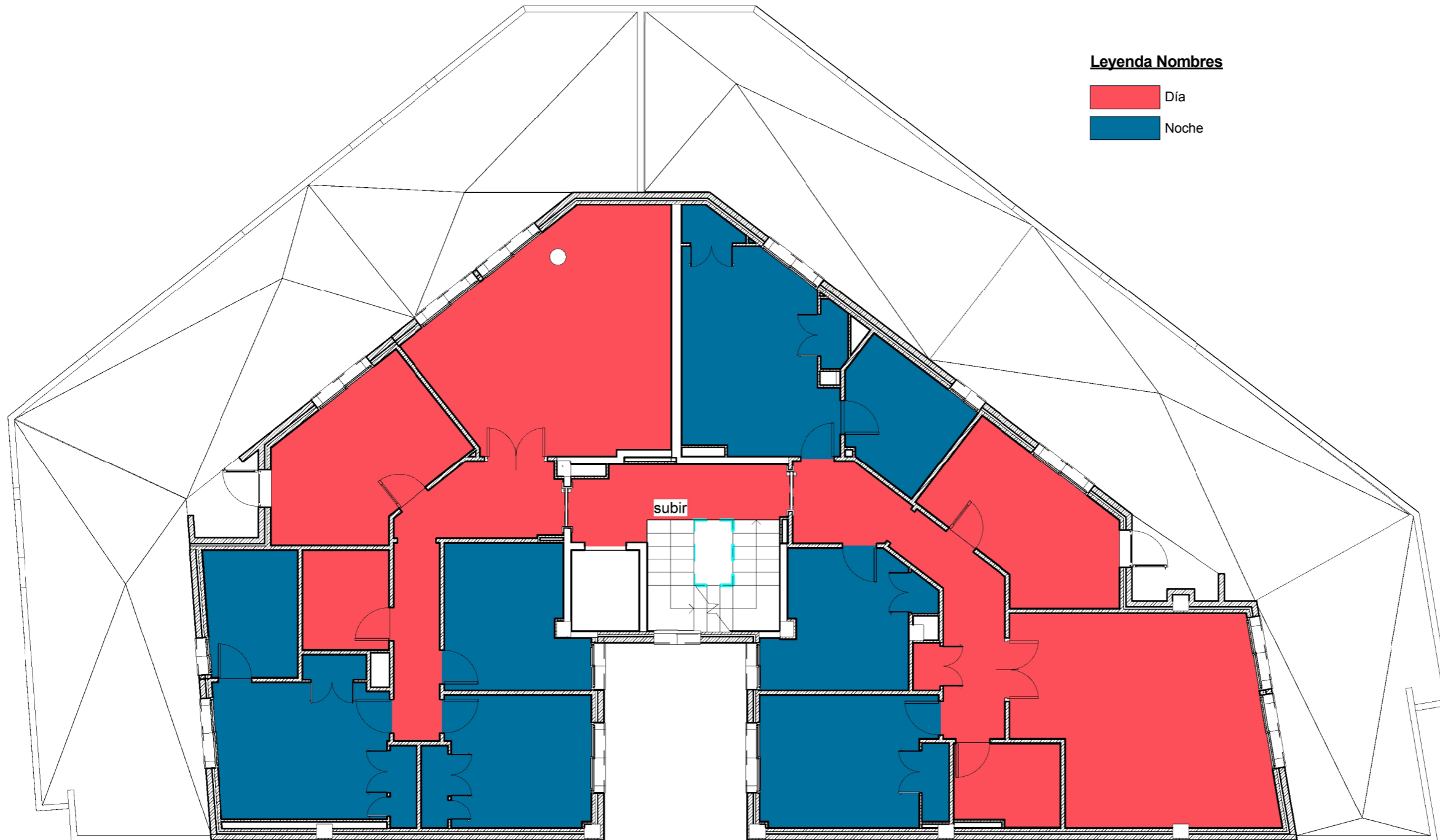
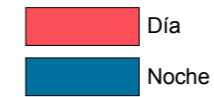
Tabla de aux D/N	
Nombre	Día/Noche

04 PA

Baño 1 D	Día
Baño 1 E	Día
Baño 2 D	Noche
Baño 2 E	Noche
Cocina D	Día
Cocina E	Día
Dorm 1 D	Noche
Dorm 1 E	Noche
Dorm 2 D	Noche
Dorm 2 E	Noche
Dorm 3 D	Noche
Dorm 3 E	Noche
Pasillo D	Día
Pasillo E	Día
Recibidor D	Día
Recibidor E	Día
Rellano PA	Día
Salón-Comedor D	Día
Salón-Comedor E	Día

Total general: 19

**Leyenda Nombres**



1 Esq D/N  
08 1:100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 08 - PA Esquema Día/Noche

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:06

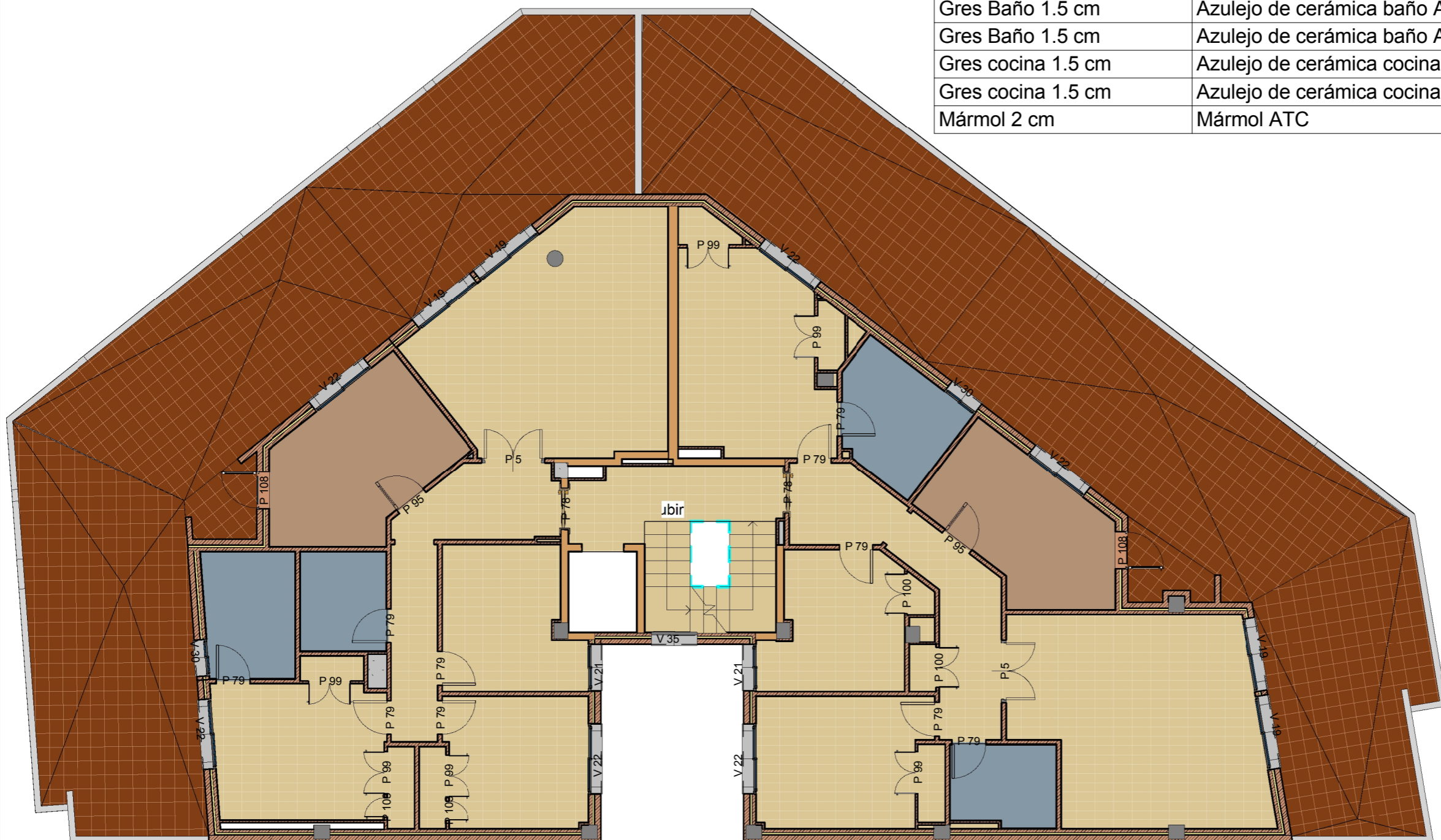


Cómputo de materiales de suelo planta ático

Tipo	Material: Nombre	Área	Perímetro
04 PA			
Capa arena 2 cm	Arena ATC	150.06 m <sup>2</sup>	99.86
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	150.06 m <sup>2</sup>	99.86
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	5.56 m <sup>2</sup>	9.57
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	4.13 m <sup>2</sup>	8.15
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	11.57 m <sup>2</sup>	13.90
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	6.08 m <sup>2</sup>	9.92
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	10.73 m <sup>2</sup>	13.76
Capa mto cto 2 cm	Mortero de hormigón	4.12 m <sup>2</sup>	8.38

Cómputo de materiales de suelo planta ático

Tipo	Material: Nombre	Área	Perímetro
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	11.57 m <sup>2</sup>	13.90
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	4.13 m <sup>2</sup>	8.15
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	5.56 m <sup>2</sup>	9.57
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	10.73 m <sup>2</sup>	13.76
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	6.08 m <sup>2</sup>	9.92
Capa mto cto 3.5 cm	Mortero de hormigón	4.12 m <sup>2</sup>	8.38
Fdo hormigón 28 cm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ	390.93 m <sup>2</sup>	126.89
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	4.12 m <sup>2</sup>	8.38
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	6.08 m <sup>2</sup>	9.92
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	4.13 m <sup>2</sup>	8.15
Gres Baño 1.5 cm	Azulejo de cerámica baño ATC	5.56 m <sup>2</sup>	9.57
Gres cocina 1.5 cm	Azulejo de cerámica cocina ATC	10.73 m <sup>2</sup>	13.76
Gres cocina 1.5 cm	Azulejo de cerámica cocina ATC	11.57 m <sup>2</sup>	13.90
Mármol 2 cm	Mármol ATC	150.34 m <sup>2</sup>	100.27



Leyenda Nombres

- Gres Baño 30x30
- Gres Cocina 30x30
- Mármol 40x20

1 Esq Pavi PA  
09 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 09 - PA Esquema Pavimentos

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Lliria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:11



Tabla aux H/S

Nombre	Húmedo/Seco
--------	-------------

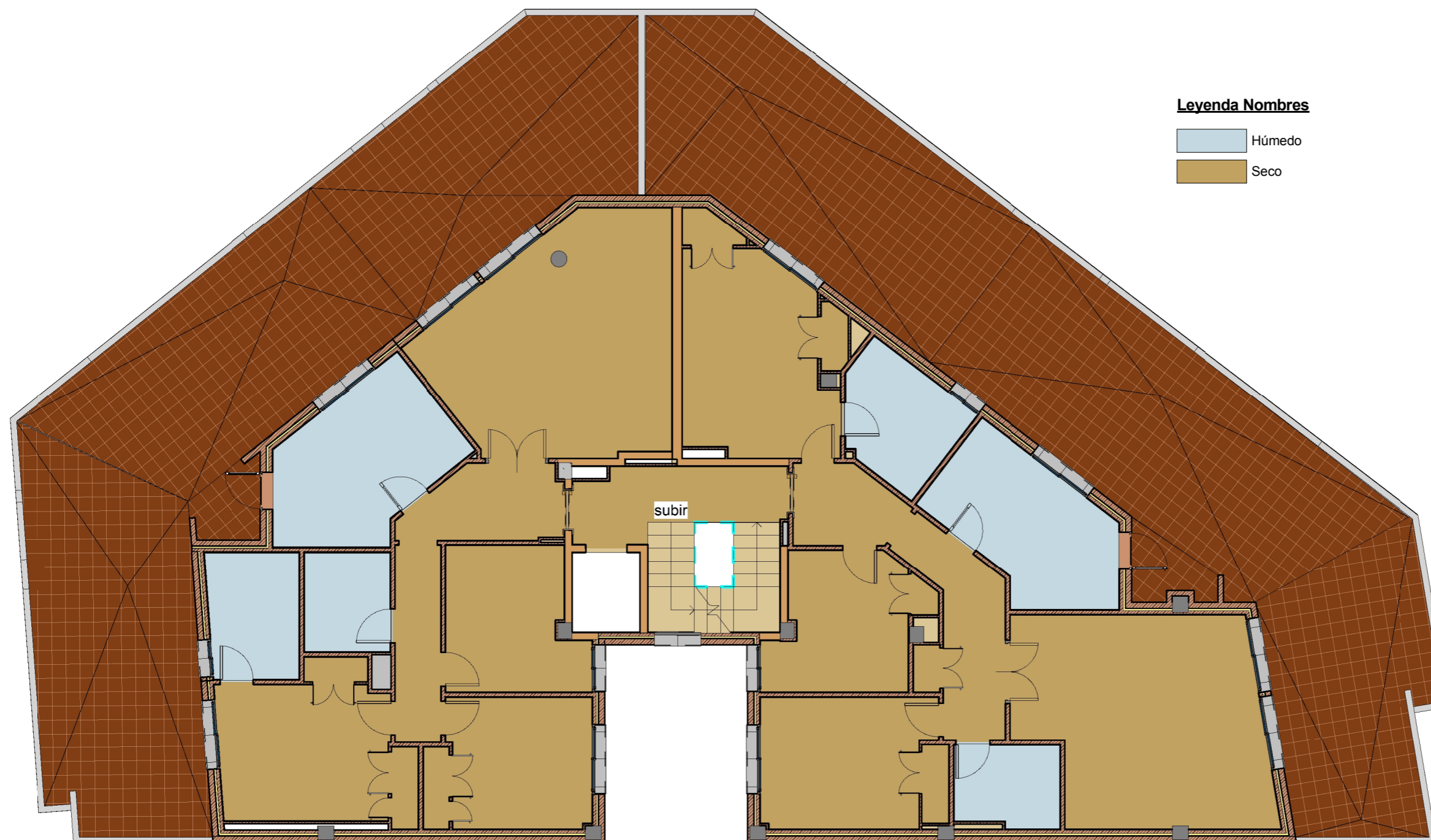
04 PA

Baño 1 D	Húmedo
Baño 1 E	Húmedo
Baño 2 D	Húmedo
Baño 2 E	Húmedo
Cocina D	Húmedo
Cocina E	Húmedo
Dorm 1 D	Seco
Dorm 1 E	Seco
Dorm 2 D	Seco
Dorm 2 E	Seco
Dorm 3 D	Seco
Dorm 3 E	Seco
Pasillo D	Seco
Pasillo E	Seco
Recibidor D	Seco
Recibidor E	Seco
Rellano PA	Seco
Salón-Comedor D	Seco
Salón-Comedor E	Seco

Total general: 19

**Legenda Nombres**

	Húmedo
	Seco



Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 10 - PA Esquema Húmedo/Seco

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

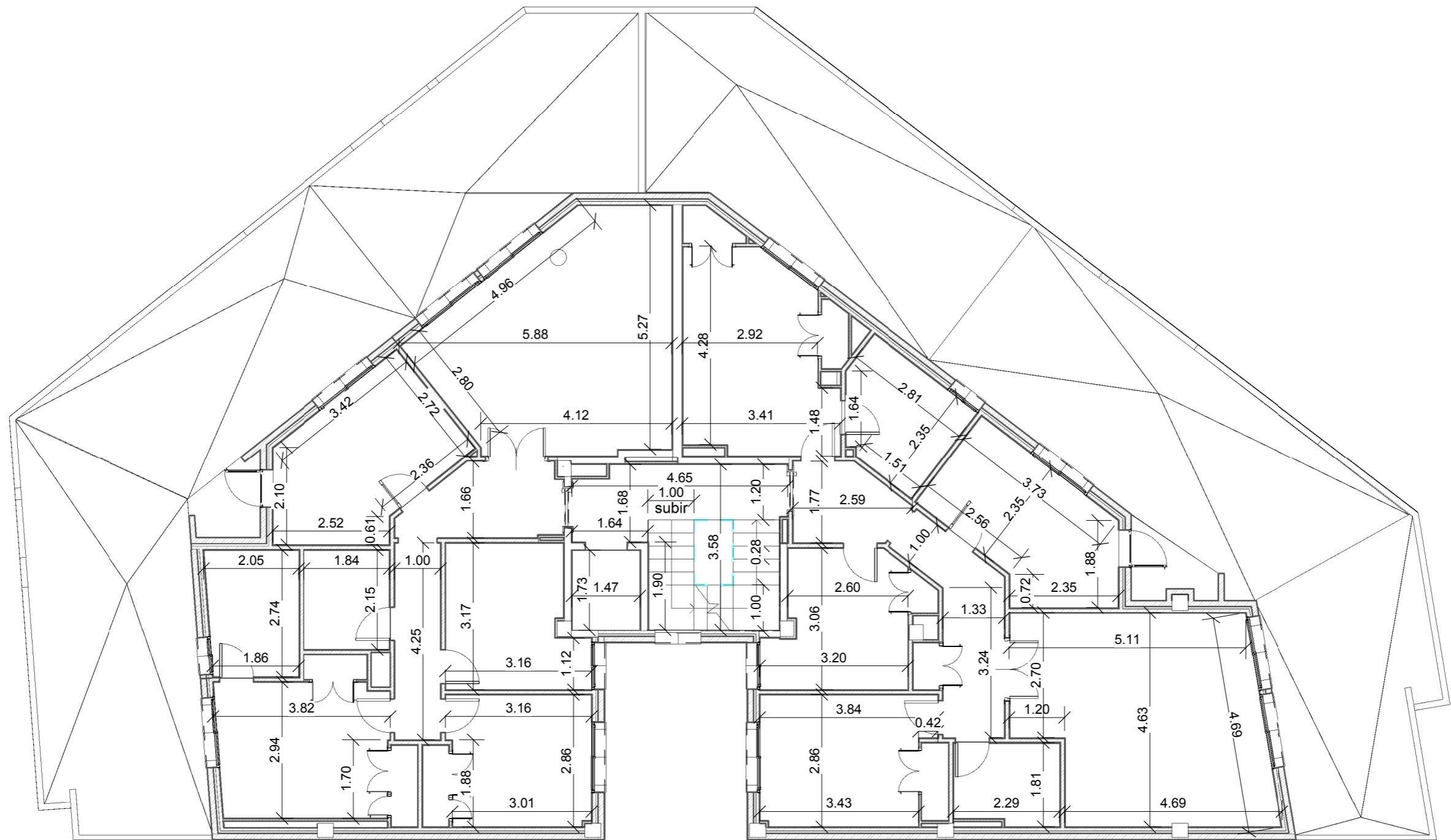
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:16





1 Cotas PA  
11 1:100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 11 - PA Cotas

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1:100

10/09/2014 13:39:21





1	Mobiliario PA
12	1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 12 - PA Mobiliario

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:26



**Leyenda Nombres**




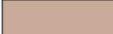





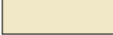







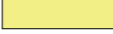

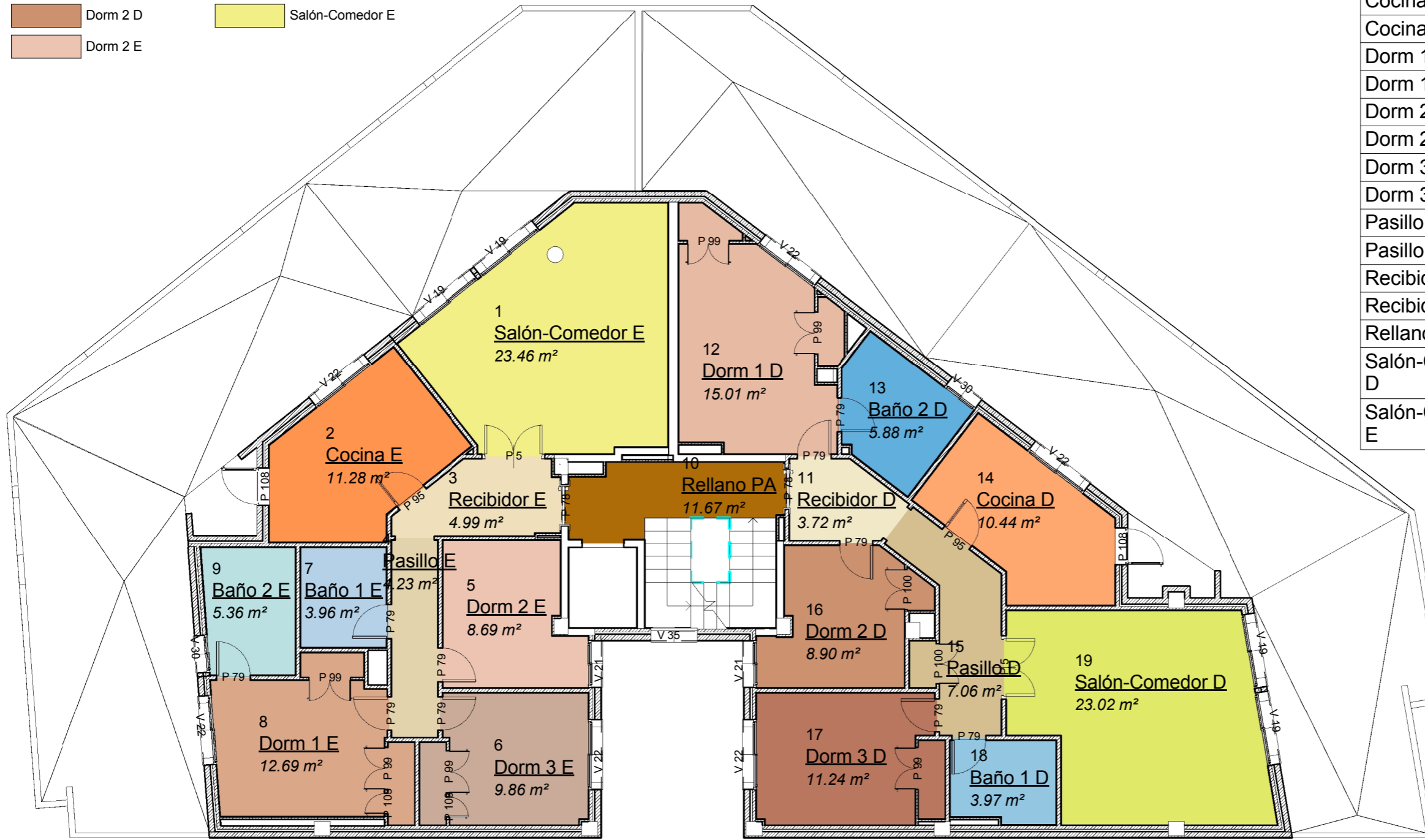
 Baño 1 D	 Dorm 3 D
 Baño 1 E	 Dorm 3 E
 Baño 2 D	 Pasillo D
 Baño 2 E	 Pasillo E
 Cocina D	 Recibidor D
 Cocina E	 Recibidor E
 Dorm 1 D	 Rellano PA
 Dorm 1 E	 Salón-Comedor D
 Dorm 2 D	 Salón-Comedor E
 Dorm 2 E	

Tabla de superficies útiles Planta Ático	
Comentarios	Área (m <sup>2</sup> )

04 PA	
Rellano	11.67
Vivienda D	89.23
Vivienda E	84.52

Tabla de superficies útiles planta ático		
Nombre	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)

04 PA		
Baño 1 D	3.97	8.21
Baño 1 E	3.96	8.01
Baño 2 D	5.88	9.74
Baño 2 E	5.36	9.48
Cocina D	10.44	13.59
Cocina E	11.28	13.75
Dorm 1 D	15.01	17.49
Dorm 1 E	12.69	15.97
Dorm 2 D	8.90	13.66
Dorm 2 E	8.69	13.12
Dorm 3 D	11.24	14.60
Dorm 3 E	9.86	13.24
Pasillo D	7.06	14.21
Pasillo E	4.23	10.51
Recibidor D	3.72	7.67
Recibidor E	4.99	9.78
Rellano PA	11.67	16.68
Salón-Comedor D	23.02	20.51
Salón-Comedor E	23.46	19.34



1	Esq Zonificación
13	1 : 100

Nombre de Proyecto: **Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta**

Número y nombre de plano: **Hoja nº 13 - PA Superficie útil**

Tutor: Begoña Fuentes Giner  
Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur  
C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Lliria (Valencia)

Escala: 1 : 100  
10/09/2014 13:39:32





Tabla Área construida bruta PA

Nombre	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
--------	------------------------	---------------

Área construida bruta

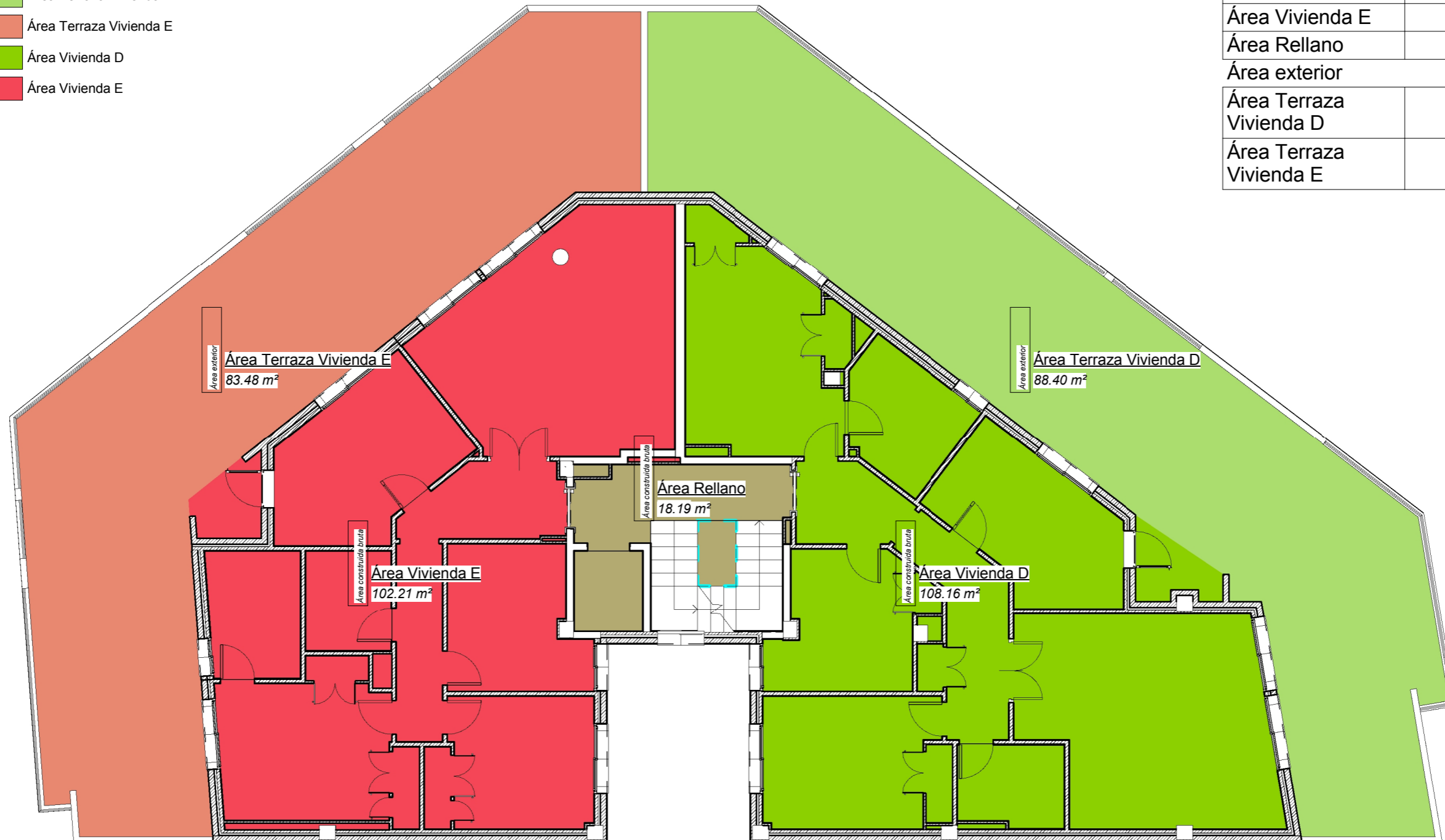
Área Vivienda D	108.16	48.20
Área Vivienda E	102.21	44.06
Área Rellano	18.19	16.62

Área exterior

Área Terraza Vivienda D	88.40	56.94
Área Terraza Vivienda E	83.48	52.92

Leyenda Esquema 1

- Área Rellano
- Área Terraza Vivienda D
- Área Terraza Vivienda E
- Área Vivienda D
- Área Vivienda E



1 Esq Area Const PA  
14 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 14 - PA Superficie construida

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

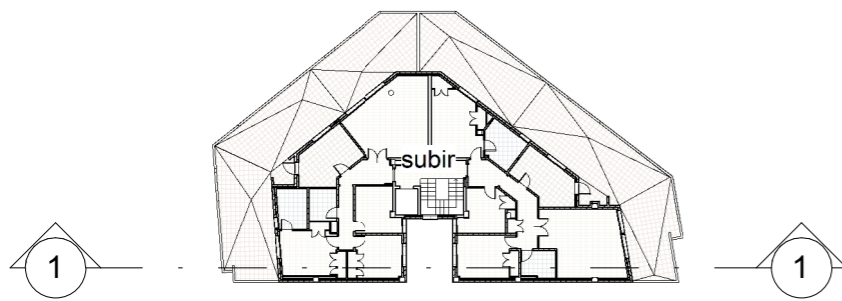
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

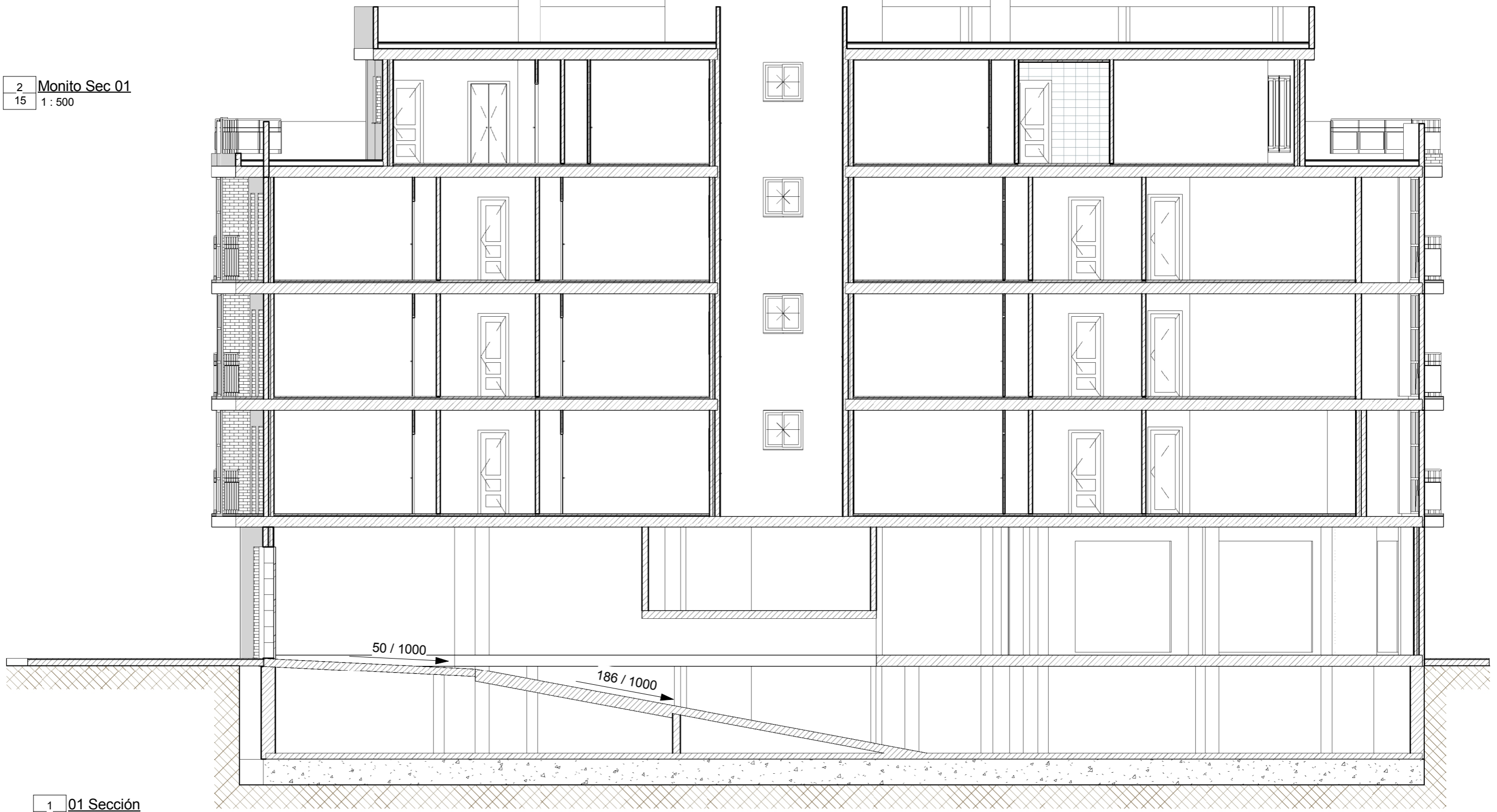
Escala: 1 : 100

10/09/2014 13:39:37

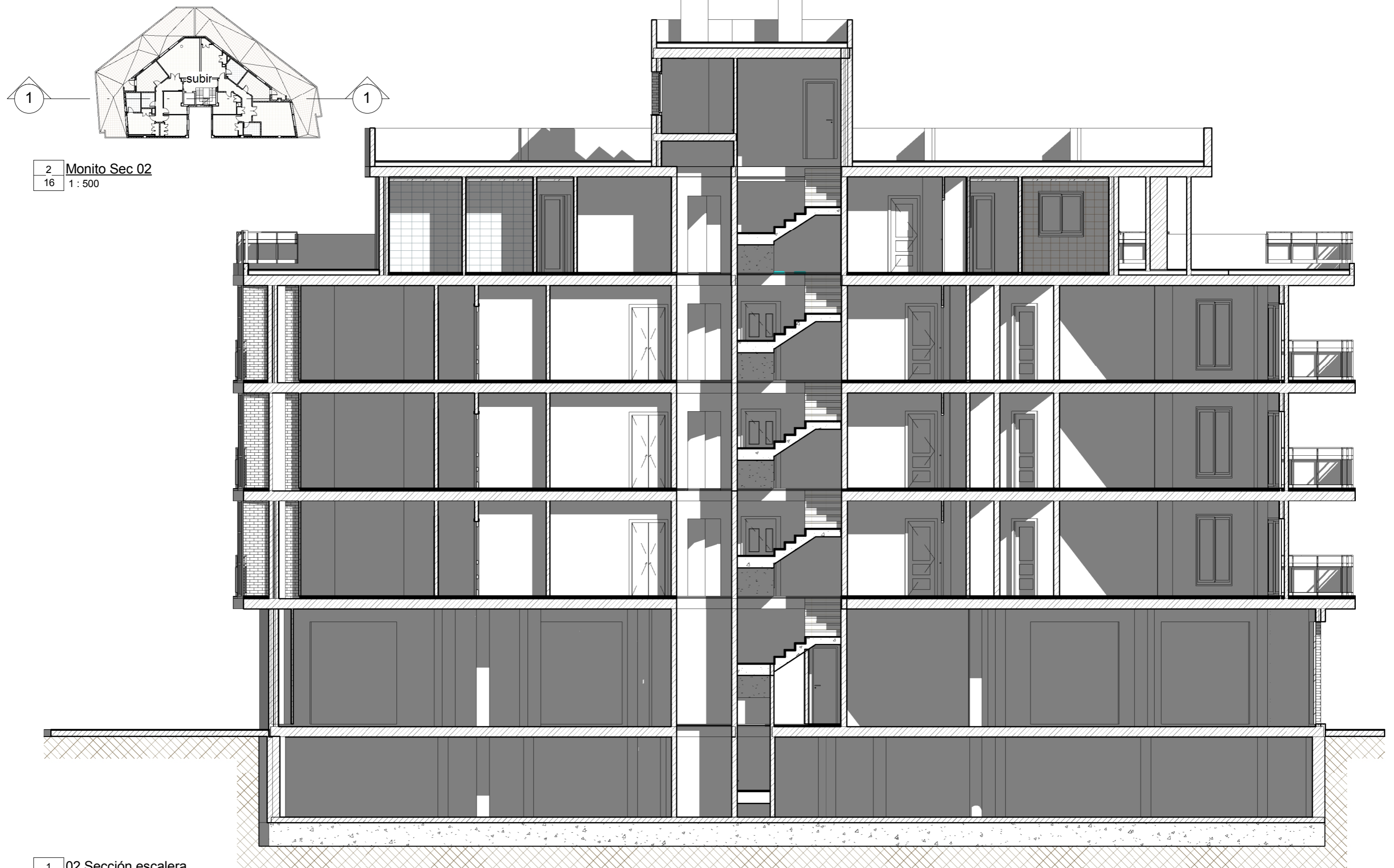




2 Monito Sec 01  
15 1 : 500



1 01 Sección  
15 1 : 100



2 Monito Sec 02  
16 1 : 500

1 02 Sección escalera  
16 1 : 100

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 16 - Sección 2

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

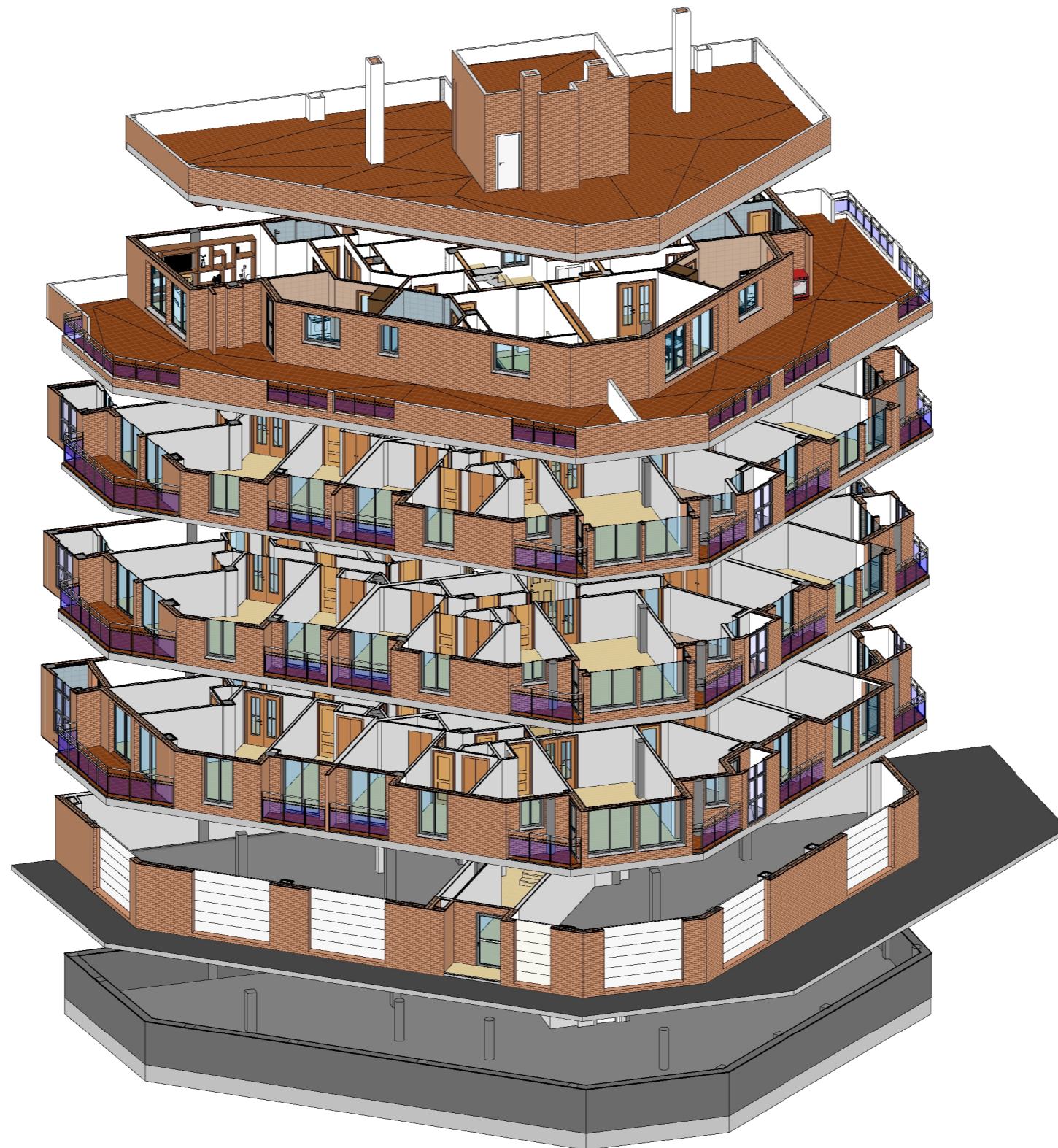
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala: Como se indica

10/09/2014 13:40:04





Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 17 - Isométrica Explotada

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala:

10/09/2014 13:40:15





1 Isométrica 1  
18

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 18 - Isométrica 1

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

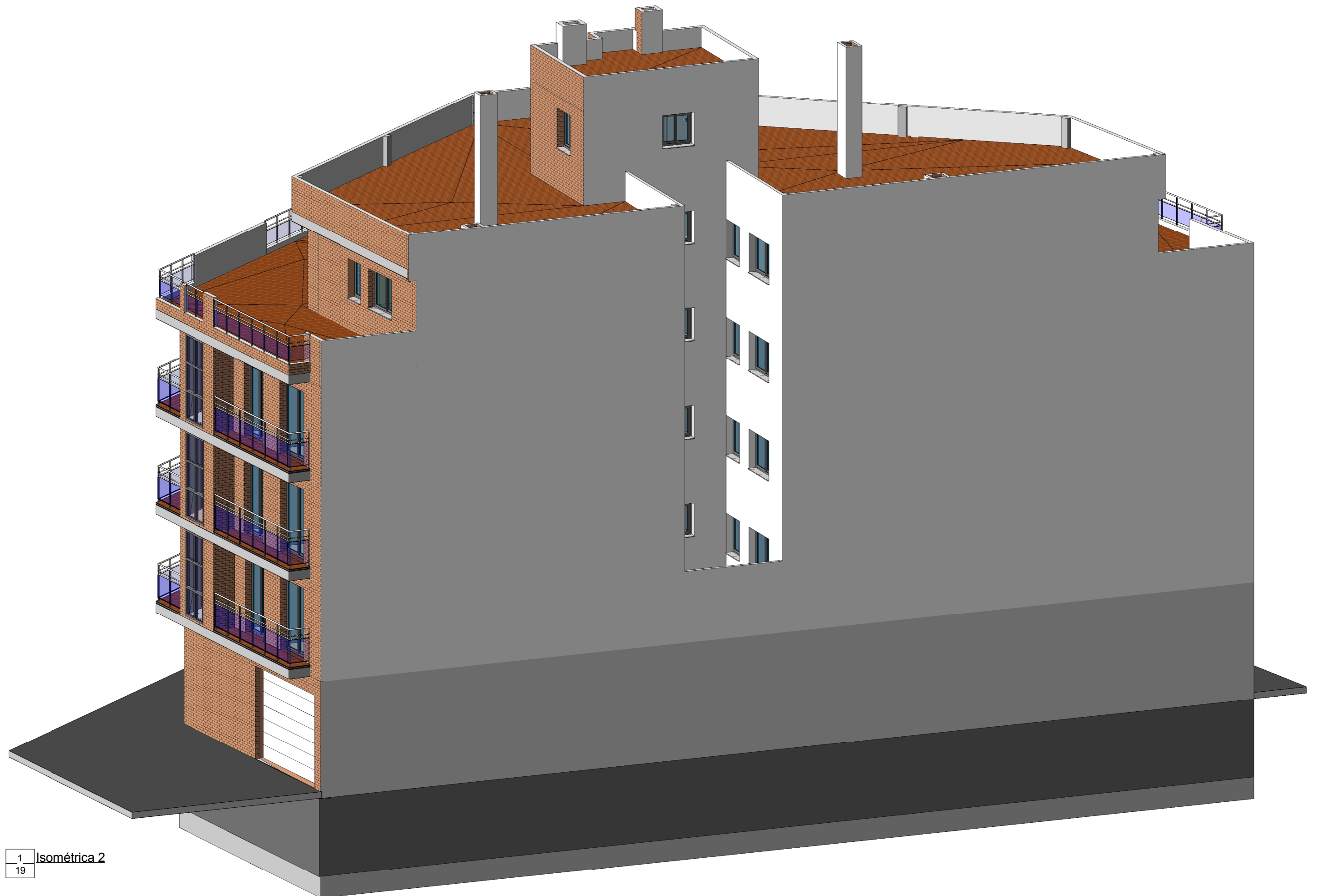
Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala:

10/09/2014 13:40:26





1 Isométrica 2  
19

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 19 - Isométrica 2

Tutor: Begoña Fuentes Giner

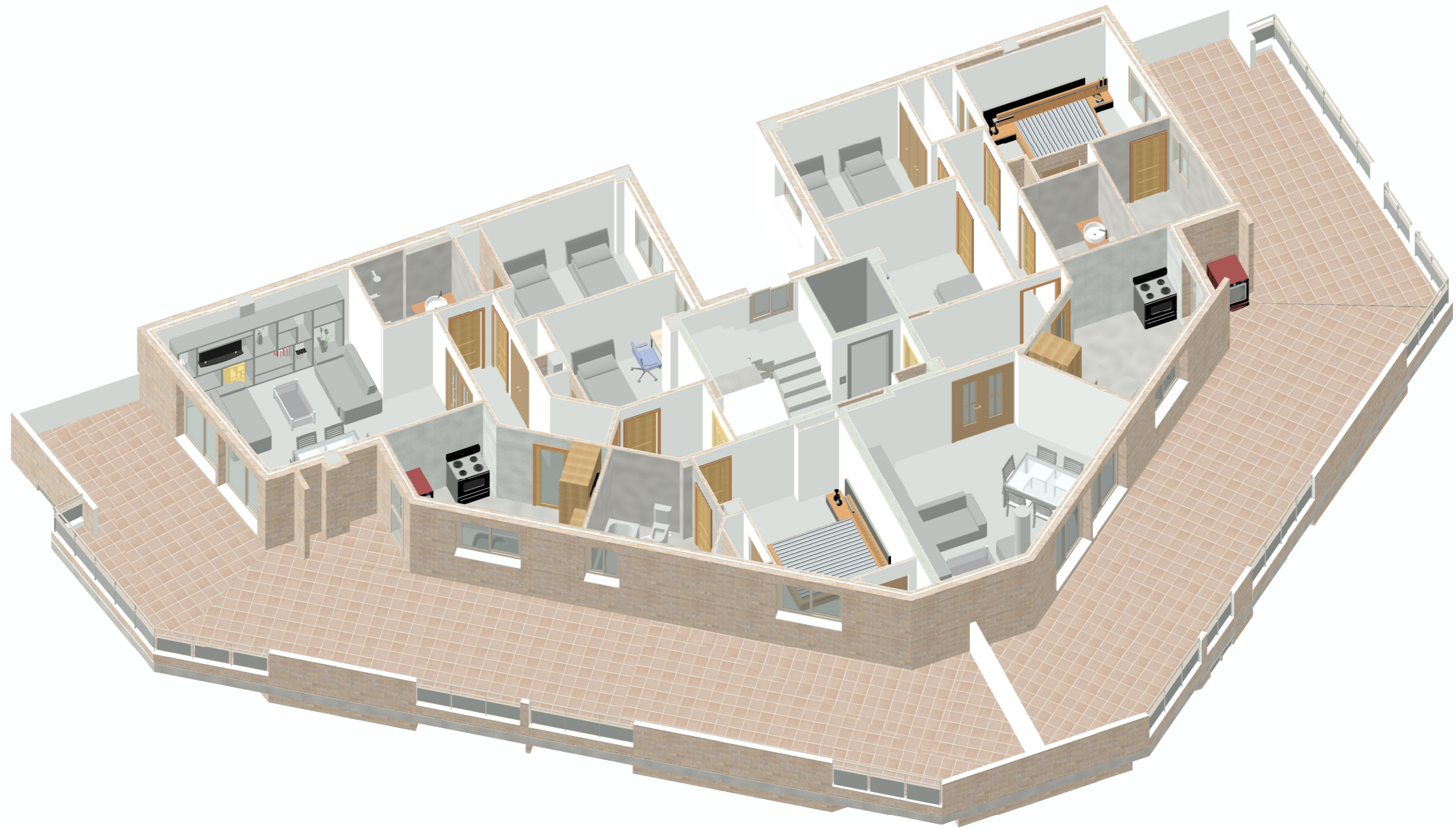
Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala:

10/09/2014 13:40:34



1 3D Sección PA  
20

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 20 - Isométrica 3

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala:

10/09/2014 13:40:58



Tabla planificación ventanas Pático

Familia	Marca de tipo	Altura	Anchura	Altura de antepecho	Recuento
---------	---------------	--------	---------	---------------------	----------

04 PA

Ventana corredera de 2 hojas 2	30	1.20	0.80	1.00	2
Ventana corredera de 2 hojas 2	35	1.00	1.00	1.55	1
Ventana corredera de 2 hojas 2	21	1.20	1.00	1.00	2
Ventana corredera de 2 hojas 2	22	1.20	1.50	1.00	6
Ventana corredera de 2 hojas 2	19	1.90	1.60	0.30	4

Tabla de planificación de puertas Planta ático

Familia	Tipo	Marca de tipo	Recuento
---------	------	---------------	----------

Puerta abatible de 2 hojas con ventana	124 x 203 cm	5	2
Puerta de armario de 2 hojas	860 x 2000 mm	100	2
Puerta de armario de 2 hojas	900 x 2000 mm	99	6
Puerta de armario simple	432 x 2000 mm	103	2
Puerta de cristal abatible 1	0725 x 2100 mm	95	2
Puerta de panel simple abatible 1	0725 x 2032 mm	79	10
Puerta entrada vivienda plurifamiliar	2100 x 825 mm	78	2
Puerta practicable de entrada, 1 hoja aluminio	800 x 2100 mm	108	2

Nombre de Proyecto:

Desarrollo de un proyecto de ejecución con la tecnología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta

Número y nombre de plano:

Hoja nº 21 - Tabla Carpintería PA

Tutor: Begoña Fuentes Giner

Tutor: Inmaculada Oliver Faubel

Alumno: Anaïs Tur

C/ La Venta, C/ Hort d'Agustí y C/ Peatonal Llíria (Valencia)

Escala:

10/09/2014 13:41:00

