

---

# Estudio y Modelado con Tecnología BIM de una vivienda Unifamiliar Aislada.

09 sep. 18

---

AUTOR:

**SERGIO MORAL SAIZ**

TUTOR/ES ACADÉMICO/S:

MARIA BEGOÑA FUENTES GINER Dpto. de Construcciones Arquitectónicas

INMACULADA OLIVER FAUBEL Dpto. de Construcciones Arquitectónicas



## Resumen

Debido a la imperante inserción de la metodología BIM en los últimos años he considerado la realización de un proyecto haciendo uso de esta herramienta de la misma forma que se haría uso de ella en el ámbito profesional. En este caso concreto, y como objetivo, me propongo realizar de forma autodidacta el modelado, así como toda la información intrínseca, de un proyecto real consistente en una vivienda unifamiliar aislada de dos plantas y formada por dos alas (Zona de día y Zona de noche) ubicada en Godelleta (Valencia).

Con este proyecto se pretende involucrar el uso de herramientas BIM, no solo en obra nueva, sino en obras construidas, y las posibles funciones y usos que esto puede conllevar. Partiendo de este caso; en la vivienda vive una pareja que pretende hacer ciertas reformas incluso cambios de necesidades. El modelado permite pre visualizar y facilitar el trabajo a realizar obteniendo un recurso digital de información del cual se puede disponer siempre, a pesar del transcurso de los años, y con un conjunto de información muy específico del proyecto (Estructura, instalaciones, materiales...).

De esta manera se pretende demostrar la utilidad de la tecnología BIM, no únicamente en obra nueva, sino en cualquier tipo de proyecto construido y sus ventajas a largo plazo.

**Palabras clave:** ArchiCAD, BIM, Modelado, Reforma, MEP, Instalaciones

## Abstract

*Because the prevailing insertion of the BIM methodology in recent years I have considered the realization of a project using this tool in the same way that it would be used in the professional field. In this specific case, and as an objective, I intend to carry out, in a self-taught way, the modeling, as well as all the intrinsic information, of a real project consisting of a single- family detached house with two floors and formed by two wings (Day Zone and Night Zone) located in Godelleta (Valencia).*

*This project intends to involve the use of BIM tools, not only in new construction, but in built works, and the possible functions and uses that this may entail. Starting from this case; in this house lives a couple that intends to make certain reforms, including changes in needs. The modeling allows to visualize and facilitate the work to be done obtaining a digital resource of information which can be always available, despite the passing of the years, and with a set of information very specific to the project (structure, facilities, materials ...).*

*In this way, it is intended to demonstrate the usefulness of the BIM technology, not only in new construction, but in any type of project built and its long-term advantages.*

**Key Words:** *ArchiCAD, BIM, Modeling, Reform, Installations, MEP*

## Agradecimientos

Me gustaría agradecer a toda esa gente que me ha ayudado y apoyado a lo largo de todos estos años de aprendizaje y formación; comenzando por mis padres, que me han proporcionado el apoyo y la ayuda necesaria para poder formarme durante todo este periodo y por inculcarme los valores que el día de mañana me definirán como profesional.

A mis tutoras Begoña e Inmaculada, por la oportunidad de realizar este TFG, por la dedicación que nos han brindado durante el cuatrimestre y durante este tiempo con el fin de mejorar y preparar mi trabajo.

A mis tíos Pedro y Araceli, que me permitieron mi primer acercamiento laboral al mundo de la edificación y por ser fuente de inspiración.

A todos esos profesores, compañeros y amigos que han hecho de estos años de carrera una experiencia enriquecedora y que han facilitado y propiciado el éxito final remando juntos como un gran equipo.

## Acrónimos utilizados

**BIM:** Building Information Modeling / Modelado de información en la edificación

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

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

**ETSIE:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la edificación

**EUBIM:** Encuentro de Usuarios BIM

**IVE:** Instituto Valenciano de la Edificación

**JIT:** Just in time / Justo a tiempo

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

**MEP:** Mechanical – Electrical – Plumbing / Mecánica – Electricidad - Fontanería

**PERT:** Program evaluation review / Revisión del programa

**PMI:** Project Management institute. / Instituto de gestión de proyectos.

**TFG:** Trabajo Fin de Grado

**UPV:** Universidad Politécnica de Valencia

# Índice

## Contenido

Resumen .....	1
Abstract.....	2
Agradecimientos .....	3
Acrónimos utilizados.....	4
Índice.....	5
<b>Capítulo 1. Introducción y Objetivos.</b> .....	6
1. ¿Qué es el BIM?.....	6
2. Objetivos.....	12
<b>Capítulo 2. Presentación del Proyecto</b> .....	13
1. Vivienda Objeto de Análisis.....	14
2. Información previa.....	15
3. Descripción del Proyecto.....	17
<b>Capítulo 3. Desarrollo del Modelado del Proyecto</b> .....	24
1. Metodología empleada para el Modelado.....	24
2. Software utilizado.....	25
3. Proceso de Modelado.....	26
4. Evolución del Modelado.....	36
<b>Capítulo 4. Uso aplicado de la Tecnología BIM</b> .....	44
1. Uso de BIM durante la fase de Desarrollo.....	44
2. Uso de BIM después de la fase de Desarrollo.....	89
<b>Capítulo 5. Conclusiones.</b> .....	97
1. Resumen.....	97
2. Conclusiones.....	98
<b>Capítulo 6. Referencias Bibliográficas</b> .....	100
<b>Capítulo 7. Índice de Figuras</b> .....	102
Anexos.....	106

# Capítulo 1.

## Introducción y Objetivos

### 1. ¿Qué es BIM?

De cara a la actualidad, y cada vez de forma más imperante, la metodología y tecnología BIM se instaura e instala en muchos ámbitos profesionales relacionados con la construcción, diseño, ingeniería... Hasta el punto de que cada vez más, deja de ser una novedad para convertirse en una herramienta de uso habitual. Semejante adaptación es debida al hecho funcional y a todas esas posibilidades.

Pero ¿qué es el BIM? ¿Es realmente una tecnología útil que permite el ahorro de tiempo y la reducción de costes en los proyectos de estos ámbitos profesionales?

El BIM (*Building Information Modeling*) ha recibido diferentes definiciones durante sus años de existencia.

El término BIM apareció por primera vez en un documento de 1992 de GA van Nederveen y FP Tolman.

Sin embargo, los términos “Building Information Modeling” no se popularizaron hasta unos 10 años después. El papel pionero de aplicaciones como RUCAPS, Sonata y Reflex ha sido reconocido por Laiserin y por la Real Academia de Ingeniería del Reino Unido.

El Comité de Proyecto Estándar del Modelo de Información Nacional de Construcción de EE. UU. Tiene la siguiente definición:

*Building Information Modeling (BIM) es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Un BIM es un recurso de conocimiento compartido para la información sobre una instalación que forma una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como existente desde la concepción más temprana hasta la demolición.* (Comité de Proyecto Estándar del Modelo de Información Nacional de Construcción de EE. UU. 2015).

La definición según la página oficial de Autodesk es:

*BIM (Building Information Modeling) es un proceso inteligente basado en un modelo 3D que brinda a los profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC) la visión y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura de manera más eficiente.* (PÁGINA OFICIAL DE AUTODESK)

Por último, la definición que Graphisoft brinda a esta tecnología es la siguiente:

*Cuando algo se convierte en BIM empieza con un modelo digital 3D del edificio. Este modelo no es más que pura geometría y algunas texturas colocadas sobre él para su visualización. Un verdadero modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir el edificio. Estos elementos tienen todas las características -físicas y lógicas- de sus componentes reales.* (PÁGINA OFICIAL DE GRAPHISOFT)

Algunas definiciones se centran más en el uso a los que los profesionales aplican el BIM, otras sin embargo se centran más en el propio proyecto concebido con BIM.

En lo que todas las definiciones coinciden es que se trata de un recurso de conocimiento; de tratamiento organizado de la información, y es ahí donde se encuentra la mayor bondad del BIM:

Todos los proyectos existentes ajenos a BIM ya son un proyecto de tratamiento de la información, el principal problema de este tipo de proyectos es que la información a menudo no se organiza de forma correcta. Para un proyecto estándar se trabaja con archivos .dwg o .cad, .word, .bc3... Para posteriormente anexar esa información a lo que será el proyecto final. Y el principal problema es que se trata de archivos independientes no vinculados, por lo tanto es habitual la aparición de incongruencias dentro de un mismo proyecto.

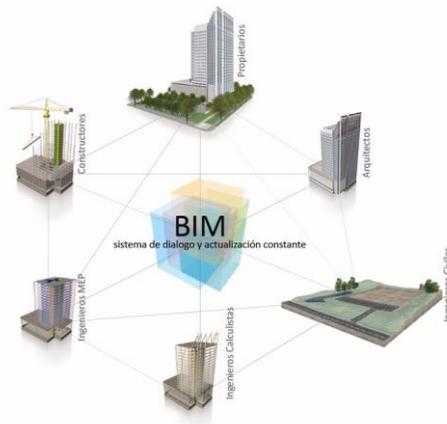


Figura 1. Interoperabilidad con BIM. Fuente: “CDC Academia Autodesk”. 2017

Por otro lado, la forma de trabajar con BIM es totalmente inversa; todas las partes del proyecto se tratan desde un mismo archivo, incluso siendo varios profesionales los que trabajan sobre él (Lo que se conoce como TeamWork) generando los archivos de salida correspondientes pero siempre partiendo del mismo archivo, por lo tanto las incongruencias se reducen enormemente.

Por último comentar una definición sobre BIM que personalmente me pareció acertada y tomé de Alberto Cerdán, consultor e implementador de la metodología BIM, al cual pude conocer en una charla sobre la figura del BIM Manager en el edificio Nexus de la Universidad Politécnica de Valencia el 9 de Mayo de 2018, entre otras charlas que realizó en la celebración de EUBIM:

*BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación y obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta se compone de una enorme base de datos que será utilizada durante todo el ciclo de vida del edificio. (CERDÁN A. 2018)*

Por lo que podríamos concluir en que el trabajo con BIM nos permite una gestión correcta y organizada de la información, con todas las ventajas que ello conlleva.

Una vez resuelto el término BIM, cabe explicar brevemente cual es la forma de trabajo de esta herramienta. Para ello es importante conocer los “Niveles de Desarrollo” (LOD). Los niveles de detalle o LOD nos sirven para valorar un proyecto y definir el coste de un modelo BIM.

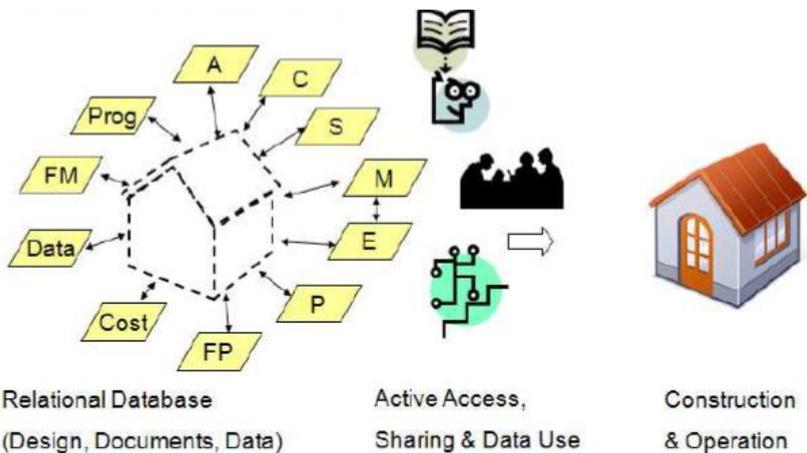


Figura 2. Sistema de Proceso de BIM. Fuente: “Construction in Developing Countries”. 2008.

Mediante los LOD se puede conocer el estado de detalle o desarrollo de un proyecto BIM, desde un nivel más conceptual hasta un alto nivel de detalle, además se trata de un estándar y universalmente se identifican de igual forma divididos en 5 Niveles de Desarrollo, aunque cabe remarcar que tras los cinco primeros niveles de desarrollo están surgiendo nuevos LOD, que incluyen aspectos tales como mantenimiento, gestión de residuos o gestión de reciclaje.

**LOD 100:** Se trata del nivel más básico, dónde se muestran los elementos de forma conceptual del proyecto.

**LOD 200:** Se trata de un desarrollo del LOD 100, que a pesar de seguir siendo conceptual muestra un parecido más fiel a la realidad, en cuanto a formas, volúmenes, texturas... que en ningún caso son definitivas.

**LOD 300:** En este nivel de desarrollo se enfatiza en las medidas y dimensiones, comenzando a ser las definitivas en el proyecto. Se comienza a trabajar con detalles constructivos.

**LOD 400:** Las mediciones están totalmente definidas en este nivel, siendo la información necesaria como para definir volumétrica y constructivamente el edificio.

**LOD 500:** Es el nivel de desarrollo más avanzado. Tras el proceso de construcción, este nivel se utiliza para el mantenimiento y funcionamiento de la instalación.

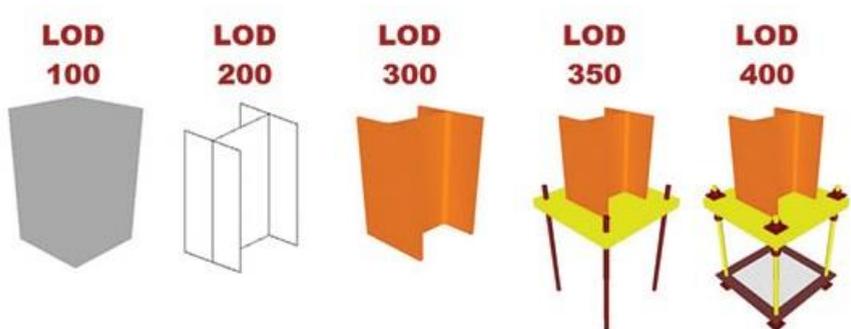


Figura 3. Esquema de Niveles de Desarrollo (LOD). Fuente: “Development or detail & why it matters”. 2014

## 2. Objetivos

Mediante este TFG se pretende demostrar y corroborar si efectivamente el sistema BIM presenta ventajas, valores añadidos y puntos positivos a los procesos de diseño y ejecución en obras de edificación, de la misma forma que se pretende demostrar el uso y las facilidades que presenta en proyectos ya construidos.

Se pretende llevar a cabo este objetivo mediante casos hipotéticos de incongruencias surgidas en un proyecto real y la comparativa de la metodología tradicional con la metodología BIM para solventar dichas incongruencias, obteniendo datos económicos y temporales para comprobar si existen diferencias entre ambas metodologías.

También se pretende comprobar si el sistema BIM ayuda a ser eficientes en flujos continuos de trabajo. Se propondrá un caso de reforma y se comprobará la facilidad y versatilidad de estos programas de modelado para la realización del diseño, tanto de planos como de infografías profesionales.

A nivel personal busco como objetivo de este TFG involucrarme más en el *Building Information Modeling* y conocer más a fondo esta metodología de trabajo que encuentro tan interesante, útil y funcional desde el primer contacto que tuve con el BIM hace dos años por parte de varios profesores en asignaturas como Proyectos o Gestión Integral del Proceso, pero especialmente por parte de Begoña Fuentes quien fue la primera persona en explicarme que lo que era BIM.

## Capítulo 2.

### Presentación del Proyecto. Vivienda Unifamiliar Aislada en Godelleta



*Figura 4. Vivienda Unifamiliar Aislada objeto de estudio. Fuente Propia. 2018.*

## 1. Vivienda objeto de análisis

En los próximos puntos de este capítulo se presentarán todas las características e información del proyecto objeto de estudio de metodología BIM.

Los elementos gráficos utilizados son extraídos o bien del software utilizado o bien mediante fuente propia obtenida in situ en el lugar del proyecto.

Nos encontramos ante una vivienda unifamiliar aislada con semisótano, planta baja y una cámara en altura ubicada en Godolleta (Valencia).



*Figura 5. Perspectiva de la vivienda. Fuente propia. Archicad 20. 2018.*

## 2. Información previa

### 2.1. Datos del emplazamiento

La vivienda se encuentra ubicada en la calle Alto Pinar, Nº 43. En la Localidad de Godelleta, Valencia.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	8967313XJ9686N00015M III
Localización	CL ALTO PINAR 26 46388 GODELLETA (VALENCIA)
Clase	Urbano
Uso principal	Residencial
Superficie construida 	508 m <sup>2</sup>
Año construcción	2001

PARCELA CATASTRAL	
	Parcela construida sin división horizontal
Localización	CL ALTO PINAR 26 GODELLETA (VALENCIA)
Superficie gráfica	1.318 m <sup>2</sup>



Figura 6.1. Emplazamiento. Fuente: Catastro. 2018

## 2.2. Datos del entorno físico

Esta parcela posee una forma irregular, con un frente de fachada de 34.29 m. recayentes en la calle Alto Pintar, y de 38.75 y 28.96 m. recayentes a las calles transversales a derecha e izquierda respectivamente, siendo su superficie total de 1315.35 m<sup>2</sup>. Se encuentra situado en suelo urbano de segunda residencia. La parcela en la actualidad cuenta con un vallado, a conservar, de acuerdo con el art. 59 de las Ordenanzas de Godelleta.

## 2.3. Clasificación de uso

Nos encontramos con un solar urbano de segunda residencia para el que el Plan General de Godelleta, asigna USO RESIDENCIAL, VIVIENDA UNIFAMILIAR.



*Figura 6.2. Emplazamiento. Fuente: Google Maps. 2018*

### 3. Descripción del proyecto

#### 3.1. Descripción general del edificio

La vivienda objeto de estudio cuenta con una planta de semisótano de 86.17 m<sup>2</sup> construidos, en la que se distribuye: un garaje para dos plazas de aparcamiento, una bodega, un trastero, una despensa y la escalera de acceso a la vivienda.

La vivienda se desarrolla en una planta y se organiza en dos volúmenes independientes que separan la zona de día de la zona de noche. Se compone de: porche de acceso, vestíbulo, comedor-estar, porche comedor, zona de paso entre los dos volúmenes, escalera de acceso a la cambra, un aseo, una despensa y cocina-oficio, más la zona de noche integrada por un pasillo, tres dormitorios dobles y dos baños completos, uno de los cuales se incorpora para uso privativo del dormitorio principal, que cuenta también con vestidor. La superficie útil de la vivienda es de 187.42 m<sup>2</sup> y la construida es de 227.44m<sup>2</sup>.

Sobre la zona de la cocina se dispone una planta de buhardilla, con una cambra que se incorpora dentro del volumen general de la cubierta y que cuenta con conexión espacial con la zona comedor-estar. Su superficie construida es 37.81 m<sup>2</sup>.

La superficie total proyectada es de 351.42 m<sup>2</sup>. Así mismo se han proyectado una piscina que bordea la zona de día de la vivienda. Con una lámina de agua de 112 m<sup>2</sup> y de profundidad variable y una zona urbanizada con barbacoa en la parte posterior de la parcela de 40 m<sup>2</sup> de superficie.

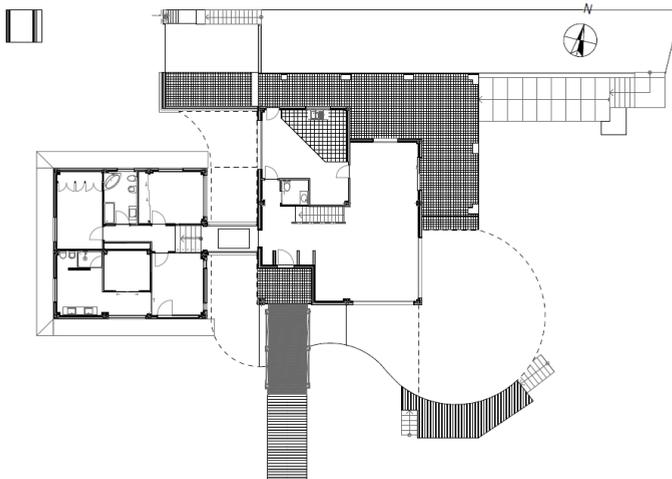


Figura 7: Planta Baja. Fuente propia. Archicad 20. 2018

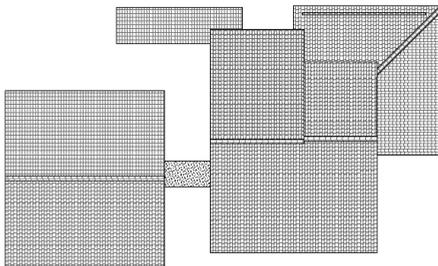
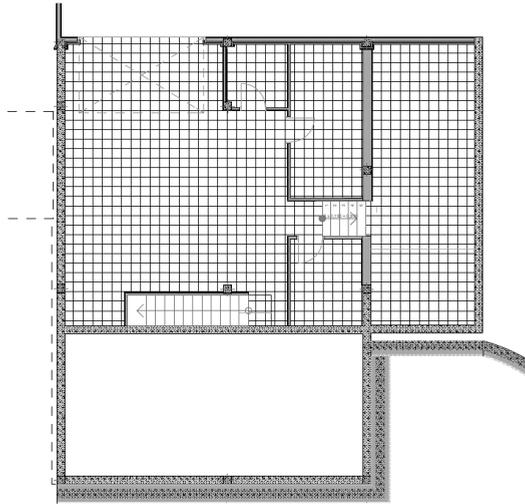
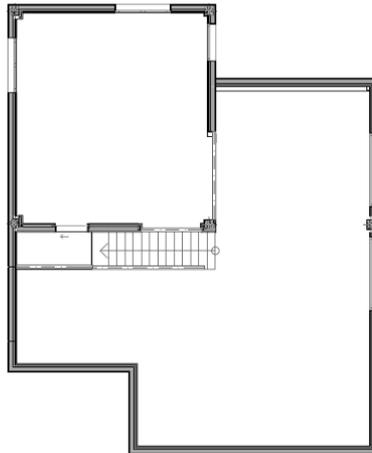


Figura 8. Planta Cubierta. Fuente propia. Archicad 20. 2018



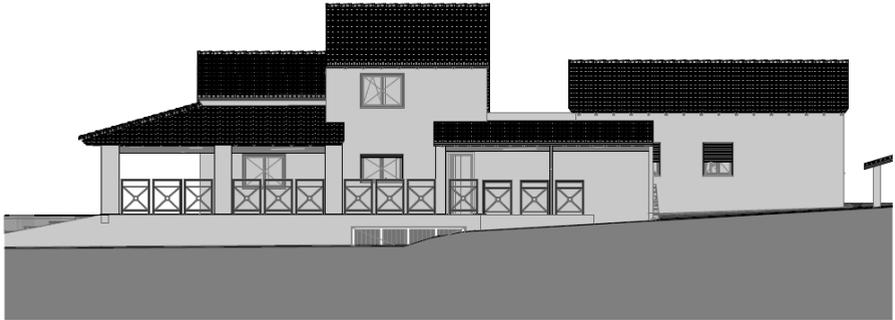
*Figura 9: Planta Semisótano. Fuente propia. Archicad 20. 2018.*



*Figura 10: Planta Cambra. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 11: Fachada Principal. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 12: Fachada Posterior. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 13: Fachada Nordeste. Fuente propia. Archicad 20. 2018*

### 3.2. Estudio de superficies y programa de necesidades

El uso de software de trabajo de metodología BIM ha permitido establecer un cuadro de superficies tanto útiles como construidas con una gran exactitud con respecto a la realidad del proyecto.

USO	PLANTA	DEPENDENCIA	M <sup>2</sup> ÚTILES	M <sup>2</sup> CONSTR.
VIVIENDA	BAJA	Porche de acceso	5.70	
		Vestíbulo	5.17	
		Comedor-estar	46.57	
		Escalera	4.08	
		Paso interior	2.74	
		Aseo	2.41	
		Despensa	3.38	
		Cocina	23.61	
		Porche 2	17.70	
		Pasillo z. noche	13.58	
		Dormitorio 1	10.61	
		Dormitorio 2	12.55	
		Baño 1	5.84	
		Dormitorio ppal.	23.38	
Baño dorm. ppal.	10.10			
<b>TOTAL M<sup>2</sup> VIVIENDA</b>			<b>187.42</b>	<b>227.44</b>
ANEXOS	SEMISÓTANO	Garaje	49.06	
		Escalera	4.25	
		Bodega	11.79	
		Trastero	4.60	
		Despensa	6.10	
	BUHARDILLA	Cambra	30.60	37.81
<b>TOTAL M<sup>2</sup> ANEXOS</b>			<b>106.40</b>	<b>123.98</b>
<b>SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA</b>				<b>351.42</b>



Figura 14: Plano de zonificación. Fuente propia. Archicad 20. 2018

# Capítulo 3.

## Desarrollo del Modelado del Proyecto

A lo largo de este capítulo se tratará de explicar la metodología mediante la cual se ha llevado a cabo el modelado de este proyecto, así como sus fases, sus características, sus especificaciones y el proceso seguido a lo largo de la fase de modelado tras la síntesis de la información inicial preexistente.

### 1. Metodología empleada para el modelado

La metodología BIM implica ciertas características entre las cuales se encuentra el trabajo colaborativo, como se explicó en el Apartado 1 del Capítulo 1. Este trabajo colaborativo conlleva la implicación de un equipo que realiza sus tareas sobre un mismo proyecto; se trata pues, de la forma de trabajo con BIM en los despachos profesionales.

Debido a que este proyecto ha sido desarrollado de forma personal e individual no podemos considerarlo una metodología de trabajo BIM, sino el uso de la tecnología BIM para la realización del modelado del proyecto no colaborativo.

Sin embargo la forma de trabajo ha intentado aproximarse lo máximo a la forma de trabajo profesional y metodología utilizada en los ámbitos laborales, dentro del contexto propio de estudiante.

## 2. Software utilizado

El software de trabajo utilizado para el desarrollo del modelado del proyecto ha sido Archicad 20 de *Graphisoft* en su versión educacional.

El motor de renderizado utilizado ha sido para realizar las infografías y renderizados ha sido CineRender de MAXON y Lumion 8.

“ArchiCAD es un paquete de diseño completo con bosquejo 2D y 3D, visualización y otras funciones de modelado de información de edificios para arquitectos, diseñadores e ingenieros. Cuenta con aplicaciones integradas tales como:

- Herramienta de gestión de documentos: un servidor central de almacenamiento de datos con acceso remoto, herramienta de control de versiones con funciones de copia de seguridad y restauración.
- Software CAD 2D: herramientas de dibujo para crear dibujos técnicos precisos y detallados.
- Software de modelado 3D: una interfaz de CAD 3D desarrollada especialmente para arquitectos capaces de crear diversos tipos de formas de construcción.
- Software de representación y visualización arquitectónica: una herramienta de representación de alto rendimiento para producir imágenes o videos realistas.”

(PÁGINA OFICIAL DE GRAPHISOFT. 2018.)

### 3. Proceso de Modelado

En primer lugar se realizó un desplazamiento hasta Godelleta (Valencia), lugar donde se encuentra la edificación. Se tomó un reportaje fotográfico y se realizó un levantamiento in situ en papel mediante medidas tomadas con distanciómetro láser.

Se obtuvo el permiso por parte de la propietaria Raquel Marco para acceder al proyecto durante un día. No se pudieron obtener planos en CAD o DWG, y por tanto se tuvo que realizar el levantamiento y la triangulación manual, sin embargo sí que se pudieron obtener parte de los planos del proyecto arquitectónico en papel también, así como la memoria descriptiva y constructiva del proyecto.

Estas son algunas de las fotos obtenidas del reportaje fotográfico, tomadas con intención de observar la construcción real, los materiales, los encuentros y la demás información pertinente:



*Figura 15: Vista exterior del porche trasero. Fuente propia. 2018*



*Figura 16: Detalle del encuentro de vigas y pares con pilar exterior. Fuente propia. 2018*



*Figura 17: Detalle de intersección de bajante con bardos de cubierta. Fuente propia. 2018*



*Figura 18: Vista exterior del paso entre zonas. Fuente propia. 2018*



*Figura 19: Vista interior del paso entre zonas. Fuente propia. 2018.*



*Figura 20: Vista exterior de la fachada principal.  
Fuente propia. 2018.*



*Figura 21: Vista exterior de la piscina.  
Fuente propia. 2018*



*Figura 22: Vista interior de Estar – Comedor. Fuente propia. 2018.*



*Figura 23: Vista interior de Cocina. Fuente propia. 2018*



*Figura 24: Vista interior de pasillo de zona de noche.  
Fuente propia. 2018.*

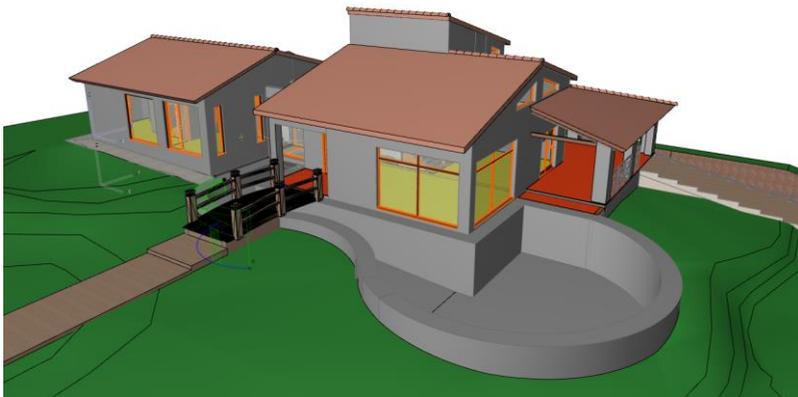


*Figura 25: Vista interior de dormitorio principal.  
Fuente propia. 2018*

Una vez obtenidos los documentos gráficos y escritos se realizó una síntesis de la documentación, estudiando las memorias, interpretando el proceso de construcción, analizando las mediciones y presupuestos y analizando la edificación en persona, para poder conocer correctamente la vivienda objeto de estudio.

En el apartado “4. Evolución de modelado” se mostrará el desarrollo del modelado de cada fase de la construcción de la vivienda.

Para comenzar el modelado se inicia con un nivel de desarrollo LOD 100, dónde se muestra de forma conceptual el proyecto y el terreno. Este es el nivel de desarrollo más básico como se indica en el Capítulo 1. Con este nivel de desarrollo obtenemos la información de las superficies y volumetría del edificio, pero sin llegar a profundizar en más aspectos como son los detalles constructivos, los materiales, las medidas reales, etc.



*Figura 26: Nivel de Desarrollo LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018*

A continuación adaptamos ese modelo LOD 100 a los niveles posteriores hasta alcanzar un LOD 300. En el nivel de desarrollo LOD 200 los cambios son muy leves, ya que continúa tratándose de un modelo conceptual al que se le han añadido texturas, tramas, una definición más avanzada de formas, pero en ningún caso se trata de un modelo que puede utilizarse como ejemplo constructivo.

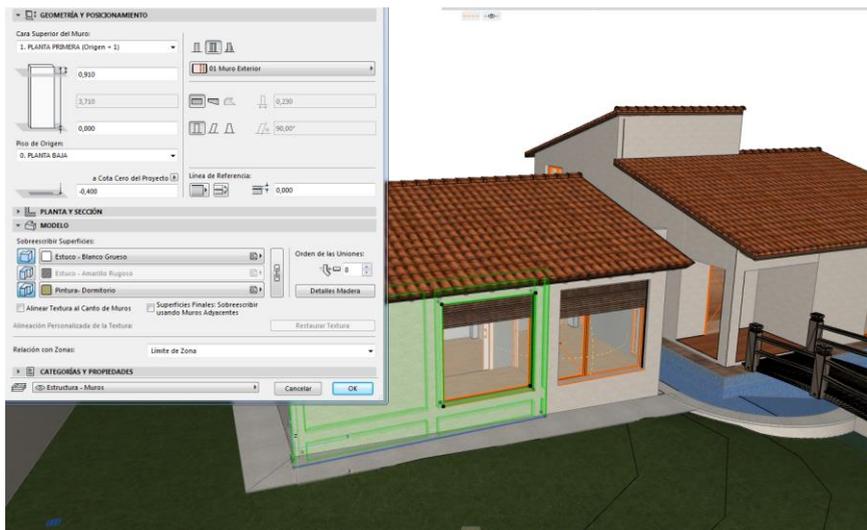


Figura 27: Nivel de Desarrollo LOD 200. Fuente propia. Archicad 20. 2018

Continuamos trabajando sobre el modelo adentrándonos en un nivel de desarrollo superior, el LOD 300, dónde el modelado no es la prioridad, ya que trabajamos sobre un modelo existen realizado en fases anteriores.

La prioridad del LOD 300 es la adición de información al proyecto, ya que la clave del sistema BIM está precisamente en la gestión de la información. En esta fase dónde dotamos al modelo de los materiales y las dimensiones reales del proyecto, obteniendo así un modelo de información completo. Ya se pueden aplicar detalles constructivos y existe una gestión de la información real.

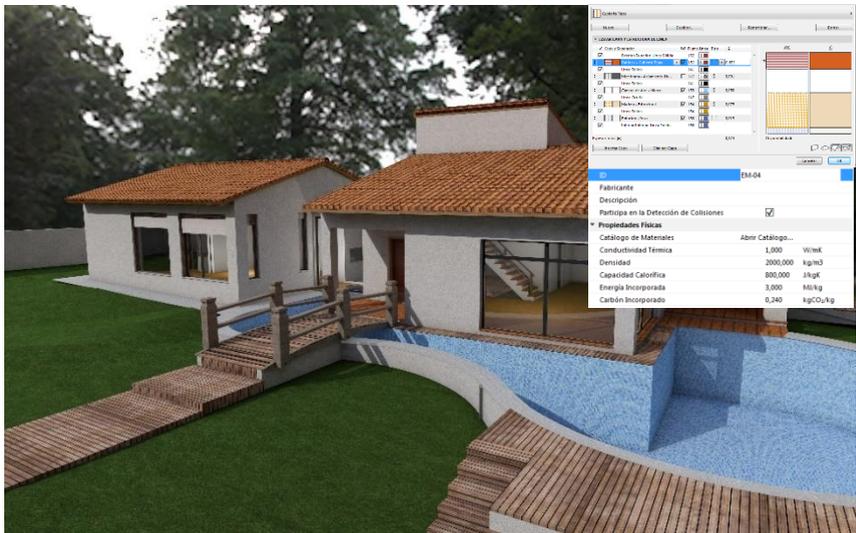
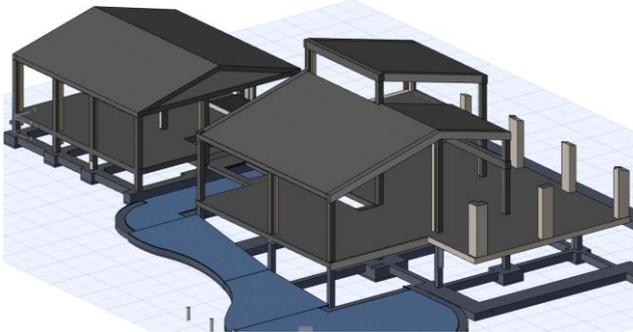
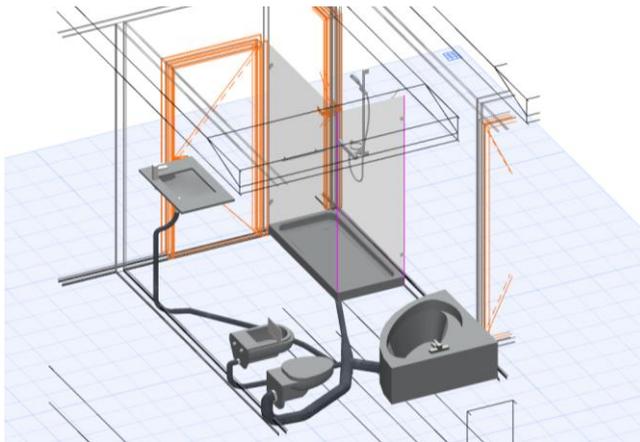


Figura 28: Nivel de Desarrollo LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018

El Nivel de Desarrollo LOD 300 conlleva ciertos aspectos que en este proyecto han sido definidos, entre ellos el modelado de estructura y modelado de instalaciones.



*Figura 29: Modelado de la estructura de la vivienda.  
Fuente propia. Archicad 20. 2018*

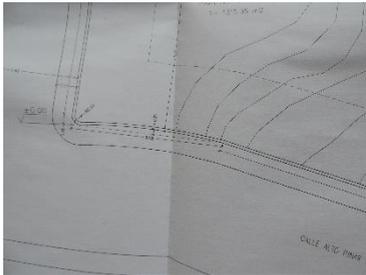


*Figura 30: Modelado de instalación de saneamiento  
mediante el MEP Modeler. Fuente propia. Archicad 20. 2018*

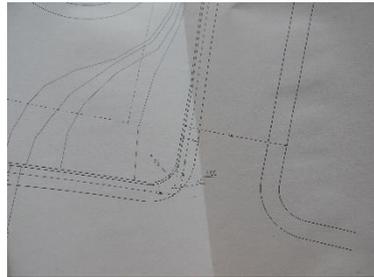
## 4. Evolución del modelado.

A partir de los datos e información mencionada anteriormente se llevó a cabo el modelado completo del proyecto.

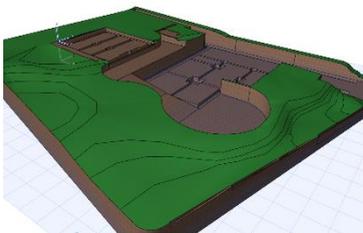
A continuación se muestra dicha evolución que nace a partir de los planos reales del proyecto y las imágenes obtenidas del mismo, pasando por distintos niveles de desarrollo hasta obtener el modelado final y su información completa.



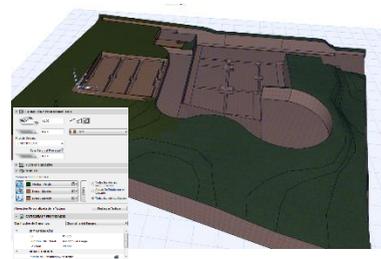
*Figura 31: Extracto del plano de replanteo topográfico. Fuente propia. 2018*



*Figura 32: Extracto del plano de replanteo topográfico. Fuente propia. 2018*



*Figura 33. Modelado del terreno LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018*



*Figura 34. Modelado del terreno LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018*

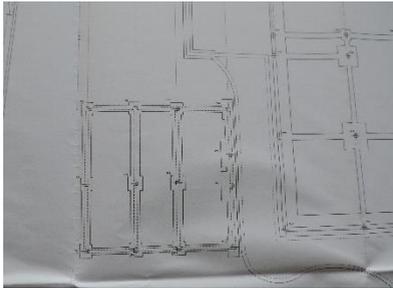


Figura 35. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018

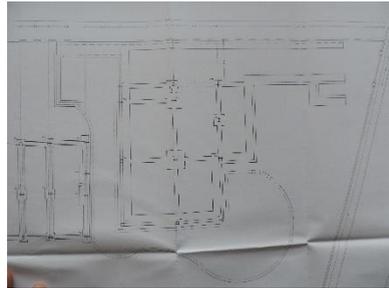


Figura 36. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018

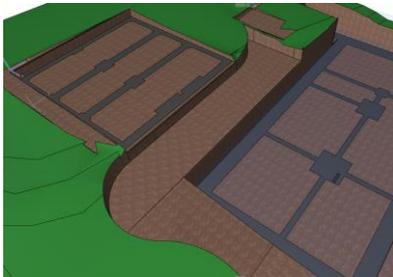


Figura 37. Modelado de la cimentación. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018

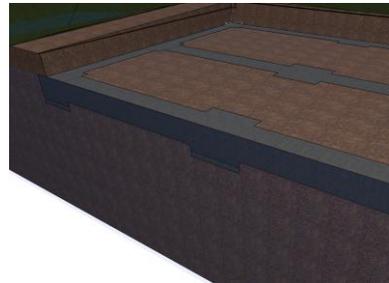


Figura 38. Modelado de la cimentación. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018

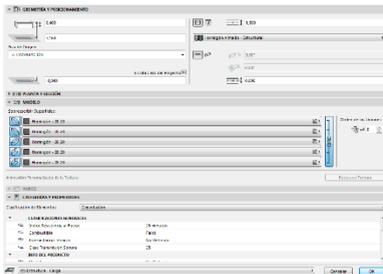


Figura 39. Gestión de la inf. de la cimentación. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018

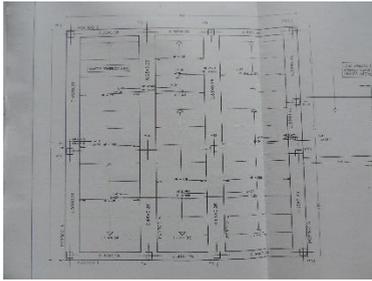


Figura 40. Extracto del plano de estructura. Fuente propia. 2018

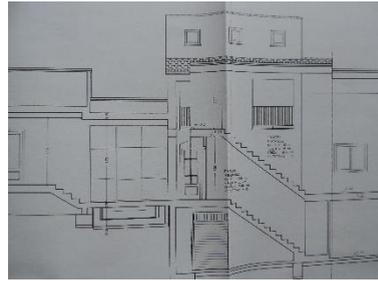


Figura 41. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018

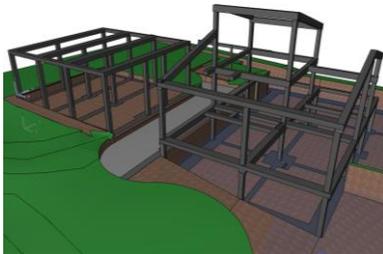


Figura 42. Modelado de la estructura. LOD 100. Fuente propia Archcad 20. 2018



Figura 43. Modelado de la estructura. LOD 300. Fuente propia Archcad 20. 2018

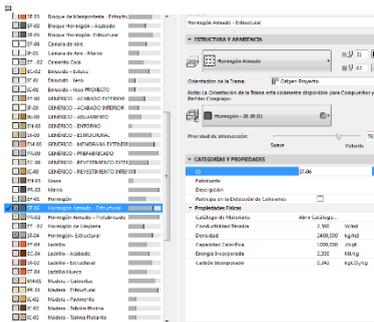


Figura 44. Gestión de la inf. de la estructura. LOD 300. Fuente propia Archcad 20. 2018

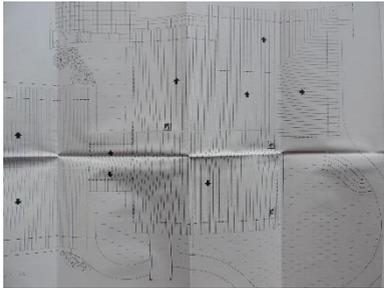


Figura 45. Extracto del plano de cubierta. Fuente propia. 2018



Figura 46. Fotografía de la cubierta. Fuente propia. 2018



Figura 47. Modelado de la cubierta. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018



Figura 48. Modelado de la cubierta. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018

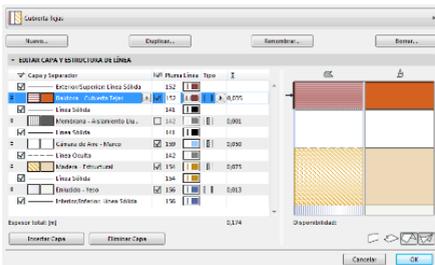
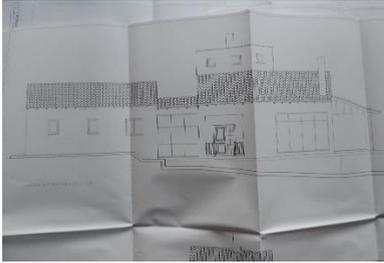


Figura 49. Gestión de la inf. de la cubierta. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018



*Figura 50. Extracto del plano de arquitectura Fachada principal. Fuente propia. 2018*



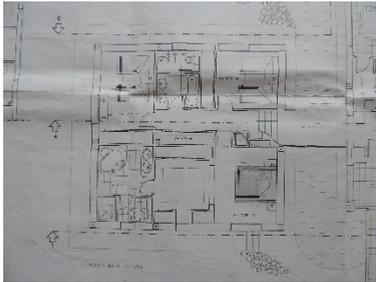
*Figura 51. Fotografía de la fachada principal. Fuente propia. 2018*



*Figura 52. Modelado de los cerramientos. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018*



*Figura 53. Modelado de los cerramientos. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018*



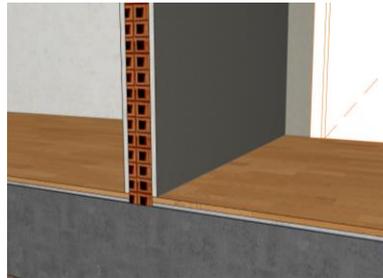
*Figura 54. Extracto del plano de arquitectura. Particiones zona de noche. Fuente propia. 2018*



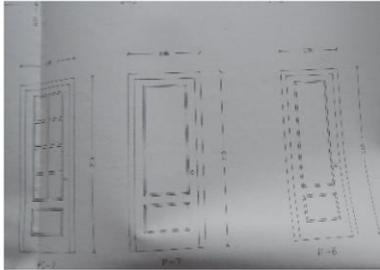
*Figura 55. Fotografía de las particiones interiores. Fuente propia. 2018*



*Figura 56. Modelado de las particiones. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



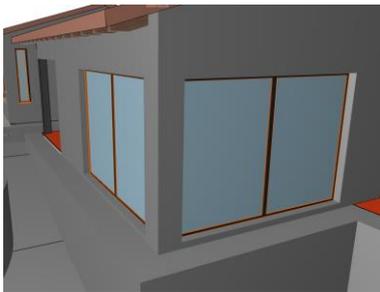
*Figura 57. Modelado de las particiones. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 58. Extracto del cuadro de carpintería. Fuente propia. 2018*



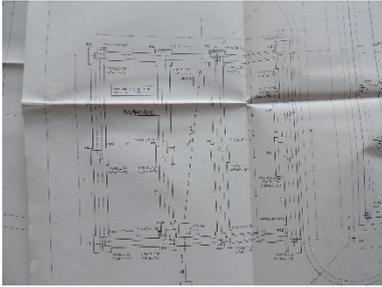
*Figura 59. Fotografía de la carpintería exterior. Fuente propia. 2018*



*Figura 60. Modelado de la carpintería. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



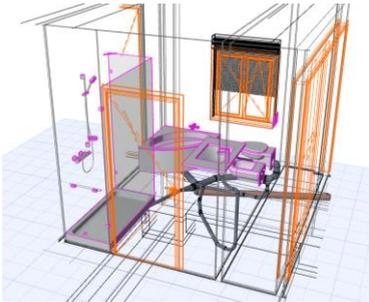
*Figura 61. Modelado de la carpintería. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 62. Extracto del plano de instalaciones. Fuente propia. 2018*



*Figura 63. Fotografía de sanitarios. Fuente propia. 2018*



*Figura 64. Modelado de las instalaciones mediante MEP. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018*



*Figura 65. Modelado de sanitarios. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018*

# Capítulo 4.

## Uso aplicado de la Tecnología BIM

En este capítulo se expondrá la utilización de la tecnología BIM aplicada a casuísticas reales, tanto durante la fase de diseño y ejecución, lo que será tratado en el apartado “1. Uso de BIM durante la fase de Desarrollo”, como después de la fase de ejecución en el apartado “2. Uso de BIM después de la fase de Desarrollo”. Cómo modelo se utilizará la vivienda objeto de estudio cuyo proceso de modelado ha sido explicado en el capítulo anterior.

### 1. Uso de BIM durante la fase de Desarrollo

En este apartado se van a exponer las incongruencias localizadas en el proyecto de origen con respecto a su ejecución, por lo que nos ubicaremos en un contexto hipotético de las fases anterior, posterior y simultánea a la construcción de la vivienda.

Se entiende por incongruencia los errores o incompatibilidades existentes en la construcción con respecto al proyecto de origen. Estas incongruencias generan pérdidas económicas y temporales que en muchas ocasiones encarecen en gran cantidad el coste de la obra.

Se intentará comprobar si efectivamente el uso de herramientas BIM puede prevenir la aparición de esas incongruencias para disminuir sobrecostes y errores de mala ejecución en el proyecto.

### 1.1. Tecnología y Clasificación de Incongruencias

Se ha utilizado la tecnología BIM para detectar las incongruencias surgidas en la ejecución. El desarrollo de esta tecnología ha sido el explicado en el Capítulo 3; a partir de los datos e información obtenidos sobre el proyecto se modeló la vivienda en tres dimensiones, en primer lugar con un nivel de desarrollo LOD 100 y posteriormente aumentando el nivel de desarrollo hasta un LOD 300. Durante toda la fase de modelado fueron apareciendo diferentes incongruencias y errores de proyección, tanto en el LOD 100, como en posteriores.

Lo que la tecnología BIM nos permite es visualizar un modelo tres dimensiones basadas en la información real, por lo que tenemos un acceso directo a la visualización de la volumetría, dimensiones e intersecciones del proyecto.

Esta facilidad nos permite comprobar *in situ* las concordancias establecidas. A grandes rasgos, lo que se consigue con BIM es “construir” el proyecto virtualmente, como si de la ejecución física se tratara.



Figura 66. Renderizado exterior. Fuente propia. Archicad 20. 2018

En cuanto a la clasificación de incongruencias he optado por un modelo de fichas. La elaboración de las fichas ha sido personal, y las incongruencias se clasificarán en función de su tipología en:

- ARQ → Tipo Arquitectónico
- EST → Tipo Estructural
- ARQ + EST → Tipos Arquitectónico y Estructural conjuntamente

Las incongruencias se clasificarán según su grado de importancia en:

- LEVE → Grado de importancia mínimo en función de los sobrecostes generados y poca afección a otros elementos.
- MEDIA → Grado de importancia intermedio, los errores comienzan a considerarse importantes pero sin llegar a afectar a otros elementos de la edificación.
- GRAVE → Grado de importancia elevado en función de altos sobrecostes, incongruencias que afectan a otros elementos constructivos y elevado tiempo de parálisis de la obra.

Las incongruencias se clasificarán según su fase de detección en:

- LOD 100 → Se han localizado en el nivel de desarrollo más bajo, no siendo necesario avanzar más para solventar la incongruencia.
- LOD 300 → Se han localizado las incongruencias en un nivel de desarrollo más alto sin el cual no hubiera sido posible detectarla debido a la cantidad de información que se necesita.

He utilizado tres tipos de fichas y una tabla comparativa:

- Ficha de incongruencias: Dónde se describe y explica la incongruencia, error o falta de información del proyecto. Y se plantean superficialmente las hipótesis de resolución de estas.
- Ficha de valoración en metodología tradicional: Se explica de manera más extendida la manera de solventar el error según la metodología tradicional, teniendo en cuenta que se detecta en la fase de ejecución. Se valoran los sobrecostes de mano de obra y coste material.
- Ficha de valoración en metodología BIM: Se explica de manera extendida como se hubiera solucionado el error si el proyecto hubiera sido tratado mediante el sistema BIM.
- Tabla comparativa: En última instancia se comparan ambas metodologías económicamente, mostrando si efectivamente el sistema BIM es beneficioso en este ámbito, o si por el contrario no presenta ninguna ventaja.

Los precios de las partidas, mano de obra y materiales han sido extraídos de la base de precios del IVE.

A continuación se muestra un ejemplo de las tablas:

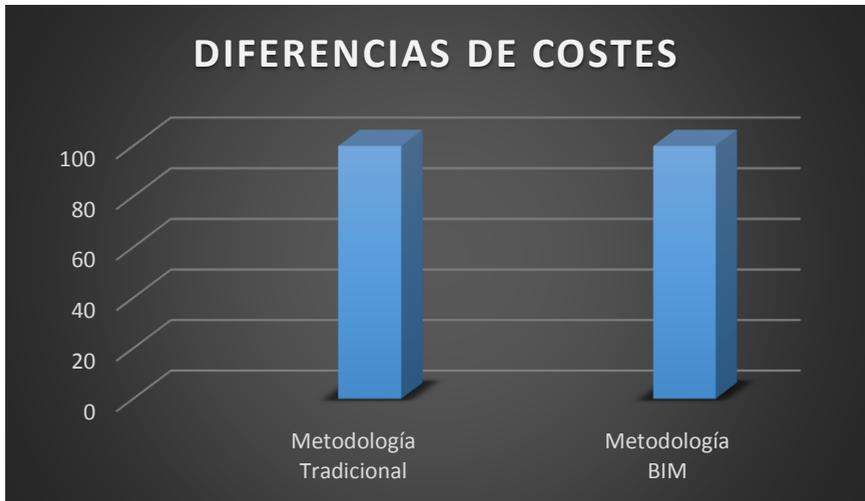
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<i>Nº de incongruencia</i>	
<i>Título de incongruencia</i>	<i>Arq/Est/Arq+Est</i>	<i>LOD 100/300</i>	<i>LEVE/GRAVE</i>
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<i>Este espacio se reserva para mostrar visualmente la incongruencia, ya sea mediante fotografías de la vivienda, del propio proyecto o del proyecto realizado en BIM.</i>			
<i>Breve descripción escrita de la incongruencia</i>			
<b>UBICACIÓN</b>	<i>Localización de la incongruencia</i>		
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>		
<i>Se explica brevemente la detección de la incongruencia, en qué fase y el proceso a seguir para su resolución en la hipótesis de un proyecto realizado mediante metodología tradicional.</i>	<i>Se explica brevemente la detección de la incongruencia, en qué fase y el proceso a seguir para su resolución en la hipótesis de un proyecto realizado mediante metodología BIM.</i>		

FICHA DE VALORACIÓN		Nº de incongruencia	
Título de incongruencia		Arq/Est/Arq+Est	LOD 100/300   LEVE/GRAVE
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		SOBRECOSTE: X <sup>1</sup> €	
<p><i>Se explica de una manera más pormenorizada la resolución de la incidencia mediante metodología tradicional, indicando los agentes que aparecen en la toma de decisiones y solución del problema.</i></p>			
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA			
<p><i>Tabla dónde se presupuesta el costo de la mano de obra involucrada en la solución de esta incongruencia. Los precios han sido obtenidos de la base de precios del IVE.</i></p>			
TOTAL			€
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL			
<p><i>Tabla dónde se presupuesta el costo de material utilizado en la solución de esta incongruencia. Los precios han sido obtenidos de la base de precios del IVE.</i></p>			
TOTAL			€

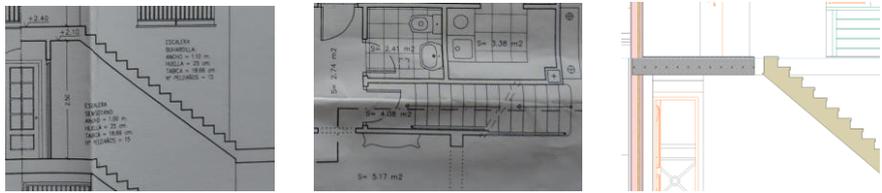
<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<i>Nº de incongruencia</i>	
<i>Título de incongruencia</i>	Arq/Est/Arq+Est	LOD 100/300	LEVE/GRAVE
<b>METODOLOGÍA BIM</b>		SOBRECOSTE: X² €	
<p><i>Se explica de una manera más pormenorizada la resolución de la incidencia mediante metodología BIM, indicando los agentes que aparecen en la toma de decisiones y solución del problema.</i></p>			
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>			
<p><i>Tabla dónde se presupuesta el costo de la mano de obra involucrada en la solución de esta incongruencia. Los precios han sido obtenidos de la base de precios del IVE.</i></p>			
TOTAL			€
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>			
<p><i>Tabla dónde se presupuesta el costo de material utilizado en la solución de esta incongruencia. Los precios han sido obtenidos de la base de precios del IVE.</i></p>			

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
$X^1 \text{ €}$	$X^2 \text{ €}$



## 1.2. Fichas de Incongruencias

<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>Nº 1</b>		
<b>ESCALERA DE PB A CÁMARA</b>		<b>ARQ + EST</b>	<b>LOD 100</b>	<b>GRAVE</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>Según las medidas de la proyecto la escalera no desembarca correctamente en la cámara superior. Es debido a que, según las medidas en planta, las medidas en sección y las medidas de tabica y contrahuella, se quedaría un espacio entre el desembarco de la escalera y el descansillo. Posiblemente es debido a que las medidas del proyecto están modificadas intencionadamente.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Escalera de PB a Cámara superior			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>Se trata de un error que se pasó por alto durante la fase de diseño, por lo que se tuvo que subsanar en la fase de ejecución.</p> <p>El jefe de obra reparó en la incongruencia durante el replanteo de la zanca de escalera de la Planta Baja.</p>	<p>Durante la fase de diseño se modeló la escalera siguiendo los preceptos del proyectista, de este modo, en la misma fase se pudo comprobar si existían errores de diseño.</p>			

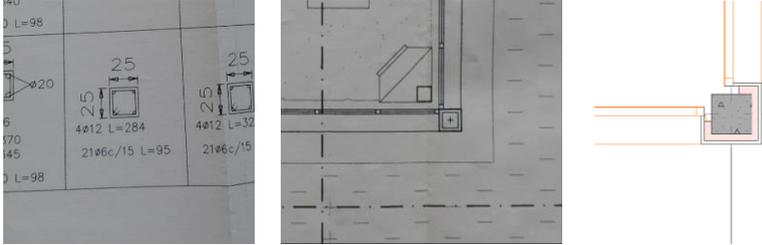
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 1		
ESCALERA DE PB A CÁMARA		ARQ + EST	LOD 100	GRAVE
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 305,20 €		
<p>Se reparó en el problema durante el replanteo, por lo que el Jefe de Obra se lo indica al proyectista, y este realiza un nuevo diseño. Teniendo que modificar el arranque de la zanca de escalera, y por tanto cortando las esperas y realizando nuevas esperas mediante agujeros con taladro y resinas epoxidicas.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
Calculista	1	22 €/h	2	44 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	2	39,12 €
Oficial	1	15,77 €/h	3	47,31 €
Peón	2	13,63 €/h	3	81,78 €
TOTAL				236,21 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Acero corrugado armado	8.54 Kg	1,40 €/Kg	11,96 €	
Resina Epoxi p. Inyecciones	Bote de 1 Kg	17,04 €/Kg	17,04 €	
Tiempo de Reparto	2 h	20 €/h	40 €	
TOTAL				68,99 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				½ día

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		Nº 1	
ESCALERA DE PB A CÁMARA	ARQ + EST	LOD 100	GRAVE
<b>METODOLOGÍA BIM</b>	SOBRECOSTE: 0,00 €		
<p>Durante la fase de diseño se modeló la escalera siguiendo los preceptos del proyectista, de este modo, en la misma fase se pudo comprobar si existían errores de diseño. De esta forma este error no ocurriría mediante metodología BIM.</p>			
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>			
No existe costo de mano de obra			
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>			
Al encontrarse en fase de diseño no existe costo material.			

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
305,20 €	0,00 €



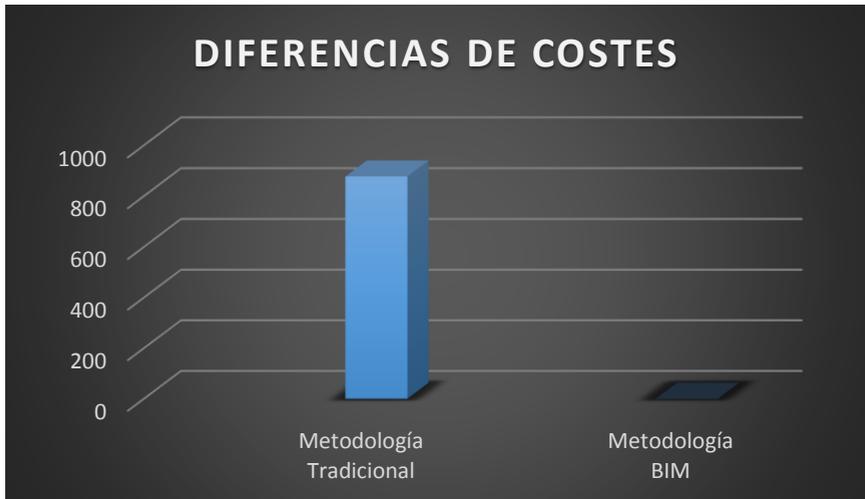
FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 2		
PILAR EN ESQUINA		ARQ	LOD 100	MEDIO
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>Según las medidas indicadas en el proyecto el pilar tiene una sección, que junto con el recubrimiento, no coincide con las medidas del muro. Por lo tanto tiene que recubrirse con asilamiento y fábrica de ladrillo, lo que invade los huecos de la carpintería.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Esquina Sur Este de Planta Baja			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>Al tratarse de un error que se pasó por alto en la fase de diseño tocó solventarlo en la fase de ejecución, durante la ejecución del muro.</p> <p>Se avisó al autor del proyecto, se recalcaron y tuvieron que encargar carpinterías diferentes a las de proyecto,</p>	<p>Mediante el sistema BIM se reparó de esta incongruencia durante la fase de diseño, al comprobar que el pilar sobresalía de la sección del muro creando un retranqueo.</p>			

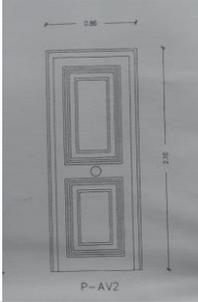
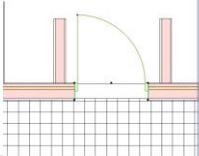
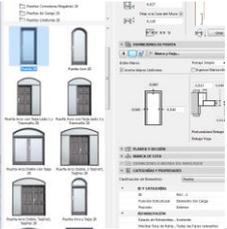
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 2		
PILAR EN ESQUINA		ARQ	LOD 100	MEDIO
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 877,28 €		
<p>Los operarios proceden a levantar el muro tras el replanteo y observan que la intersección no es correcta. Para dar el acabado al saliente del pilar se reviste con aislamiento, ladrillo y enlucido, lo que invade la superficie del hueco pensado para la carpintería. Se han de encargar nuevas carpinterías exteriores a medida.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	3	72 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	3	58,68 €
Oficial	1	15,77 €/h	1	15,77 €
Peón	1	13,63 €/h	1	13,63 €
TOTAL				160,08 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Aislamiento adicional no previsto	2 m2	12,44 €/m2	24,88 €	
Ladrillo adicional no previsto	2 m2	49,48 €/m2	98,96 €	
Enlucido adicional no previsto	2 m2	20 €/m2	5,28 €	
Nuevas Ventanas a medida	2 Ud	293,84 €/Ud	587,68	
TOTAL				717,20 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				4 días

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>Nº 2</b>		
<b>PILAR EN ESQUINA</b>		<b>ARQ</b>	<b>LOD 100</b>	<b>MEDIO</b>
<b>METODOLOGÍA BIM</b>	<b>SOBRECOSTE: 0,00 €</b>			
<p>Esta incongruencia no puede darse mediante el sistema BIM, ya que al modelar el pilar y los muros en el LOD 100 y añadir la información de sus medidas, podemos comprobar visualmente que no existan intersecciones. Y modificar el diseño al instante si no estamos conformes con el resultado.</p>				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
No existe costo de mano de obra				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
Al encontrarse en fase de diseño no existe costo material.				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
877,28 €	0,00 €



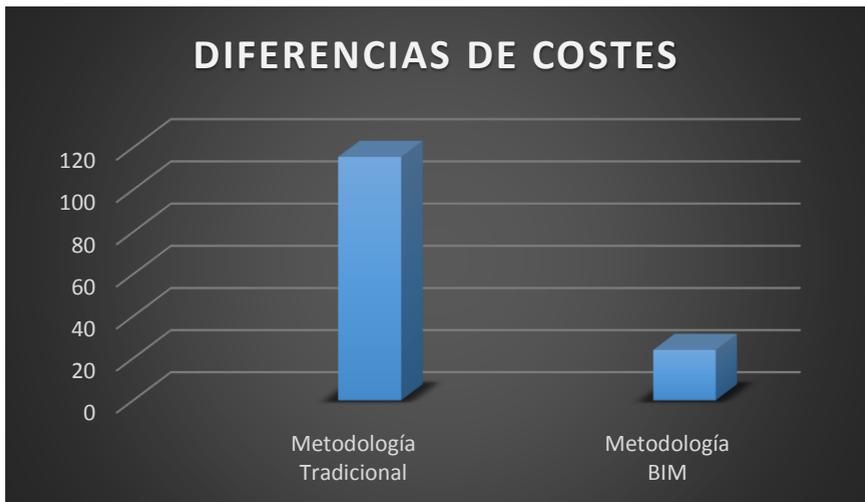
FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 3		
PUERTA DE ACCESO		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
   				
<p>En el proyecto aparece una puerta de acceso con unas medidas concretas, sin embargo en obra llegó una puerta de características y medidas diferentes a las del proyecto.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Puerta de acceso de fachada principal en Planta Baja			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>El error se detecta en obra. Por lo que se debe demoler parte de la fachada principal, encargar nuevos premarcos y fijarlos de nuevo.</p> <p>A su vez, el autor del proyecto debe modificar el capítulo de carpintería.</p>	<p>El sistema BIM permite establecer unas medidas concretas a un componente, por lo que mantendrá las mismas medidas en todos los documentos, es decir, el capítulo de carpintería se extrae del modelado, por lo que se evitan este tipo de errores.</p>			

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 3		
PUERTA DE ACCESO		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		<b>SOBRECOSTE: 115,55 €</b>		
<p>Los operarios reciben la puerta establecida por el autor del proyecto siendo la última opción del diseño. Comprueban que no coincide con el hueco de fachada, por lo que se debe demoler parte de la fachada, encargar nuevos premarcos, fijarlos de nuevo. A su vez el autor del proyecto debe crear una modificación del proyecto en el capítulo de carpintería y el jefe de obra debe modificar las mediciones y el nuevo presupuesto.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	1	19,56 €
Oficial	1	15,77 €/h	1	15,77 €
Peón	1	13,63 €/h	1	13,63 €
TOTAL				72,96 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Premarco de madera pino 120 mm	1 Ud	17,85 €/Ud	17,85 €	
Ladrillo adicional no previsto	0,5 m2	49,48 €/m2	24,74 €	
TOTAL				42,59 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				1 día

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 3		
PUERTA DE ACCESO		ARQ	LOD 300	LEVE
METODOLOGÍA BIM		SOBRECOSTE: 24 €		
<p>El autor del proyecto puede establecer el cambio que precise en cualquier momento de la fase de ejecución, gestionando un único cambio en el modelado se vinculará automáticamente a todos los documentos extraídos de dicho modelado.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
TOTAL				24 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
<p>Al encontrarse en fase de diseño no existe costo material.</p>				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
115,55 €	24 €





FICHA DE VALORACIÓN		Nº 4		
MEDIDAS DE CARPINTERÍA		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		<b>SOBRECOSTE: 214,80 €</b>		
<p>Los operarios comunican la incongruencia al jefe de obra, que junto con el autor del proyecto deben deliberar cuál de las dos dimensiones es la correcta para posteriormente decidir cómo actuar.</p> <p>En este caso se realizó el hueco más pequeño en algunos accesos y en otros se tuvo que hacer más grande y encargar nuevos premarcos.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	1	19,56 €
Oficial	1	15,77 €/h	2	31,54 €
Peón	2	13,63 €/h	2	54,52 €
TOTAL				129,62 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Premarco de madera pino 120 mm	2 Ud	17,85 €/Ud	35,70 €	
Ladrillo adicional no previsto	1 m2	49,48 €/m2	49,48 €	
TOTAL				85,18 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				3 días

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		Nº 4		
MEDIDAS DE CARPINTERÍA		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>METODOLOGÍA BIM</b>		SOBRECOSTE: 0.00 €		
<p>En un proyecto realizando mediante la tecnología BIM todos los documentos provienen de un modelado general, y por tanto todos están vinculados a este en todos sus parámetros, incluyendo medidas.</p>				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
No existe costo de mano de obra				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
No existe costo material.				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
214,80 €	0,00 €



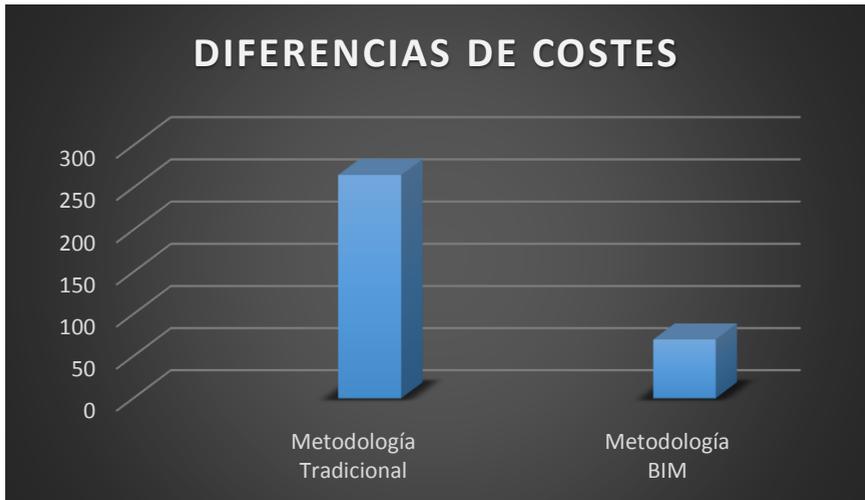
FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 5		
FORJADO DEL PASO INTERIOR		ARQ + EST	LOD 100	MEDIO
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>El forjado superior del paso interior intersecta con el muro e incide más de 5 cm dentro de la vivienda.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Paso interior entre zona de día y zona de noche.			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>Se advierte el error en obra, y se barajan distintas opciones para solventar el error.</p> <p>Se consulta con el director de la ejecución material.</p>	<p>El sistema BIM nos remarca los errores de intersecciones por lo que el modelador y el autor del proyecto pueden detectar al instante el error y rehacer los planos.</p>			

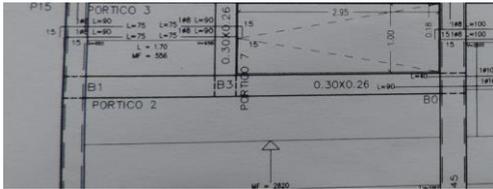
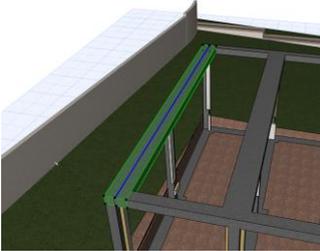
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 5		
FORJADO DEL PASO INTERIOR		ARQ + EST	LOD 100	MEDIO
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 265,10 €		
<p>Los operarios levantan el muro de la zona de día colindante al paso interior, y se dan cuenta de que el forjado superior interseca más de 5 cm invadiendo el recibidor de la vivienda.</p> <p>El jefe de obra se reúne con el autor del proyecto para barajar una posible solución; demoler parte del forjado es inviable una vez ejecutado y una solución muy cara. Por lo que se opta por realizar un falseado en el muro de un espesor mayor al de la intersección, comprometiendo así la superficie útil marcada en el proyecto.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	1	19,56 €
Oficial	1	15,77 €/h	1	15,77 €
Peón	1	13,63 €/h	1	13,63 €
TOTAL				72,96 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Clavo fijación aisl.	1/1000 Ud	26,32 €/Ud	26,32 €	
Placa Poliestireno ext.	2 m2	72,91 €/m2	145,82 €	
Tiempo de Reparto	1 h	20 €/h	20 €	
TOTAL				192,14 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				2 días

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 5		
FORJADO DEL PASO INTERIOR		ARQ + EST	LOD 100	MEDIO
METODOLOGÍA BIM		SOBRECOSTE: 70 €		
<p>El autor del proyecto detecta la incongruencia en la fase de diseño. Se reúne con el calculista y realiza el cálculo y diseño correcto de la losa superior del paso interior entre alas. Cambiando en el instante la documentación.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	2	48 €
Calculista	1	22 €/h	1	22 €
TOTAL				70 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
<p>Al encontrarse en fase de diseño no existe costo material.</p>				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
265,10 €	70,00 €



FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 6		
MEDIDAS DE VIGAS		EST	LOD 300	GRAVE
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>Existen distintas incongruencias en los planos de estructuras, las medidas en el plano no coinciden con las medidas del cuadro de despiece tanto en b como h. Esto sucede en diferentes vigas.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Vigas de zona de día y de noche. P1 – P3, P10 – P13, P15 – P19.			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		<b>METODOLOGÍA BIM</b>		
<p>Se advierte el error en obra, se comunica con el Jefe de Obra, Autor del Proyecto y Calculista para estimar cual es la solución correcta.</p>		<p>El sistema BIM permite anticiparse a ese error ya que todos los componentes de los documentos generados están vinculados entre sí.</p>		

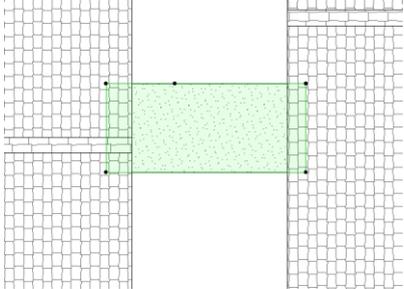
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 6		
MEDIDAS DE VIGAS		EST	LOD 300	GRAVE
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		<b>SOBRECOSTE: 700,68 €</b>		
<p>Los ferrallas arman las vigas siguiendo el plano de despiece y posteriormente los operarios se disponen a encofrar y hormigonar las vigas siguiendo el plano de estructura. Una vez ejecutadas reparan en esta incongruencia de medidas, ya que la sección de la viga en los planos es menor a la del despiece y no se cumple el recubrimiento mínimo, además tiene menos inercia. Esto podría conllevar graves problemas estructurales.</p> <p>Tras contactar con el autor del proyecto y el calculista se indica que la solución más factible es recrecer la viga a su sección de los planos y en su caso, añadir armado mediante taladro y resinas epoxídicas.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	2	48 €
Calculista	1	22 €/h	3	66 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	2	39,32 €
Oficial	1	15,77 €/h	2	31,54 €
Ferralla	1	14,42 €/h	1	14,42 €
Peón	2	13,63 €/h	2	54,52 €
<b>TOTAL</b>				<b>253,71 €</b>
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Acero corrugado armado	13,50 Kg	1,40 €/Kg	18,90 €	
Resina Epoxi p. Inyecciones	Bote de 1 Kg	17,04 €/Kg	17,04 €	
Nuevo Encofrado	16 m	12,93 €/m	206,88 €	
Suministro y vertido horm. Recrec.	2,3 m3	88,76 €/m3	204,15 €	
<b>TOTAL</b>				<b>446,97 €</b>
<b>Tiempo de paralización del trabajo obra</b>				<b>3 días</b>

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 6		
MEDIDAS DE VIGAS		EST	LOD 300	GRAVE
METODOLOGÍA BIM	SOBRECOSTE: 0.00 €			
<p>En un proyecto realizando mediante la tecnología BIM todos los documentos provienen de un modelado general, y por tanto todos están vinculados a este en todos sus parámetros, incluyendo medidas. Por lo tanto no pueden diferir las medidas de las vigas en el plano de estructura y en el plano de despiece.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
No existe costo de mano de obra				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
No existe costo material.				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
700,68 €	0,00 €



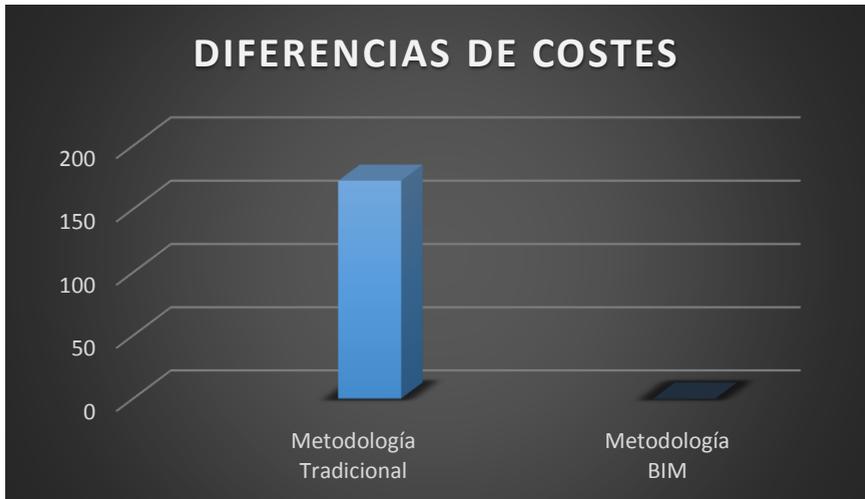
FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 7		
INFORMACIÓN NO ESPECIFICADA DE PASO		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>No existe documentación sobre la cobertura del paso interior entre alas. No existen detalles constructivos, ni materiales, ni disposición de la protección y evacuación de aguas.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Cobertura del paso interior entre alas.			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>Una vez ejecutada la estructura y habiendo llegado a la fase de coberturas, el jefe de obra repara en que no tiene documentación suficiente en el proyecto como para dar instrucciones sobre su ejecución.</p>	<p>Los programas BIM nos “obligan” a modelar por completo el proyecto, al aumentar el LOD, es visualmente fácil comprobar si falta información.</p>			

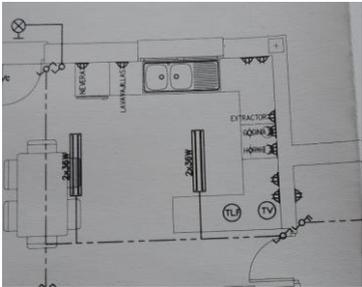
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 7		
INFORMACIÓN NO ESPECIFICADA DE PASO		ARQ	LOD 300	LEVE
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 172,40 €		
<p>El jefe de obra comprueba que no existe información suficiente como para encargar materiales y posteriormente ejecutar la cobertura del paso interior. Se reúne con el proyectista y rediseña el proyecto con los condicionantes de que la estructura está ejecutada.</p> <p>Se encargan los materiales que no estaban previstos en el presupuesto y por tanto generarán un sobrecoste.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	2	48 €
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	2	39,32 €
Oficial	1	15,77 €/h	2	31,54 €
Peón	1	13,63 €/h	1	13,63 €
TOTAL				132,49 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Emulsión bituminosa imp.	0,70 Kg	1,26 €/Kg	0,88 €	
Barrera de vapor	2 m2	6,60 €/m2	13,20 €	
Capa protecc.	2 m2	12,23 €/m2	24,46 €	
Grava Caliza 10/25	0,220 t	6,20 €/t	1,36 €	
TOTAL				39,90 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				3 días

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>Nº 7</b>		
<b>INFORMACIÓN NO ESPECIFICADA DE PASO</b>		<b>ARQ</b>	<b>LOD 300</b>	<b>LEVE</b>
<b>METODOLOGÍA BIM</b>		<b>SOBRECOSTE: 48.00 €</b>		
<p>Mediante el sistema BIM es muy sencillo comprobar la información de proyecto debido a su fácil visualización en el modelado 3D, por lo que es probable que este error no llegase a suceder, en cualquier caso, si durante la fase de diseño no se hubiera tenido en cuenta esta información, bastaría con comunicarlo al proyectista para rediseñar la información necesaria.</p>				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
No existe costo de mano de obra				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
No existe costo material.				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
172,40 €	0,00 €



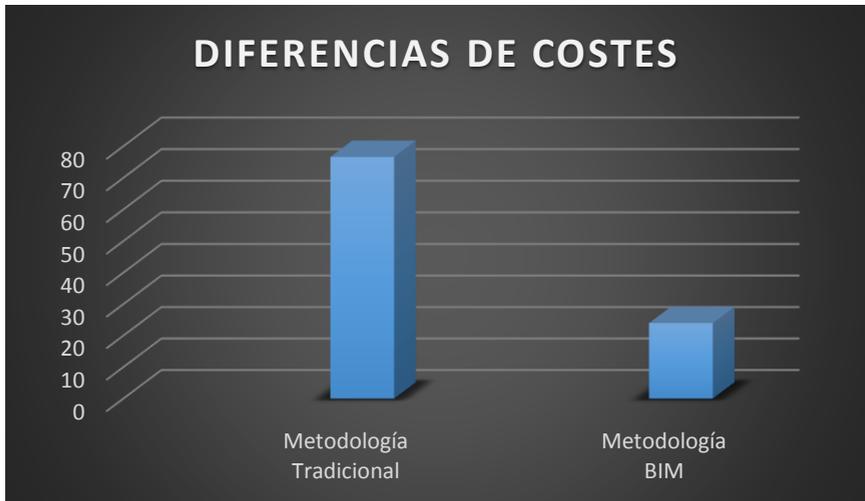
FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 8		
INTERSECC. EXTRACTOR DE HUMOS		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>No existe documentación sobre la intersección de diversas instalaciones con elementos constructivos, entre ellas, los tubos de extracción de humos con el tejado.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>		Muro este de cocina con terraza y cubierta.		
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>		<b>METODOLOGÍA BIM</b>		
<p>Una vez ejecutada la cubierta se dispone a colocar la instalación de salida de humos. Al no existir documentación esto crea una intersección no planificada.</p>		<p>Los programas BIM nos “obligan” a modelar por completo el proyecto, al aumentar el LOD, es visualmente fácil comprobar si falta información. En este caso es fácil llegar a la intersección de la salida de humos con la cubierta de forma visiblemente sencilla.</p>		

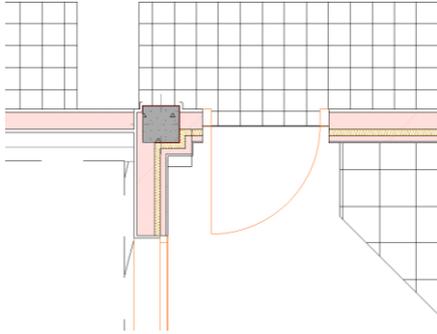
FICHA DE VALORACIÓN		Nº 8		
INTERSECC. EXTRACTOR DE HUMOS		ARQ	LOD 300	LEVE
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 76,64 €		
<p>Durante la fase de mobiliario de la cocina y ejecución de las correspondientes instalaciones los operarios se percatan de que no se ha previsto el hueco de paso con la cubierta, por lo que consultan con el jefe de obra y posteriormente realizan la cata en la cubierta, atravesando las correspondientes capas, montando las instalaciones y sellando la cubierta correctamente, con las horas de trabajo extra que esto conlleva.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Jefe de Obra	1	19,56 €/h	1	19,56 €
Oficial	1	15,77 €/h	1	15,77 €
Peón	2	13,63 €/h	1	27,26 €
TOTAL				62,59 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Demolición de cubierta	1 m2	6,61 €/m2	6,61 €	
Emulsión bituminosa imp.	0,35 Kg	1,26 €/Kg	0,844 €	
Barrera de vapor	1 m2	6,60 €/m2	6,60 €	
TOTAL				14,05 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				1/2 día

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 8		
INTERSECC. EXTRACTOR DE HUMOS		ARQ	LOD 300	LEVE
<b>METODOLOGÍA BIM</b>		<b>SOBRECOSTE: 24.00 €</b>		
<p>Mediante el sistema BIM es muy sencillo comprobar la información de proyecto debido a su fácil visualización en el modelado 3D, por lo que es probable que este error no llegase a suceder, en cualquier caso, si durante la fase de diseño no se hubiera tenido en cuenta esta información, bastaría con comunicarlo al proyectista para rediseñar la información necesaria.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
TOTAL				24 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
No existe costo material.				

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
76,64 €	24 €



FICHA DE INCONGRUENCIAS		Nº 9		
PILAR DESPLAZADO		ARQ + EST	LOD 100	GRAVE
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
				
<p>El pilar de la cocina con la terraza está desplazado, según correlación entre planos de estructura y planos de arquitectura, más de 10 cm de la línea de fachada.</p>				
<b>UBICACIÓN</b>	Muro exterior de cocina, fachada norte.			
<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>METODOLOGÍA BIM</b>			
<p>Tras la ejecución de la estructura y durante la fase de ejecución de fachada los operarios se dan cuenta del error que afecta a la alineación de la fachada.</p>	<p>Con la metodología BIM es visualmente sencillo observar las intersecciones y el fallo de la alineación de fachada, por lo que solo cabe corregir el error en la fase de diseño.</p>			

FICHA DE VALORACIÓN		Nº 9		
PILAR DESPLAZADO		ARQ + EST	LOD 100	GRAVE
METODOLOGÍA TRADICIONAL		SOBRECOSTE: 308,83 €		
<p>Se comienza a ejecutar el muro, pero en cierto momento los operarios se dan cuenta del desplazamiento del pilar y de la intersección que se crea, no pudiendo envolverlo correctamente.</p> <p>Se comunica al proyectista y se decide rediseñar la fachada, desplazándola diez cm hacia el exterior, para crear una envolvente correcta del pilar.</p>				
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Agente	Nº Agentes	€/h Trabajo	h	TOTAL
Proyectista	1	24 €/h	1	24 €
Oficial	1	15,77 €/h	4	63,08 €
Peón	2	13,63 €/h	4	109,04 €
TOTAL				196,12 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Material	Cantidad	Precio	TOTAL	
Demolición de fábrica manual	6 m2	4,18 €/m2	25,08 €	
Ladrillo hueco	283 Ud	0,20 €/Ud	56,60 €	
Mortero	0,25 m3	124,45 €/m3	31,11 €	
TOTAL				112,71 €
Tiempo de paralización del trabajo obra				4 días

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>	<b>Nº 9</b>		
<b>PILAR DESPLAZADO</b>	<b>ARQ + EST</b>	<b>LOD 100</b>	<b>GRAVE</b>
<b>METODOLOGÍA BIM</b>	<b>SOBRECOSTE: 0.00 €</b>		
<p>Mediante BIM se comprueba visualmente la intersección del pilar con la fachada y se corrige al instante, creando incluso detalles constructivos que facilitarán posteriormente los trabajos de ejecución.</p>			
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>			
<p>No existe costo de mano de obra.</p>			
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>			
<p>No existe costo material.</p>			

### Diferencia de Costes de subsanación de incongruencias

METODOLOGÍA TRADICIONAL (FASE DE EJECUCIÓN)	METODOLOGÍA BIM (FASE DE DISEÑO)
308,83 €	0,00 €



### 1.3. Resultados Obtenidos

Nº de Incongruencia	Retraso en M. Tradicional	Coste en M. Tradicional	Coste en M. BIM
Nº 1	½ día	305,20 €	0,00 €
Nº 2	4 días	877,28 €	0,00 €
Nº 3	1 día	115,55 €	24,00 €
Nº 4	3 días	214,80 €	0,00 €
Nº 5	2 días	265,10 €	70,00 €
Nº 6	3 días	700,68 €	0,00 €
Nº 7	3 días	172,40 €	0,00 €
Nº 8	½ día	76,64 €	24,00 €
Nº 9	4 días	308,83 €	0,00 €
TOTAL	21 días	3.036,48 €	118,00 €



## 2. Uso de BIM después de la fase de Desarrollo

En esta apartado se va a partir de una situación hipotética como es una reforma en base a un cambio de necesidades. Para llevarla a cabo se utilizará el sistema BIM como herramienta de diseño, planificación y visual.

En este apartado se intentará demostrar la utilidad de esta tecnología en proyectos no de obra nueva, sino de obras ya finalizadas, y por tanto que con BIM podemos trabajar a lo largo de toda la vida útil del edificio y no solo en fase de diseño y ejecución.

### 2.1. Introducción y Programa de Necesidades

Nos encontramos en el caso de una pareja adulta con hijos independientes que utiliza esta vivienda como residencia de vacaciones. Sin embargo, debido al estado de los padres de uno de los usuarios es necesario realizar una reforma y cambio de necesidades para adaptar la residencia a primera residencia de dos personas de la tercera edad.

Una de las ventajas de trabajar con sistema BIM es que una vez realizado el modelado en fase de diseño y ejecución, se puede utilizar ese modelado durante toda la vida útil del edificio.

En ese modelado aparece la información más actualizada de la vivienda, por lo que partiremos de él para trabajar sobre esta reforma. Es una gran ventaja ya que se trata de un archivo accesible, actualizado y visualmente sencillo de entender.

El programa de necesidades es el siguiente:

- Los padres de uno de los propietarios vivirán de forma continua, o una cantidad de meses continua, en la vivienda.
- Los propietarios seguirán haciendo uso de la residencia en fines de semana o vacaciones, por lo que la habitación principal no se deberá reformar.
- El motivo del traslado de los padres del propietario es la facilidad para moverse en una sola planta sin necesidad de subir escaleras, por lo que en la planta de la cámara no será necesario realizar reformas.
- Sería conveniente que los dos usuarios ancianos no tuviesen que pasar de un ala a otra para evitar el uso de escaleras, por lo tanto:
  - La zona de día y de noche se concentrarán en una sola ala, el ala oeste, teniendo que crear una apertura de acceso principal.
  - Debido a que los hijos ya son independientes se puede utilizar el espacio de una de las habitaciones de invitados de forma libre, manteniendo la otra.
  - La reforma debe de estar adaptada a gente de la tercera edad y con movilidad reducida: Los ámbitos y los espacios deben ser suficientemente amplios, se instalará ducha en lugar de bañera.
  - El mobiliario estará adaptado: camas de altura media, armarios de altura baja, asientos con reposabrazos y respaldos altos, mobiliario con bordes redondeados, ausencia de alfombras...

## 2.2. Diseño de la Reforma

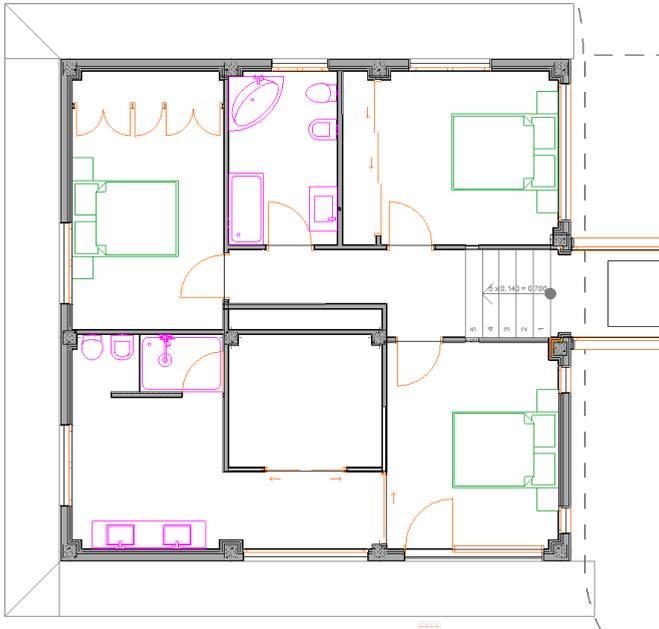


Figura 67. Plano de estado inicial. Fuente propia. Archicad 20. 2018

En este plano se muestra el estado inicial del ala oeste, el ala a reformar y redistribuir. Se mantendrá la parte sur como uso para los propietarios.

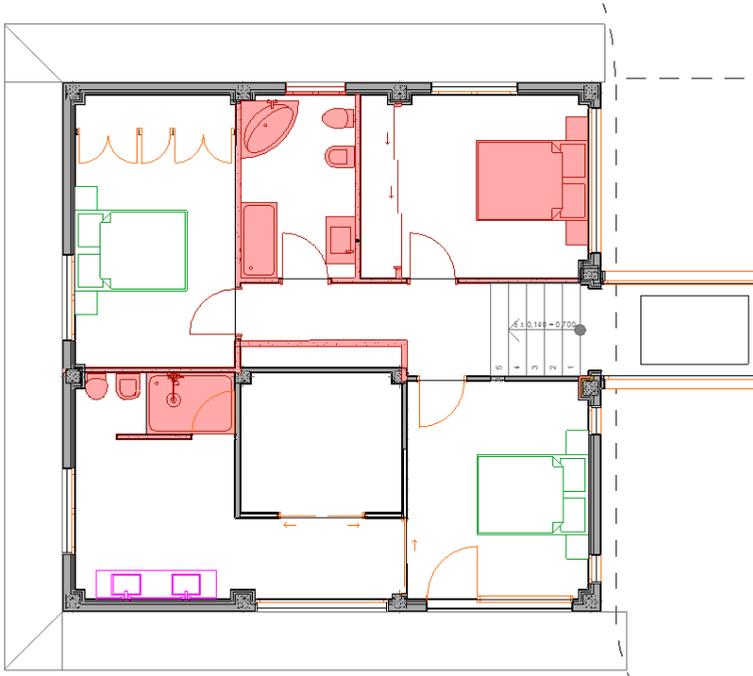


Figura 68. Plano de demolición. Fuente propia. Archicad 20. 2018

Gracias a la herramienta “Rehabilitación” es muy sencillo diseñar y mostrar las fases de reforma mediante BIM. En este plano se muestra mediante trama roja los tabiques y elementos a ser demolidos o retirados.

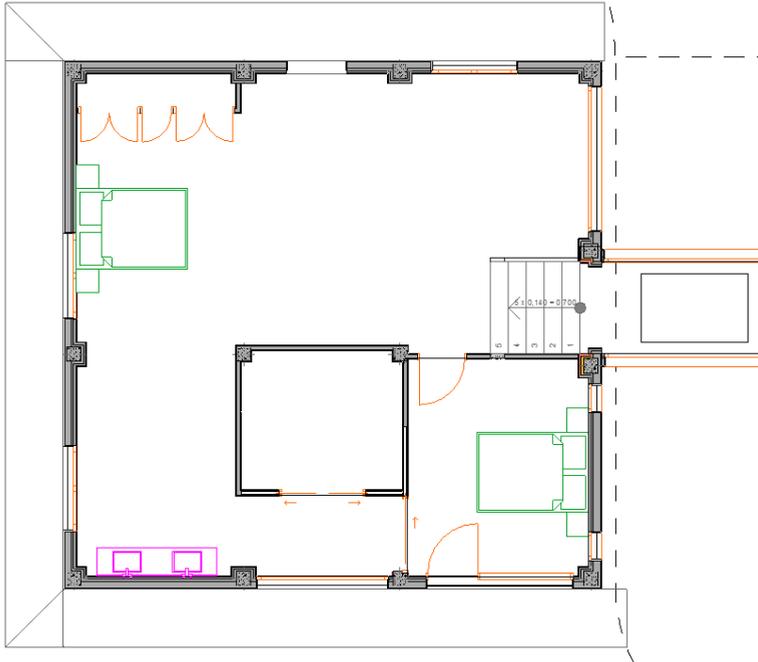


Figura 69. Plano tras demolición. Fuente propia. Archicad 20. 2018

En el plano tras demolición es muy sencillo visualizar el espacio a distribuir, ya que se presenta de forma diáfana y sin obstáculos. El trabajo con BIM es acumulativo por capas, por lo que en ningún momento eliminamos nada de información, sino que la ocultamos, de esta forma siempre tenemos el archivo de origen y sobre él trabajamos.



Figura 70. Plano estado Final. Fuente propia. Archicad 20. 2018

Por último obtenemos el plano de estado final, que será el resultado tras la reforma, con tabiquería, carpintería y mobiliario incluido.

Mediante estas herramientas el aspecto visual y estético está mucho más desarrollado, y en el momento de mostrar las hipótesis a los propietarios es más sencillo comprobar si es el resultado que buscamos, o si por el contrario hay que continuar rediseñando hasta dar con el aspecto final requerido.

Esto presenta otro aspecto positivo, ya que nos anticipamos a cambios que puedan surgir durante la fase de ejecución de la reforma.



*Figura 71. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018*



*Figura 72. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018*



*Figura 73. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018*

# Capítulo 5.

## Conclusiones

### 1. Resumen

Los objetivos del TFG como se indica en el Capítulo 1 son comprobar la funcionalidad de la Tecnología BIM aplicada al “Estudio y Modelado de una Vivienda Unifamiliar Aislada”. Y por tanto averiguar si conlleva ventajas, puntos favorables o si por el contrario no conlleva ningún atributo.

En primer lugar se ha introducido el proyecto, posteriormente se han marcado las pautas de recopilación y síntesis de la información para comenzar a trabajar con la tecnología BIM.

Se ha mostrado el proceso de modelado, la evolución del mismo y la adición de información que conlleva dicho modelado para crear una figura virtual, sobre la cual hemos gestionado la información del proyecto; una vivienda unifamiliar aislada en Godelleta.

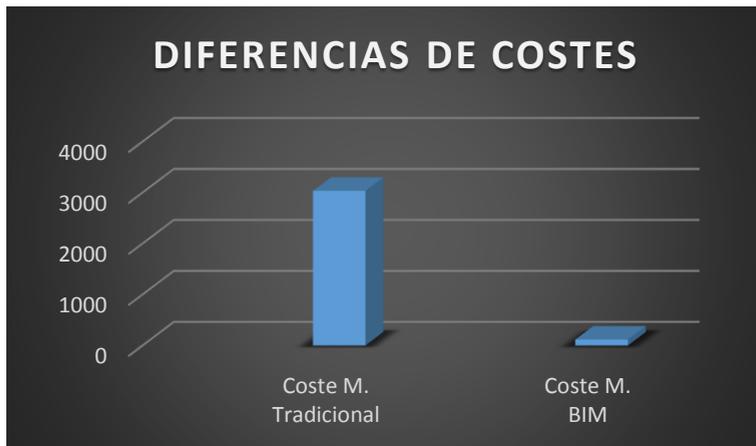
Una vez obtenido el modelo tridimensional de información, se ha utilizado para comprobar los objetivos mediante hipótesis en el Capítulo 4.

## 2. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el capítulo 4 podemos sacar unas conclusiones sobre los objetivos marcados de este proyecto.

En el uso de la Tecnología BIM durante la fase de ejecución del proyecto se ha trabajado sobre unas fichas de incongruencias aparecidas en el proyecto, comparando los sobrecostes de la solución de las incongruencias entre la metodología tradicional y la metodología BIM.

Dichas fichas de incongruencias han ofrecido unos resultados objetivos que nos indican que con la metodología tradicional el gasto total es mucho mayor mientras que con BIM se puede ahorrar un porcentaje muy grande sobre incongruencias, y errores no previstos en fase de diseño.



*Figura 74. Resultados obtenidos de la comparación de precios.  
Fuente propia. Excel 2010. 2018*

El hecho de que en la mayoría de incongruencias el sobrecoste sea 0,00€ en metodología BIM también nos indica que muchos de estos errores se pueden evitar en una fase muy temprana del diseño del proyecto, ahorrando no solo dinero, sino tiempo y por lo tanto formando una imagen competente y profesional sobre el proyecto realizado.

Mediante tecnología BIM la penalización de tiempo en corregir las incongruencias es mínima. Por el contrario las penalizaciones durante la fase de ejecución presentan un grave problema, paralizando la obra y afectando a otros elementos ejecutados y a una mayor cantidad de agentes.

Por otra parte también se ha comprobado la versatilidad y facilidad de trabajo con el sistema BIM aplicado tras la ejecución con el ejemplo de reforma y cambio de necesidades en un ala de la vivienda.

Se ha mostrado la rapidez de la aplicación del sistema para la obtención de planos de demolición y nueva obra. De la misma forma se ha mostrado los resultados finales mediante infografías de una forma interpretable, concisa y adaptada a la realidad.

En resumen, se puede afirmar que la tecnología BIM es una herramienta útil y funcional tanto en nueva construcción como a lo largo de toda la vida útil del proyecto. Al tratarse de un único modelo contenedor de toda la información todos los archivos provienen desde un mismo punto de conexión central, evitando errores en gran medida y facilitando la comunicación entre los diferentes agentes intervinientes del proyecto.

# Capítulo 6.

## Referencias Bibliográficas

### AUTODESK WEBSITE:

Retrieved from: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>. 05.2018

### BIM: UN SISTEMA CADA VEZ MÁS DE MODA

Retrieved from: <http://www.jovenesat.com/#!/BIM-un-sistema-cada-vez-m%C3%A1s-de-moda-pero-%C2%BFen-qu%C3%A9-consiste/c3sl/FDEB4F2F-B63F-4E6B-A0DB-407193587D96> 05.2018

### BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) E INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación. Simón Duque C.

Retrieved from: <https://riunet.upv.es/handle/10251/45313> 05.2018

### CERDAN A. 2018.

Charla sobre la figura del BIM Manager realizada el 9 de Mayo de 2018 en el Edificio NEXUS de la UPV.

### CONSTRUCTION IN DEVELOPMENT COUNTRIES. Azhar S. et al. 2008

Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects.

GRAPHISOFT WEBSITE:

Retrieved from:

[https://www.graphisoft.es/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/).

05.2018

PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE. Project Management Institute

- ISBN: 9781933890517 - 05.2018

LA TECNOLOGÍA BIM - GESTION REVIT - UNIVERSO BIM

Retrieved from:

[http://www.universobim.com/gestionrevit/index.php?title=1\\_-  
La tecnolog%C3%ADa BIM](http://www.universobim.com/gestionrevit/index.php?title=1_-La_tecnolog%C3%ADa_BIM) 05.2018

TECNOLOGÍA BIM. Miguel Hijano. (2013).

Retrieved from: <http://caminahora.com/tecnologia-bim/> 05.2018

ANÁLISIS MEDIANTE BIM DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS. Abel D. Pérez Murcia. (2016).

Retrieved from: <https://riunet.upv.es/handle/10251/72857> 05.2018

LO QUE NO ES BIM: Cerdán, A. (24 de Abril de 2013). Cr. CO Edificación Consultoría técnica en edificación.

Retrieved from:

[http://crcoedificacion.wordpress.com/2013/04/24/firmasinvitadas-  
alberto-cerdan-lo-que-no-es-bim/](http://crcoedificacion.wordpress.com/2013/04/24/firmasinvitadas-alberto-cerdan-lo-que-no-es-bim/) 05.2018

# Capítulo 7.

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. Interoperabilidad con BIM. Fuente: “CDC Academia Autodesk”. 2017.....</i>	<i>Pág. 9</i>
<i>Figura 2. Sistema de Proceso de BIM. Fuente: “Construction in Developing Countries”. 2008.....</i>	<i>Pág. 11</i>
<i>Figura 3. Esquema de Niveles de Desarrollo (LOD). Fuente: “Development or detail &amp; why it matters”. 2014.....</i>	<i>Pág. 12</i>
<i>Figura 4. Vivienda Unifamiliar Aislada objeto de estudio. Fuente Propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 14</i>
<i>Figura 5. Perspectiva de la vivienda. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 15</i>
<i>Figura 6.1. Emplazamiento. Fuente: Catastro. 2018.....</i>	<i>Pág. 15</i>
<i>Figura 6.2. Emplazamiento. Fuente: Google Maps. 2018.....</i>	<i>Pág. 16</i>
<i>Figura 7: Planta Baja. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 19</i>
<i>Figura 8. Planta Cubierta. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 19</i>
<i>Figura 9: Planta Semisótano. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 20</i>
<i>Figura 10: Planta Cambra. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 20</i>
<i>Figura 11: Fachada Principal. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 21</i>
<i>Figura 12: Fachada Posterior. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 21</i>
<i>Figura 13: Fachada Nordeste. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 22</i>
<i>Figura 14: Plano de zonificación. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 24</i>
<i>Figura 15: Vista exterior del porche trasero. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 27</i>
<i>Figura 16: Detalle del encuentro de vigas y pares con pilar exterior. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 28</i>
<i>Figura 17: Detalle de intersección de bajante con bardos de cubierta. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 28</i>
<i>Figura 18: Vista exterior del paso entre zonas. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 29</i>
<i>Figura 19: Vista interior del paso entre zonas. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 29</i>
<i>Figura 20: Vista exterior de la fachada principal. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 30</i>
<i>Figura 21: Vista exterior de la piscina. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 30</i>
<i>Figura 22: Vista interior de Estar – Comedor. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 31</i>

<i>Figura 23: Vista interior de Cocina. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 31</i>
<i>Figura 24: Vista interior de pasillo de zona de noche. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 32</i>
<i>Figura 25: Vista interior de dormitorio principal. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 32</i>
<i>Figura 26: Nivel de Desarrollo LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 33</i>
<i>Figura 27: Nivel de Desarrollo LOD 200. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 34</i>
<i>Figura 28: Nivel de Desarrollo LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 35</i>
<i>Figura 29: Modelado de la estructura de la vivienda. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 36</i>
<i>Figura 30: Modelado de instalación de saneamiento mediante el MEP Modeler. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 36</i>
<i>Figura 31: Extracto del plano de replanteo topográfico. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 37</i>
<i>Figura 32: Extracto del plano de replanteo topográfico. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 37</i>
<i>Figura 33. Modelado del terreno LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 37</i>
<i>Figura 34. Modelado del terreno LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 37</i>
<i>Figura 35. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 38</i>
<i>Figura 36. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 38</i>
<i>Figura 37. Modelado de la cimentación. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 38</i>
<i>Figura 38. Modelado de la cimentación. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 38</i>
<i>Figura 39. Gestión de la inf. de la cimentación. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 38</i>
<i>Figura 40. Extracto del plano de estructura. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 39</i>
<i>Figura 41. Extracto del plano de cimentación. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 39</i>
<i>Figura 42. Modelado de la estructura. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 39</i>
<i>Figura 43. Modelado de la estructura. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 39</i>
<i>Figura 44. Gestión de la inf. de la estructura. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 39</i>
<i>Figura 45. Extracto del plano de cubierta. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 40</i>
<i>Figura 46. Fotografía de la cubierta. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 40</i>
<i>Figura 47. Modelado de la cubierta. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 40</i>
<i>Figura 48. Modelado de la cubierta. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 40</i>
<i>Figura 49. Gestión de la inf. de la cubierta. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 40</i>

<i>Figura 50. Extracto del plano de arquitectónico Fachada principal. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 41</i>
<i>Figura 51. Fotografía de la fachada principal. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 41</i>
<i>Figura 52. Modelado de los cerramientos. LOD 100. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 41</i>
<i>Figura 53. Modelado de los cerramientos. LOD 300. Fuente propia Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 41</i>
<i>Figura 54. Extracto del plano de arquitectónico. Particiones zona de noche. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 42</i>
<i>Figura 55. Fotografía de las particiones interiores. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 42</i>
<i>Figura 56. Modelado de las particiones. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 42</i>
<i>Figura 57. Modelado de las particiones. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 42</i>
<i>Figura 58. Extracto del cuadro de carpintería. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 43</i>
<i>Figura 59. Fotografía de la carpintería exterior. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 43</i>
<i>Figura 60. Modelado de la carpintería. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 43</i>
<i>Figura 61. Modelado de la carpintería. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 43</i>
<i>Figura 62. Extracto del plano de instalaciones. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 44</i>
<i>Figura 63. Fotografía de sanitarios. Fuente propia. 2018.....</i>	<i>Pág. 44</i>
<i>Figura 64. Modelado de las instalaciones mediante MEP. LOD 100. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 44</i>
<i>Figura 65. Modelado de sanitarios. LOD 300. Fuente propia. Archicad 20. 2018....</i>	<i>Pág. 44</i>
<i>Figura 66. Renderizado exterior. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 46</i>
<i>Figura 67. Plano de estado inicial. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 91</i>
<i>Figura 68. Plano de demolición. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 92</i>
<i>Figura 69. Plano tras demolición. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 93</i>
<i>Figura 70. Plano estado Final. Fuente propia. Archicad 20. 2018.....</i>	<i>Pág. 94</i>
<i>Figura 71. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 95</i>
<i>Figura 72. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 96</i>
<i>Figura 73. Renderizado interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 96</i>

<i>Figura 74. Resultados obtenidos de la comparación de precios. Fuente propia. Excel 2010. 2018.....</i>	<i>Pág. 98</i>
<i>Figura 75. Renderizado Exterior de Fachada Principal. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 106</i>
<i>Figura 76. Renderizado Exterior de Fachada Nordeste. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 106</i>
<i>Figura 77. Renderizado Exterior del paso interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 107</i>
<i>Figura 78. Renderizado Exterior de vista posterior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 107</i>
<i>Figura 79. Renderizado Interior del salón comedor. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 108</i>
<i>Figura 80. Renderizado Interior del salón comedor. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 108</i>
<i>Figura 81. Renderizado Interior de la escalera a la cámara. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 109</i>
<i>Figura 82. Renderizado Interior del paso interior. Fuente propia. Lumion 8. 2018.....</i>	<i>Pág. 109</i>

## Anexos



*Figura 75. Renderizado Exterior de Fachada Principal. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



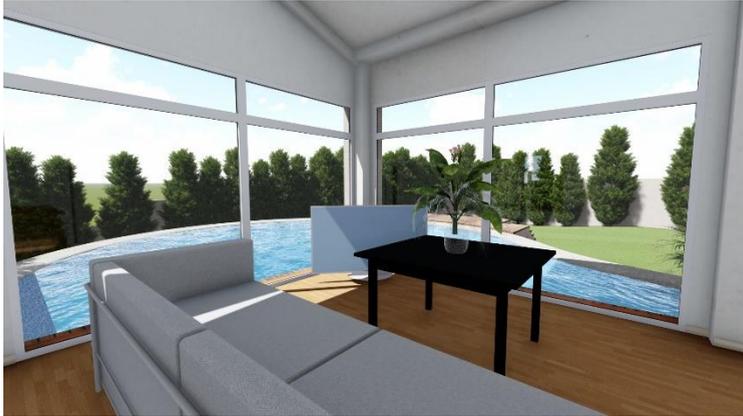
*Figura 76. Renderizado Exterior de Fachada Nordeste. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



*Figura 77. Renderizado Exterior del paso interior. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



*Figura 78. Renderizado Exterior de vista posterior. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



*Figura 79. Renderizado Interior del salón comedor. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



*Figura 80. Renderizado Interior del salón comedor. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*



*Figura 81. Renderizado Interior de la escalera a la cámara.  
Fuente propia. Lumion 8. 2018*



*Figura 82. Renderizado Interior del paso interior. Fuente propia.  
Lumion 8. 2018*