



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

BIM, ARQUITECTURA, DISEÑO Y EJECUCIÓN: UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON REVIT

Trabajo Fin de Grado. Curso 2019 2020

Marta Viana Calderón

Tutor: Francisco Juan Vidal
Universidad Politècnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Grado en Fundamentos de la Arquitectura

RESUMEN

La industria de la construcción es una de las más importantes a nivel internacional, pero lamentablemente es una de las más descuidadas. Su productividad va de capa caída y uno de los motivos es que estamos usando los mismos métodos y herramientas que se utilizaban hace años mientras la arquitectura va siendo cada vez más compleja y competente.

Ante la necesidad de modernizar esta industria, surge en este marco BIM (Building Information Modeling), una nueva tecnología que ha llegado para quedarse, la cual será objeto de estudio en el presente TFG donde analizaremos el impacto durante la gestión del proyecto y obra de arquitectura a través del estudio de Dobby, una vivienda minimalista de Chiralt Arquitectos Valencia.

Palabras clave: BIM, Building Information Modeling, Revit, Modelo 3D, Construcción.

ABSTRACT

At international level the construction industry is one of the most important but unfortunately it is one of the most forgotten. Its productivity is declining and one of the reasons is that we are using the same methods and tools as we used to years ago meanwhile the architecture is increasing in complexity and competence.

Facing the need to modernize this industry, arises BIM framework (Building Information Modeling), a new technology which will be subject of the present study. Especially it will be analyzed the impact during the project process and the architectural work through the study of Dobby, a minimalist dwelling of Chiralt Arquitectos Valencia.

Key Words: BIM, Building Information Modeling, Revit, 3D model, Construction.

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN.....	12
0.1 OBJETIVOS.....	14
0.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	14
0.3 MOTIVACIONES.....	16
1. BLOQUE TEÓRICO.....	
1.1 CONTEXTO.....	19
1.1.1 El sector de la construcción en España.....	19
1.1.2 El producto.....	21
1.1.3 Proceso Proyecto-construcción (PPC).....	22
1.1.3.1 Factores intervinientes del PPC.....	22
1.1.3.1.1 El suelo.....	22
1.1.3.1.2 El conocimiento.....	22
1.1.3.1.3 La industria.....	22
1.1.3.2 Fases del PPC.....	23
1.1.3.2.1 Viabilidad.....	23
1.1.3.2.2 Diseño.....	23
1.1.3.2.3 Construcción.....	23

1.1.3.2.4 Explotación.....	24
1.1.3.2.5 Desmantelamiento.....	24
1.1.3.3 Problemas del PPC.....	24
1.1.4 Conclusión.....	25
1.2 BUILDING INFORMATION MODELING.....	27
1.2.1 Definición.....	27
1.2.2 Características.....	29
1.2.2.1 Contenedor único.....	29
1.2.2.2 Actualización permanente.....	29
1.2.2.3 Diseño paramétrico.....	29
1.2.2.4 Interoperabilidad.....	29
1.2.2.5 Trabajo colaborativo.....	29
1.2.3 BIM en el mundo.....	30
1.2.3.1 BIM en América del Norte.....	30
1.2.3.2 BIM en América del Sur.....	30
1.2.3.3 BIM en Oceanía.....	31
1.2.3.4 BIM en Asia.....	31

1.2.3.5 BIM en Europa.....	31	2.1.3 Características constructivas.....	52
1.2.3.6 BIM a nivel nacional.....	32	2.1.3.1 Cimentación.....	52
1.2.4 Principales softwares BIM.....	33	2.1.3.2 Estructura portante.....	54
1.2.4.1 Revit.....	33	2.1.3.3 Estructura horizontal.....	56
1.2.4.2 Archicad.....	33	2.1.3.4 Fachada.....	58
1.2.4.3 Allplan.....	34	2.1.3.4.1 Cerramiento.....	58
1.2.4.4 Tekla.....	34	2.1.3.4.2 Carpintería exterior.....	58
1.2.5 Dimensiones del BIM.....	35	2.1.3.4.3 Cubierta.....	58
1.2.6 Niveles de información en BIM.....	37	2.1.3.4.4 Suelos en contacto con el exterior.....	58
1.2.7 Proceso BIM vs proceso tradicional, CAD.....	39	2.1.3.4.5 Cerramiento parcela.....	59
1.2.7.1 El método tradicional, CAD.....	39	2.1.3.5 Sistema de compartimentación.....	60
1.2.7.2 El método BIM.....	39	2.1.3.5.1 Compartimentación interior.....	60
1.2.7.3 BIM vs CAD.....	41	2.1.3.5.2 Carpintería interior.....	60
1.2.7.3.1 Ventajas de BIM sobre CAD.....	41	2.1.3.6 Sistema de acabado.....	62
1.2.7.3.2 Limitaciones de BIM sobre CAD.....	41	2.1.3.6.1 Revestimiento exterior.....	62
2. BLOQUE PRÁCTICO.....		2.1.3.6.2 Revestimiento interior vertical.....	62
2.1 UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON REVIT.....	45	2.1.3.6.3 Revestimiento interior horizontal.....	62
2.1.1 Datos iniciales.....	45	2.1.3.6.4 Solados.....	62
2.1.2 Descripción de la vivienda.....	45	2.1.3.6.5 Revestimiento cubierta.....	62

2.2 FASE DE DISEÑO EN REVIT.....	64
2.2.1 Pasos previos al modelado.....	64
2.2.2.1 Vincular CAD.....	64
2.2.2.2 Rejillas.....	64
2.2.2.3 Niveles.....	64
2.2.2 Modelado.....	65
2.2.2.1 Cimentación.....	65
2.2.2.2 Pilares.....	65
2.2.2.3 Solera.....	66
2.2.2.4 Forjado de cubierta.....	66
2.2.2.5 Cerramiento exterior.....	67
2.2.2.6 Particiones interiores.....	67
2.2.2.7 Acabados.....	68
2.2.2.8 Carpintería.....	68
2.2.2.8 Mobiliario.....	68
2.2.2.9 Jardín exterior.....	69
2.3 PROBLEMAS EN LA DOCUMENTACIÓN.....	76
2.3.1 Modificaciones.....	76
2.3.1 Incongruencias.....	78

2.4 FASE DE EJECUCIÓN.....	82
2.4.1 Visita de obra nº1.....	83
2.4.2 Visita de obra nº2.....	87
2.4.3 Visita de obra nº3.....	89
2.4.4 Visita de obra nº4.....	93
2.4.5 Visita de obra nº5.....	97
2.4.6 Visita de obra nº6.....	108
2.4.7 Visita de obra nº7.....	113
2.4.8 Visita de obra nº8.....	117
2.4.9 Visita de obra nº9.....	127
2.4.10 Visita de obra nº10.....	131
3. CONCLUSIONES.....
3.1 CONCLUSIÓN DEL BLOQUE TEÓRICO.....	145
3.2 CONCLUSIÓN DEL BLOQUE PRÁCTICO.....	145
3.1 CONCLUSIÓN FINAL Y OPINIÓN PERSONAL.....	146
4. ÍNDICE DE FIGURAS.....	149
5. BIBLIOGRAFÍA.....	161

0. INTRODUCCIÓN

Lápices de grafito, sacapuntas, portaminas, pluma, reglas, compás, plantillas, flexicurvas, escuadras, cartabones, tecnógrafo, reglas en T... todos estos instrumentos eran imprescindibles hace unas décadas en los estudios de arquitectura. Se pasaban las horas y días dibujando donde implicaban una labor ardua, cuidando cada detalle. Si se usaba mal cualquier instrumento podrían romper o manchar el papel y arruinar el plano. Los delineantes clásicos eran realmente artistas del dibujo técnico, donde la limpieza, calidad, velocidad y habilidad del uso de los instrumentos eran los que anteponían a la hora de calificarlos como unos verdaderos maestros.

El panorama actual nada tiene que ver desde entonces. Hace más de treinta años se produjo una revolución en la industria de la construcción con la aplicación del software de diseño asistido por computadora, AutoCAD. Supuso un gran avance, ya que hace posible el dibujo digital de planos o recreaciones volumétricas en tres dimensiones. La información se encuentra digitalmente, y con ello una gran facilidad de generar diferentes planos con el trabajo ya creado que conlleva entre varias cosas un gran ahorro de tiempo en la creación de nuevos proyectos.

Pese a que AutoCAD supuso un gran adelanto, continúa siendo un método que “asiste” al dibujo, una herramienta únicamente gráfica, por lo que no coopera con el resto de disciplinas que participan en el proceso constructivo. Esto presenta diferentes dificultades en la lectura del proyecto originando mayores gastos y retrasos en los plazos de obra. Ante tal situación cabía esperar una nueva revolución en el sector de la construcción. Es en este punto cuando surge la tecnología BIM. Esta nueva metodología nace con la idea de centralizar la información de un proyecto en una única base de datos para poder estudiar de antemano los probables encontronazos. Administrará detalladamente toda la información, compartiendo digitalmente el contenido del proyecto entre todos los agentes implicados.

Por medio de este trabajo profundizaremos a fondo en esta nueva metodología, investigando si realmente se consiguen unos mejores resultados. Analizaremos su desarrollo teórico que nos servirá de base para poder aplicarlo a un caso práctico real, una vivienda unifamiliar situada en Ribarroja, que nos ayudará a tomar nuestras propias conclusiones sobre la efectividad del BIM frente al CAD.

0.1 OBJETIVOS

El objetivo final del presente TFG es conocer el funcionamiento de la tecnología BIM en la gestión del diseño y ejecución a través de una vivienda. BIM es una metodología novedosa que abandera la revolución digital arquitectónica. Es fundamental previamente haber estudiado en que ámbito surge, sus características, todos los niveles de su implantación y sus diferencias con CAD. Tras haber realizado todo el análisis, se modelará dicha vivienda en Revit para así, finalmente, poder comparar con un caso real, las distintas metodologías, BIM y CAD.

0.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para lograr los objetivos planteados, se ha dividido el trabajo en dos grandes bloques: un primer bloque con planteamiento teórico y un segundo orientado al ejemplo práctico. Cada uno de ellos, se subdividirán a su vez en otros grupos. A continuación, vamos a exponer en detalle la metodología empleada para la elaboración de este TFG.

El punto de partida de este trabajo fue contactar con mi tutor, Francisco Juan Vidal, para la elección de la vivienda a realizar. De las dos opciones que se me ofreció elegí Dobby, una vivienda minimalista de Chiralt Arquitectos en el municipio de Ribarroja de Turia, en Valencia. Desde ese momento me puse directamente en contacto con los arquitectos Jaume Chiralt y Adrián Fuster.

Para la segunda parte del trabajo, el bloque práctico, se me proporcionaron los planos del proyecto para la posible realización del modelo en Revit. Por otro lado, me estuvieron avisando de algunas visitas de obra que podrían serme útiles para su correcto seguimiento.

En las visitas se analizaban los progresos de la obra y los cambios que se generaban respecto a los planos. Además, se fotografiaba cada avance en la obra, haciendo especial atención en los detalles. Con toda la información de los planos proporcionados por los arquitectos, como de las fotografías y datos de las sucesivas visitas de obra, se modela la vivienda en Revit para posteriormente describir detalladamente el paso a paso y explicar las ventajas. Respecto a la parte teórica del trabajo, se ha ido buscando información a través de páginas webs, videos en YouTube, tesis y otros trabajos. De esta manera se ha ido recopilando una serie de datos que posteriormente nos guiarán para la posible explicación detallada de la metodología BIM.

0.3 MOTIVACIÓN

Mi motivación principal para abordar este TFG, fue considerarlo como una oportunidad para obligarme a aprender BIM, y de este modo estar preparada ante la creciente evolución que está experimentando. Cada año que pasa se normaliza en los estudios de arquitectura, llegando hasta tal punto de obligada ejecución en todos los proyectos de infraestructuras con financiación pública.

De esta manera, además de estar más capacitada para la vida laboral, también optimizaré mi tiempo de trabajo invertido en cada proyecto. En BIM, a diferencia de CAD, una modificación en el modelo supone automáticamente la información actualizada en todas las vistas y bases de datos, suponiendo un ahorro de esfuerzo.

Otro aspecto que otorga valor añadido al TFG fue la oportunidad de realizar un seguimiento de obra con sus correspondientes visitas, una primera toma de contacto con la realidad de la construcción. Ver como la vivienda se trasportaba de los planos al terreno resultó muy gratificante y motivador. Para potenciar la elaboración de este trabajo, se ha realizado un curso online gratuito de Revit a través de la plataforma YouTube.

1.BLOQUE TEÓRICO

1.1 CONTEXTO

1.1.1 El sector de la construcción en España

Realizar un estudio sobre la crisis del sector de la construcción será el punto de partida para poder entender en que ámbito surge BIM y el valor de su uso.

A través de los años, la construcción ha ido de la mano del avance, innovación y desarrollo; teniendo siempre como servicio a la industria. Sin embargo, mientras el progreso de esta va en aumento, la construcción se queda atrás, empleando los mismos mecanismos de trabajo que se han estado utilizando hasta el momento, paralizándose por completo desde mediados de siglo XX. Este suceso se hace incuestionable al contemplar como ahora la construcción reside a merced de la industria, cambiando por completo sus roles.

Actualmente el sector de la construcción se equipara a una industria artesanal, ya que todavía se estructura como los antiguos gremios. Principalmente, en las obras, se suele trabajar en dos dimensiones, esto muchas veces conlleva a una mala ejecución del proyecto. Muchas empresas sienten indiferencia en formarse y actualizarse respecto a las nuevas metodologías, con la creencia de que ese tiempo es una pérdida de beneficios; de esta manera esto supone una falta de innovación. Este sector ha demostrado que escasea de cualidades productivas y eficiencia en el desarrollo proyectual.

Por otro lado, la depresión sufrida por el sector de la construcción también se debe al “pinchazo” de la burbuja inmobiliaria. Después del imparable ritmo de construcción iniciado en los 90, la demanda de viviendas no tenía fin, y con ello el aumento desorbitado de su valor. Este panorama empeoró; mientras la burbuja se hinchaba con el combustible de crédito hipotecario, la administración negaba cada día la existencia de la posible crisis. La crisis mundial estalló, promoviendo y adelantando el “pinchazo” en el 2008. La cara más desagradable, sin duda, fueron los desahucios. Muchas de las familias que adquirieron créditos, pasaron a no poder hacerle frente, forzados a abandonar sus hogares y a abonar unas deudas impagables, con el único fin que los bancos recuperasen sus pérdidas.

La economía del país quedó totalmente devastada, dejando un paisaje desolador sumiéndose en el caos, no obstante, el sector sigue teniendo relevancia, ya que se encuentra en un momento de búsqueda de nuevos negocios, y primordialmente, nuevas metodologías y herramientas de trabajo.

En este contexto aparece BIM, presentado como una alternativa para reactivar el sector inmobiliario y la mejora de aspectos esenciales en la construcción. A pesar de que la burbuja inmobiliaria junto a su posterior crisis, han retrasado su aparición en nuestro país, va a ir introduciéndose progresivamente.

LA BURBUJA INMOBILIARIA

En España, en el año 1998, el presidente del gobierno Jose María Aznar promovió y aprobó la Ley del Suelo, proponiendo la liberalización y catalogando como urbanizables todos los terrenos salvo los que estuvieran expresamente protegidos. Esta ley prometía la bajada de precios de los terrenos y con ellos, los de la vivienda. Fue acogida con entusiasmo por ayuntamientos y autonomías de todo signo político. Los empresarios vieron rentable el suelo como un negocio, de esta manera se multiplicaron las inversiones construyendo más viviendas.

En el año 2002, el ritmo de la construcción ya se había disparado severamente. Ese mismo año, el Tribunal Constitucional aplicó el Real Decreto para la reforma del sistema de protección por desempleo y mejora de la ocupabilidad. La demanda de mano de obra se disparó, creciendo de 12 a 17 millones de personas trabajando. Los ciudadanos participaron en la fiebre compradora, una obsesión donde más del 85% de las personas vivían en una casa en propiedad, con la idea que comprar era más seguro que alquilar.

La ley del suelo no tuvo el efecto previsto, al aumentar la demanda de las viviendas, el precio de los pisos se disparó, multiplicándose por ocho en 10 años. Las viviendas se vendían sin terminar, el margen de beneficios atrajo a miles de especuladores, dando como resultado un mayor aumento en el precio de las viviendas.

En el 2005 la burbuja ya estaba desatada. En España se construía en un año más viviendas que en Francia y Alemania juntas. Se asomaba un drama descomunal, el precio de la vivienda estaba por las nubes. El paro había bajado una cifra récord, mientras la vivienda hinchaba su precio, los sueldos se habían congelado. Los bancos empezaron a rebajar exigencias, concediendo créditos. Las instituciones financieras prestaron fondos a personas que no ofrecían garantías suficientes.

Finalmente, en el 2008 el panorama seguía empeorando. Bancos saturados de hipotecas infladas, créditos a constructores que quebrarían, promociones vacías donde nadie podría entrar a vivir... La crisis financiera de EEUU estalló, contagiando al resto del mundo, y con ello acelerando el final de la burbuja inmobiliaria, dando como resultado su posterior “pinchazo” produciendo un efecto dominó: endeudamiento, paro y quiebra financiera.

Se alcanzó una situación inadmisibile, donde los bancos dejan de regalar créditos; las constructoras pierden clientela para sus promociones aumentando su deuda y paralizando nuevas obras; la industria de la construcción empieza a endeudarse y quebrar, además de realizar despidos en masa; los pisos comienzan a embargarse, y muchos españoles son desahuciados de sus hogares. Todo esto conlleva una espiral negativa que se retroalimenta dando lugar a otros muchos problemas que necesitarán más de una década para estabilizarse.

1.1.2 El producto

En el sector industrial el producto final puede ser: o un producto elaborado, si está dispuesto para el uso por el consumidor; o semielaborado, si todavía necesita un posterior proceso de transformación para su uso. En cambio, en la industria de la construcción, la producción no es seriada, los bienes son únicos e irrepetibles. No se puede entender un proyecto fuera de su entorno, minimizándolo a un mero objeto dejado caer en cualquier lugar. Una vez decidida cuidadosamente la ubicación del inmueble, será inamovible, realizándose toda, o gran parte de la construcción, en la propia obra. Esto conlleva a la división de los trabajadores implicados, obligando a desplazarse hasta el lugar de la obra. La fragmentación de la gestión del proyecto entre diferentes especialistas es necesaria junto con una buena coordinación entre ellos para lograr los objetivos proyectuales. Al tratarse de un proceso realizado in situ, es mucho más complejo de planificar metódicamente y hay mayores posibilidades para que se produzcan imprevistos. En la mayoría de los casos, cada proyecto se crea con el objetivo de que perdure en el tiempo, dando lugar a su continuo mantenimiento e intervenciones de conservación. El cálculo de la oferta final del producto resulta complicado debido al uso de procesos constructivos con la actual metodología económica tradicional.



Figura 01

1.1.3 Proceso Proyecto-construcción (PPC)

Al igual que el producto final del sector constructivo es único, el propio PPC también lo es, ya que contiene más características que lo alejan de los procesos de otras industrias. Como ya hemos comentado, los montajes se hacen in situ. Sin embargo, el modelo económico por el que se guía es igual al resto: la ley de la oferta y la demanda.

1.1.3.1 Factores intervinientes del PPC

A continuación, vamos a examinar los tres factores más influyentes en el proceso productivo:

1.1.3.1.1 El suelo

Es el activo que más lastra los balances de la banca española, ya que el período de maduración de un suelo es muy superior al del producto terminado. El valor final de la vivienda está mayoritariamente influido por este factor.

1.1.3.1.2 El conocimiento

Una vez finalizada la fase de ideación del proyecto, se continúa con la contratación de varios equipos de profesionales para su construcción, siendo este el punto inicial donde comienzan a surgir las dificultades. Al dividirse el trabajo sin tener ningún canal de comunicación global, alarga el tiempo de ejecución dando lugar a mayores plazos de obra. El mayor problema es la incompatibilidad de los programas de cada equipo, conllevando a contradicciones y situaciones de no fluidez. Es por todo esto, que este factor todavía le falta mucho por explotar y mejorar, al no estar bien aprovechado.

1.1.3.1.3 La industria

La empresa constructora se incorpora en el proyecto en el momento que se redacta la documentación y se conceden los permisos. Nuevamente, se puede ver como se fragmenta y reparte las tareas para cada una de las empresas subcontratas por lo que generará un aumento aún mayor de los costes y plazos finales.

1.1.3.2 Fases del PPC

1.1.3.2.1 Viabilidad

En primer lugar, en esta fase se tratará de llegar a la construcción final eficazmente, considerando todas las limitaciones desde el primer momento, ya que afectarán a las demás fases. Por esta razón, el proyectista se apoyará sobre los argumentos aportados a través de información elemental para poder resolver el problema.

Además, los Estudios Previos también constituyen esta fase preliminar del proyecto. Por ejemplo: estudios del entorno desde las características ambientales y físicas del lugar; análisis de los condicionantes culturales; normativas que puedan afectar al proyecto; estudios de mercados; etc.

Todo ello es condición indispensable para poder desempeñar la mejor oferta posible que se ajuste a las expectativas y necesidades.

1.1.3.2.2 Diseño

En esta fase es donde se realiza el diseño del edificio sobre un modelo 3D. Además se generan los planos, los presupuestos aproximados a partir de mediciones y evaluación energética del proyecto.

Con el fin de solucionar los posibles problemas en la construcción del proyecto, se agruparán y analizarán los datos necesarios.

1.1.3.2.3 Construcción

Es en esta fase donde el diseño comienza a existir en la realidad. Se pueden diferenciar tres tipos de modelos:

1. Fase de diseño-licitación-construcción: Es el método más empleado en España. La promotora contrata personal técnico para la ejecución del proyecto de ejecución. Posteriormente, se selecciona a la empresa que proponga la mejor oferta económica y técnica.

2. Diseño-construcción: El equipo de arquitecto y la constructora trabajan conjuntamente, tomando decisiones teniendo siempre en cuenta ambas partes. Se fija un presupuesto máximo manteniendo el precio final invariable si no varían los costes de los materiales, etc.

3. Gestión del PPC en riesgo: En este caso es el método más inusual dentro de España. La promotora contrata tanto a un equipo de arquitectos, para la elaboración de la documentación; como a una empresa constructora, con la responsabilidad del proceso de elaboración del proyecto.

1.1.3.2.4 Explotación

Una vez completado la ejecución de la obra, se hace entrega al propietario del “Libro del Edificio”. Es un documento que contiene la información sobre las características constructivas de un edificio ya ejecutado. En su contenido también se deben especificar las medidas para realizar el mantenimiento del inmueble y de sus instalaciones, con el fin de conservar el edificio de manera óptima durante su vida útil. Durante la fase de explotación, las reparaciones pueden ser realizadas por los mismos profesionales, o por otros nuevos, que es lo más común; esto ocasiona un desconocimiento del propio inmueble produciendo mayores costes, excesos de esfuerzo y tiempo.

1.1.3.2.5 Desmantelamiento

Es la última fase del PPC. Ocurre una vez finalice la vida útil de la edificación, posteriormente se dará paso a la tarea de demolición y derribo de este. Debido a la desorganización previa o la propia inexistencia de documentación acerca de las reparaciones realizadas en la fase de explotación, nos encontramos con una dificultad añadida para los trabajos de demolición o desmantelamiento del inmueble al final de su vida útil.

1.1.3.3 Problemas del PPC

1. Es un sector con un producto final tan singular que imposibilita su propia producción en serie, llegando a asemejarse a una forma de trabajo artesanal, donde la propia metodología y organización, todavía es muy tradicional, con una falta enorme de evolución; por lo que podríamos estar hablando de una industria subdesarrollada.

2. La gran influencia que tiene el sector público, al ser el Estado el que más invierte en la construcción, ha desencadenado que sea un sector muy susceptible a los cambios económicos. En

épocas de bonanza económica ha sido el gran beneficiado; de la misma manera que en el momento de crisis económica ha sido el gran desfavorecido.

3. La necesidad de búsqueda de nuevos mercados para crear un resurgir en el sector tras la crisis sufrida a causa de la burbuja inmobiliaria.

4. La innovación es una ventaja para todo el sector, pero su coste es un lujo para muchas de las empresas. Normalmente, las únicas que están dispuestas a invertir en I+D, son empresas grandes, siendo más competitivas, dando como resultado una oferta de productos con mayor calidad.

5. Uno de los principales culpables de la falta de innovación en la construcción, es la fragmentación del sector. Normalmente, la mayoría de las empresas son muy pequeñas con escaso personal, que recurren a la subcontratación por su incapacidad de encargarse de todo el trabajo.

6. La división del trabajo junto con la inexistencia de una herramienta de trabajo común para todas las partes, conlleva a incoherencias y errores en las soluciones del proceso constructivo.

7. Cada una de las partes participantes del proyecto, toman diferentes decisiones sin tener en cuenta a las demás, generando así un desacuerdo global. Como consecuencia, se da lugar a una demora en los plazos y a unos mayores costes iniciales.

8. Durante todo el proceso de construcción, la obra sufrirá diferentes cambios, siendo el responsable de obra quien tenga que hacer parte de ellos para que todos los participantes estén actualizados ante tales cambios.

9. A lo largo de la vida útil del inmueble, las tareas de mantenimiento y reforma se convierten en una complicada labor por la falta de información de los agentes actuantes en dichos procesos.

1.1.4 Conclusión

Es necesario una reforma del sector a nivel global. Ante su baja productividad, tiene como objetivo aumentar la efectividad del proceso constructivo. Es necesario adoptar una nueva y mejorada metodología de trabajo, donde todos los agentes que intervienen en la construcción del proyecto, compartan la información actualizada con la finalidad de cumplir con los plazos y mantenerse con los mismos costes iniciales. ¿Será BIM la herramienta indicada para paliar la falta de rendimiento de este sector?

1.2 BUILDING INFORMATION MODELING

1.2.1 Definición

BIM surge ante una necesidad de subsanar todas las carencias generadas por el proceso productivo en la construcción, suponiendo de este modo toda una revolución.

BIM, es una metodología de trabajo para la industria de la construcción, la cual es asociada a un software de modelado 3D paramétrico. Es un método multidimensional que imita el proceso real de la construcción y que abarca todas las fases de vida del proyecto. Permite la colaboración entre arquitectos, ingenieros, constructores y demás agentes implicados en el proceso constructivo. Su último objetivo es centralizar toda la información en un único modelo que contiene información implícita. No es solo un concepto visual del edificio, sino que su fundamentación se representa en datos e información gráfica donde se muestra todo el ciclo de vida de la edificación, partiendo desde una idea básica, conceptual, hasta la ejecución y mantenimiento de la obra. En todo momento, existe entre el modelo y la base de datos una vinculación permanente entre ambos. Si cualquier cosa cambia aquí, en el diseño del modelo, los elementos afectados se actualizarán automáticamente, reflejando los cambios automáticamente, tanto en los dibujos, como en los planos que fueron desde él generados. De este modo se consigue un ahorro de tiempo y una optimización de todo el proceso, que se pone de manifiesto en una mayor calidad y rentabilidad del proyecto.

Se tiene que puntualizar, que a menudo se confunde BIM con Revit, ya que son términos que siempre van muy cercanos. BIM es una metodología o sistema de trabajo, mientras que Revit es un software específico de la empresa Autodesk, que permite el modelado de edificios con la metodología BIM.



Figura 02

1.2.2 Características

1.2.2.1 Contenedor único

La información del proyecto queda almacenada en una misma base de datos conjunta para todos los agentes que intervienen en el proceso. De este modo se genera un sistema de información bidireccional, donde se podrá consultar, modificar y devolverla al modelo previo, actualizándose.

1.2.2.2 Actualización permanente

Cualquier variación producida en el modelo se actualizará automáticamente en cada una de las vistas, ahorrando ir cambiándolo a mano.

1.2.2.3 Diseño paramétrico

Permite el diseño progresivo del modelo (LOD) y el comportamiento coherente de los encuentros entre elementos constructivos inteligentes que incluyen información de su situación en el proyecto y de sus componentes.

1.2.2.4 Interoperabilidad

Es la capacidad para intercambiar datos entre diferentes programas, permitiendo unificar la corriente de trabajo, dinamizando el proceso de diseño y control de la obra. En lo que a BIM se refiere, el significado de interoperabilidad BIM es la capacidad de intercambiar datos entre software BIM, permitiendo uniformar el flujo de trabajo y facilitando la automatización de los distintos procesos durante el ciclo de vida del proyecto. Esto, supondrá un avance de velocidad y eficacia del proyecto.

1.2.2.5 Trabajo colaborativo

Permite la gestión de los datos generados en el desarrollo de un modelo mediante un espacio digital único donde se permita el intercambio de datos. Todos los agentes implicados están posibilitados para trabajar de manera simultánea sin tener que estar juntos en un mismo espacio

1.2.3 BIM en el mundo

A continuación, vamos a analizar el nivel de implantación de BIM en algunos países de alrededor del mundo. Muchos ya lo tienen totalmente implantado y otros se están aproximando paulatinamente.

1.2.3.1 BIM en América del Norte

Los **Estados Unidos** representan el liderazgo mundial en el desarrollo e implementación de BIM en la industria de la construcción. En EE.UU. a principios de los 70, nació esta nueva metodología, siendo pioneros. El GSA (General Services Administration), en el 2007, obliga a un desarrollo de proyectos públicos mediante la tecnología BIM.

En **Canadá**, existen tres organizaciones que impulsan la introducción en BIM: CanBIM (Canada BIM Council); IBC (Institute for BIM in Canada); y buildingSMART Canada. A partir del 2013, los grandes proyectos de edificación e infraestructuras demandan BIM.

1.2.3.2 BIM en América del Sur

En Latinoamérica, su implantación ha comenzado mucho más tarde, sin embargo, BIM, está teniendo una rápida propagación.

En **Brasil**, en el 2017, se creó el Comité Estratégico para la implementación del BIM (CE-BIM) y un Grupo de Apoyo Técnico (CAT-BIM). La adopción en este país se divide en tres fases: Fase 1, programada para el 2021; una segunda fase para el 2024; y otra última para el 2028.

En **Perú**, el Presidente del Consejo de los Ministros peruanos anunció hace un año, el inicio de la preparación del plan BIM Perú, que definirá los aspectos necesarios para el uso de la metodología BIM en el país.

En **Argentina**, el gobierno, presentó el año pasado la estrategia BIM en Argentina, que se desarrollará mediante el plan SIBIM (Sistema de Implementación BIM). La estrategia BIM en Argentina prevé que, desde el 2025, la mayor parte de los proyectos de obra pública aprovechen a pleno el BIM en las fases de diseño y construcción.

1.2.3.3 BIM en Oceanía

En **Australia**, se ha tomado el progreso británico como modelo a seguir. El gobierno australiano solicita el BIM como requisito fundamental en todos los principales concursos, sobre todo aquellos más complejos. Hay tres grandes organizaciones que promueven el BIM en la edificación; APCC (Australasian Procurement and Construction Council Inc); ACIF (Australian Construction Industry Forum); y ABAB (Australasian Bim Advisory Board)

Por otra parte, **Nueva Zelanda** adopta una posición semejante a la de Australia. A partir del 2016 se generó una gran revolución y actualmente, a lo largo de este año, tienen como objetivo el aumento del 20% en el sector.

1.2.3.4 BIM en Asia

El BIM en **China**, ha demostrado un gran aumento. A partir del 2016 su uso se ha intensificado, sintiéndose realmente atraídos por él, especialmente por su eficiencia.

En **Corea del Sur**, en el año 2010, el servicio de contratación pública una guía para BIM el servicio de contratación siendo de obligado uso a partir del 2016 en todos los proyectos públicos de un coste mayor a 50 millones de dólares.

En **Dubai** a partir del 2013 se hizo obligatorio el uso de BIM en todos los proyectos públicos, y en **Singapur** en el 2015.

1.2.3.5 BIM en Europa

Si comparamos Europa con EE.UU. podemos observar ya en el año 2009, el 49% de las empresas americanas usaban BIM, sin embargo, en las empresas europeas, eran únicamente el 36% en el 2010.

El **Reino Unido** cuenta con el liderazgo mundial, compartido con EE.UU., aunque con menor trayectoria histórica. El impulso más destacado data de 2011, de mando del gobierno. Se ha demostrado que el 79% de las empresas ya han adoptado BIM. A partir del 2016 se hizo efectiva la obligatoriedad del uso del nivel 2 en BIM en obras públicas.

En los países escandinavos (**Noruega, Dinamarca, Finlandia y Suecia**) son los pioneros del desarrollo de BIM en Europa, coordinándose entre sí, desarrollando organizaciones y plataformas comunes.

En **Francia**, el gobierno francés promueve El plan de transición digital en el campo edil, proponiendo objetivos ambiciosos para el 2022.

En **Alemania** en el 2015, adoptó el modelo británico, resultando así el actual líder en Europa en el uso de BIM.

1.2.3.6 BIM a nivel nacional

En **España**, el nivel de adopción en BIM es muy bajo, situándose en una posición bastante alejada del resto de países. La crisis española ha sido un factor determinante tanto negativamente, suponiendo un retraso en el sector de la construcción; como positivamente, donde algunas empresas se han internacionalizando.

En el 2015, el Ministro de Fomento preside la Comisión BIM España creada por el Gobierno español, para desarrollar propuestas; entre ellas: fomentar el uso de BIM, promocionar la innovación en el sector de las infraestructuras, o establecer la hoja de ruta y calendario de aplicación de este.

El Gobierno de España estableció en el calendario dos fechas principales: en diciembre del 2018, donde el uso del BIM se convertiría en obligatorio para todas las licitaciones de proyectos públicos con un presupuesto superior a 2 millones de euros; y en julio del 2019, donde comenzaría la obligatoriedad para todos los proyectos públicos.

Toda esta situación conlleva a la urgencia de implementar BIM en las organizaciones de las empresas públicas españolas urgentemente. Por el momento todo apunta a una buena acogida por parte de los arquitectos.

1.2.4 Principales softwares BIM

Hoy en día existen multitud de softwares con la metodología BIM. A continuación, se van a comentar aquellos programas más usados comúnmente.

1.2.4.1 Revit

Seguramente sea el software más utilizados para aplicar la metodología BIM. De hecho, en la parte práctica de este TFG, será el programa que usaremos para la realización de una vivienda unifamiliar.

Revit, es una herramienta informática de modelado que permite elaborar un modelo paramétrico fundamentado en objetos en tres dimensiones e inteligentes permitiendo planificar, construir y administrar proyectos. Este software emplea un archivo único; un contenedor que incluye todas las bibliotecas de objetos paramétricos, conteniendo una organización muy coherente con herramientas que le posibilitan entablar relaciones asociativas entre objetos. Gracias a su motor de cambios paramétricos en tiempo real, cualquier modificación del proyecto en alguna de las vistas, se representa globalmente en todos los lugares simultáneamente sin que el usuario tenga que ir vista por vista modificándolo para que todo guarde correlación.

De la mente de Leonid Raiz nació Revit fundando “Charles River Software” en 1997. Unos meses después, ya en 1998, Irwin Jungreis se asoció, pasando a considerarse ambos los creadores de Revit. Estuvieron buscando inversores, contratando arquitectos, programadores y cambiaron el nombre de la compañía por “Revit Corporation”. En el 2000 lanzaron su primera versión, Revit 1.0.

Tan sólo dos años más tarde, en el 2002, esta compañía fue adquirida por el gigante Autodesk. Ya en manos de este el concepto de Revit se amplió a todas las disciplinas y se orientó como la mejor solución de modelado de información para la construcción BIM.

1.2.4.2 Archicad

Es el software de diseño paramétrico más antiguo, siendo la primera aplicación de CAD en tres dimensiones. Nació en 1982 en Budapest, Hungría, y en 1984 sacó al mercado la aplicación Radar CH, también conocida como ArchiCAD 1.0.

De la misma manera que Revit, Archicad también se estructura alrededor de un único archivo basándose en objetos inteligentes y en tres dimensiones.

Uno de sus posibles defectos es la incapacidad que tiene para regenerar las vistas de manera instantánea, como lo haría Revit, aunque si lo hace de forma automática manteniendo la propiedad multivista.

La principal diferencia con Revit es que mantiene el sistema de capas o el trazado de planos mediante plumillas, al igual que AutoCAD.

1.2.4.3 Allplan

Este software fue desarrollado por la empresa Nemetschek fundada en el 1963. En 1984 lanzaron su primer programa de CAD, Allplan V1; con el tiempo ha ido evolucionando y actualizándose hasta obtener la versión actual, Allplan 2013 incorporando procedimientos BIM. Su estructura de documentación es totalmente distinta al del resto de programas BIM.

Cada proyecto se guarda en carpetas diferentes que contienen multitud de archivos con la información del modelo. Estos representan divisiones físicas del modelo, por ejemplo, un archivo contendrá las distribuciones de la planta primera, otros guardarán el mobiliario, otros las fachadas, etc. A pesar de esto, es un sistema que facilita mecánica de trabajos en equipo donde cada usuario puede ocuparse de un archivo específico, permitiendo estructurar el proyecto.

Esta forma de organizarse tiene como consecuencia negativa que limita la memoria de la aplicación haciéndola mucho menos ágil a la hora de navegar por el proyecto. Uno de sus puntos fuertes, es la capacidad de relación con otras aplicaciones, por ejemplo Presto, Cype y Líder y Calener.

1.2.4.4 Tekla

Se trata de uno de los softwares más especializados en el diseño y cálculo de estructuras de acero. El programa se usa para el diseño, detalle, despiece, fabricación y montaje de las estructuras, facilitándoles el trabajo a los ingenieros estructurales. Es el líder mundial en BIM de las estructuras.

1.2.5 Dimensiones del BIM

En BIM se integra el ciclo de vida completo del edificio, llegando a decirse que tiene vida propia. Las dimensiones que ofrece BIM se basan en sectorizar las fases descriptivas del periodo de vida de la construcción, incorporadas en el modelo digital.

1D Idea

En esta primera dimensión es donde se establecerán los fundamentos para los proyectos colaborativos asentando las bases del futuro proyecto. Engloba la tarea de reunir información y normativas.

2D Vector

Es el momento donde proyectamos las primeras líneas en dos dimensiones, realizando además los estudios para el Proyecto básico.

3D Modelado

En base a los datos reunidos, se diseña el modelo en tres dimensiones que representará la información del diseño arquitectónico permitiendo a cada una de las disciplinas involucradas en el proyecto coordinarse y colaborar entre ellas.

4D Planificación

Es en este punto donde aparece la dimensión del tiempo. Se analizará la programación temporal del proyecto, permitiéndonos efectuar simulaciones en cada etapa para eludir probables equivocaciones y lograr unos resultados más fidedignos.

5D Costes

Principalmente el objetivo es aumentar el rendimiento del proyecto controlando los costes totales y estimando los gastos.

6D Sostenibilidad

Se trata en simular las probables opciones del proyecto para alcanzar la alternativa óptima, pensando en sus costes energéticos a lo largo de su vida útil. También se le suele denominar BIM verde.

7D Mantenimiento

Posibilita la gestión del ciclo de vida del proyecto y de sus servicios, utilizándolo como base de datos a lo largo de su vida útil. Incluso se está proponiendo realizar el Libro del Edificio con el propio BIM.

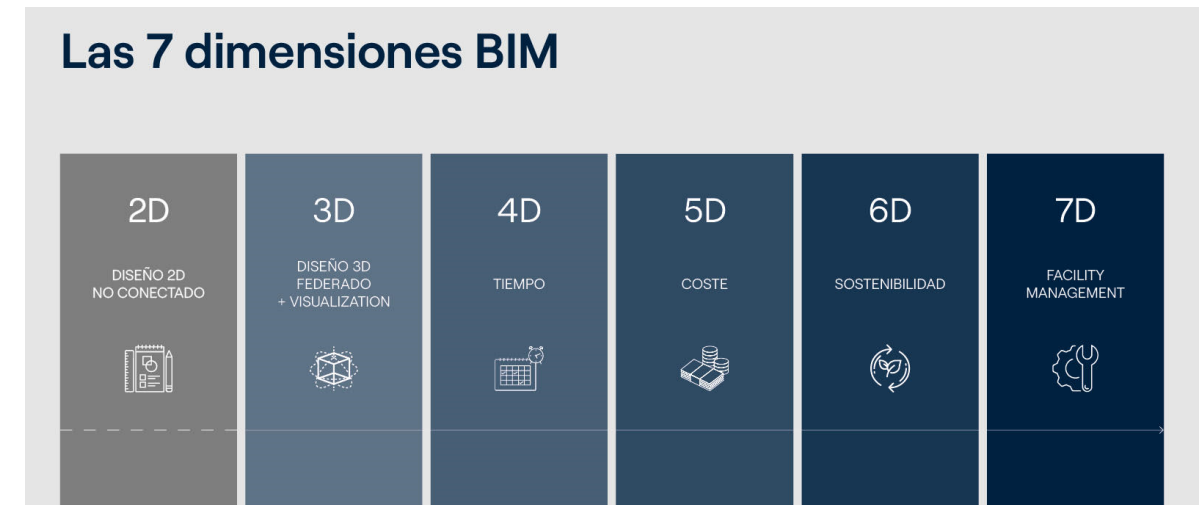


Figura 03

1.2.6 Niveles de información en BIM

Al diseñar cualquiera construcción en BIM, se está realizando una abstracción, que puede estar representada en diferentes niveles según el modo de visualización e información que quisiésemos mostrar. La primera empresa en teorizar este término fue Vico Software. Posteriormente el AIA, el Instituto Americano de Arquitectura, lo introdujo en el universo BIM acuñándolo como LOD.

Es muy común que se confunda con (Level Of Detail), que se refiere a la cantidad de detalle introducido en el modelo, a diferencia de los LOD que definen el nivel de desarrollo de la información de un modelo. A medida que el número del LOD aumenta, también lo hace su nivel de detalle.

El LOD en ningún caso se refiere al proyecto en su totalidad, tampoco tiene relación con la fase en la que se encuentre, únicamente se aplica a cada elemento del proyecto. Para confirmar que se ha alcanzado cierto nivel LOD, todos sus elementos tendrán que estar dentro del mismo.



Figura 04

LOD 100 Es el primer nivel, el más básico. Es un concepto visual, donde el elemento se representa de una manera simbólica en la ventana gráfica. Su apariencia proporcionará datos como el volumen, altura, área, localización y orientación. Se puede emplear para estudios de interés general, por ejemplo, para realizar aproximaciones de costos o tiempos de ejecución global.

LOD 200 En este nivel se define gráficamente el elemento con sus características principales. Es un modelo esquemático que puede incluir información no gráfica aportando más cantidad de datos sin la necesidad de un diseño aparentemente tan real como en el LOD 100.

LOD 300 Se define gráficamente el elemento, aporta información y una geometría precisa pero carente de algunos detalles constructivos sin acabar de construir. Nos permite la redacción de documentos que son necesarios para la solicitud de permisos y licencias. Existe un LOD 350

LOD 350 Se equipara al LOD 300 pero incluye la detección de interferencias entre distintos elementos constructivos y arquitectónicos completamente definidos con la información necesaria para su construcción, a excepción del dimensionado estructural y de las instalaciones.

LOD 400 Todos los detalles del elemento están definidos. Además, incluyen su posición, los referentes del fabricante, uso y montaje en términos de cantidades, forma, dimensiones, costes, etc. Es un modelo representado fidedignamente a cómo va a ser construido en la realidad.

LOD 500 Simboliza el proyecto ya construido, el modelo real, con los condicionantes de la propia obra. Es el modelo que se ha elaborado para su adecuado funcionamiento y mantenimiento.

LOD 600 Tiene la información suficiente para detallar un análisis energético y poder obtener la calificación energética exigida. A continuación, se entregará al Facility Management para su consiguiente fase de explotación.

1.2.7 Proceso BIM vs proceso tradicional, CAD

1.2.7.1 El método tradicional, CAD

Hace tan sólo tres décadas, el método de trabajo tradicional hacía alusión a los dibujos realizados a mano, donde el único apoyo con el que contaban procedía de los instrumentos para el dibujo técnico.

Unos años después, se produjo una revolución industrial con la aparición del software de diseño asistido por computadora, CAD; convirtiéndose actualmente como la metodología tradicional que sustituye al dibujo a mano mejorando considerablemente la eficacia de la labor de los arquitectos. En CAD, se opera a través de dibujos en dos dimensiones, de manera individual y únicamente sobre las partes de las que se están encargadas.

1.2.7.2. El método BIM

Como ya se ha comentado anteriormente, BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación de un proyecto. Su finalidad es centralizar toda la información del proyecto en un modelo digital concebido por todos los agentes implicados. A través de este modelo, el conjunto de tareas, el coste y la viabilidad del proyecto se lograrán planificar, gestionar y analizar. Cualquier cambio realizado en el modelo será instantáneo, suponiendo una reducción de fallos en la gestión del tiempo. Todas las disciplinas trabajarán individualmente pero basándose en un mismo modelo, común a todos. El proceso proyectual se distribuye en fases, siendo la más importante la fase de diseño.



Figura 05

1.2.7.3. BIM vs CAD

1.2.7.3.1 Ventajas de BIM sobre CAD

Es muy visual: Lo que genera que cualquier persona sea capaz de entender el proyecto, a pesar de que no entienda de arquitectura. Un modelo en 3D es mucho más fácil de comprender que unos planos, por lo que a la hora de mostrárselo al cliente podrá imaginárselo en la realidad.

Ahorro de tiempo: Es una de las mayores ventajas. Cada cambio introducido y nuevo dato se automatiza en todas las vistas al momento.

Ahorro económico: En el propio modelado podemos darnos cuenta de los problemas que se van a originar en la obra, adelantando futuros problemas abaratando costes.

Trabajo multidisciplinar: Posibilita la colaboración de diferentes agentes del proyecto trabajando en un mismo modelo.

Documentación detallada de todas las fases: Documenta detalladamente permitiendo la sencilla extracción de la documentación necesaria para todas las etapas del proyecto: construcción, gestión de la obra, mantenimiento y demolición.

Renders: Al realizar el modelo desde el principio en 3D, puedes emplearlo para hacer imágenes virtuales sin tener que emplear más tiempo.

1.2.7.3.2 Limitaciones de BIM sobre CAD

Necesidad urgente de cambio de mentalidad: Empezar a usar BIM en los proyectos supone dedicar un tiempo para formarte e incluso puede conllevar un gasto económico si lo haces a través de cursos. Además, todos están cómodos y acostumbrados a la herramienta CAD, por lo que les supone un esfuerzo muy grande y lo consideran una pérdida de tiempo innecesaria.

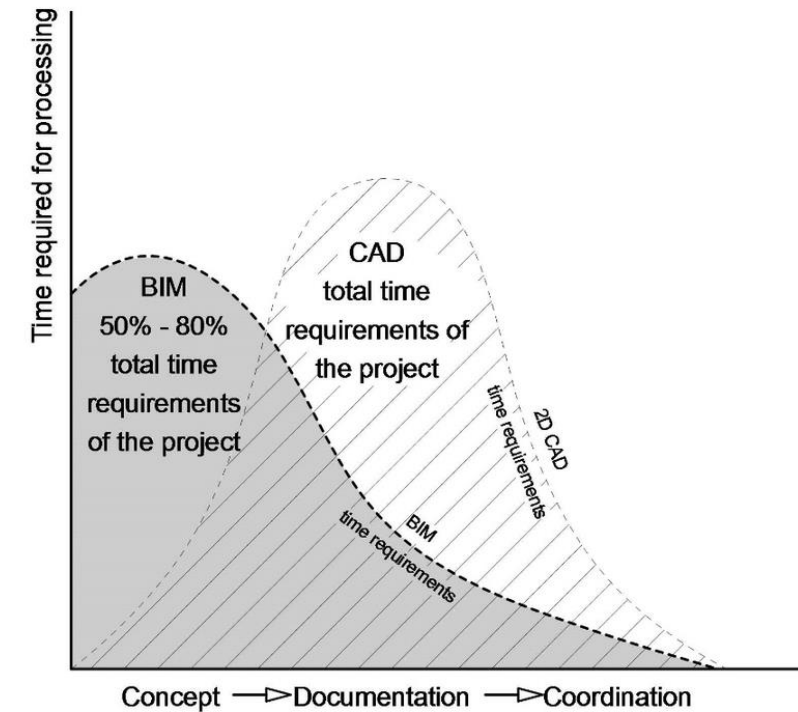


Figura 06

2.BLOQUE PRÁCTICO

vivienda DOBBY | CHIRALT arquitectos

2.1 UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON REVIT

2.1.1 Datos iniciales

Después de haber analizado las bases teóricas de la metodología BIM, se va a proceder a realizar un caso práctico real poniendo en uso todos los conceptos expuestos previamente donde observaremos sus ventajas frente al método tradicional. Para poder llevar a cabo esta labor, el software empleado es Autodesk Revit.

El proyecto seleccionado, es una vivienda unifamiliar asilada en el municipio valenciano de Ribarroja de Turia, desarrollada por el estudio de arquitectura de Chiralt Arquitectos Valencia.

La realización de este bloque práctico ha sido posible gracias a: la documentación facilitada por el estudio, producida a través de la metodología CAD; y por las sucesivas visitas a la obra que se encontraba en ejecución.

2.1.2 Descripción de la vivienda

El solar donde se ubica nuestra vivienda unifamiliar objeto de estudio tiene una superficie total de 908 metros cuadrados. Se ubica en la esquina noroeste de una manzana de viviendas unifamiliares aisladas. Cuenta con dos caras libres, la norte y la oeste, con 34 metros y 24 metros respectivamente; mientras que la sur y este, con 34,4 metros y 29,3 metros, colindan con otras viviendas preexistentes.

Nuestra vivienda se distribuye el espacio en una única planta, con diferentes alturas, llegando a tener 6,5 metros de altura libre. Precisamente el principal atractivo de este proyecto destaca por el juego volumétrico de sus cubiertas inclinadas, desiguales pero proporcionadas, evocando a la esencia de las cabañas, el sentimiento de hogar como refugio. De este modo se consigue una riqueza espacial apreciable tanto desde el interior de la vivienda como desde fuera. Al igual que lo harían unas montañas, las cubiertas danzan jugando con su inclinación y altura, creando un perfil armónico, provocando un efecto escultural al edificio conjuntamente. El juego volumétrico que genera la cubierta es el elemento morfológico y vertebral de la vivienda, otorgando la altura a cada espacio según sus necesidades.

La vivienda se dispone longitudinalmente al solar y centrada, generando de este modo un jardín en todas sus caras. El acceso a la vivienda, tanto el peatonal como el rodado, se produce por la cara norte, accediendo al hall de acceso y a un garaje respectivamente. Desde la puerta de entrada, a mano izquierda, o sea en la cara norte, se ubica un aseo y un cuarto de instalaciones; a mano izquierda, en la cara sur, aparece un espacio diáfano de cocina-comedor-salón; justo en frente de la puerta de entrada se encuentra el acceso peatonal hacia el garaje. Una vez ubicados en el centro de estos espacios, en dirección hacia la cara oeste se encuentra el pasillo distribuidor de la vivienda con armariada para almacenamiento a lo largo de todo su recorrido. Al final del recorrido del pasillo, con una orientación oeste y sur, se ubica la habitación principal con su propio baño y vestidor; al resto de habitaciones se acceden a través del pasillo nombrado anteriormente, todas ellas con orientación sur; encontraremos dos habitaciones individuales, con un baño dispuesto entre ellas por el que se accede igualmente desde el pasillo; por último, un despacho. Finalmente, en el jardín trasero, orientado hacia el sur, se dispone de una zona de terraza porcheada mediante un gran voladizo de la propia cubierta; además de una gran piscina descubierta.



Figura 07



Figura 08



Figura 09

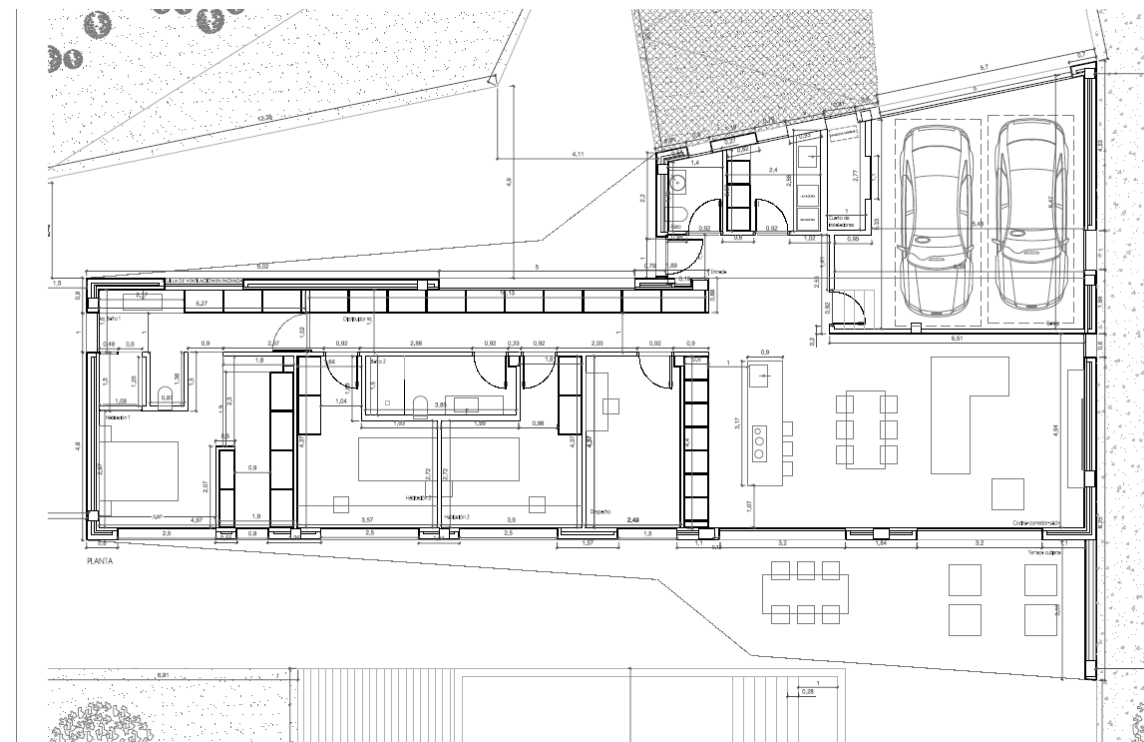


Figura 10

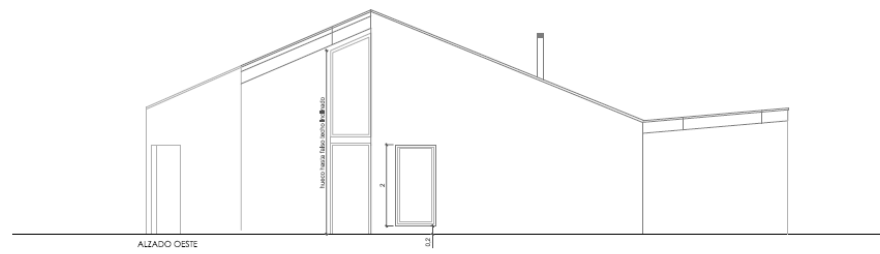
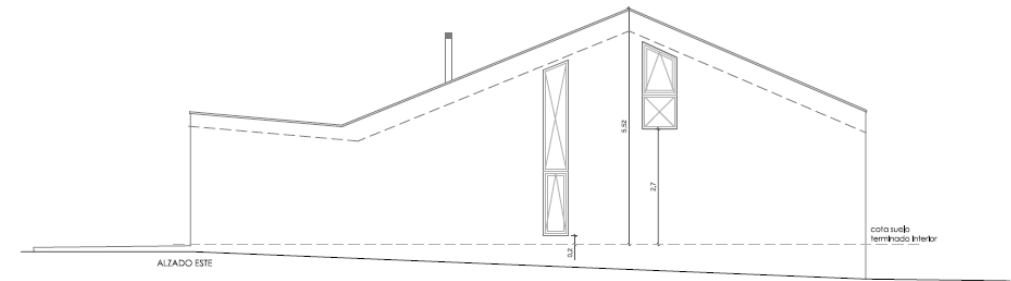
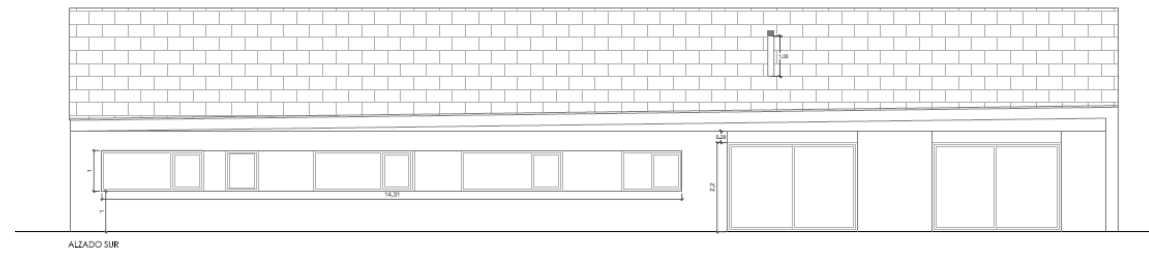


Figura 11

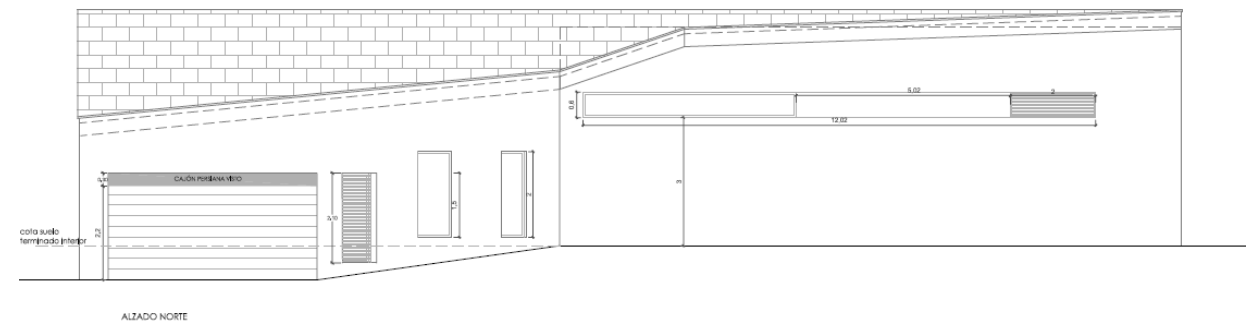


Figura 12

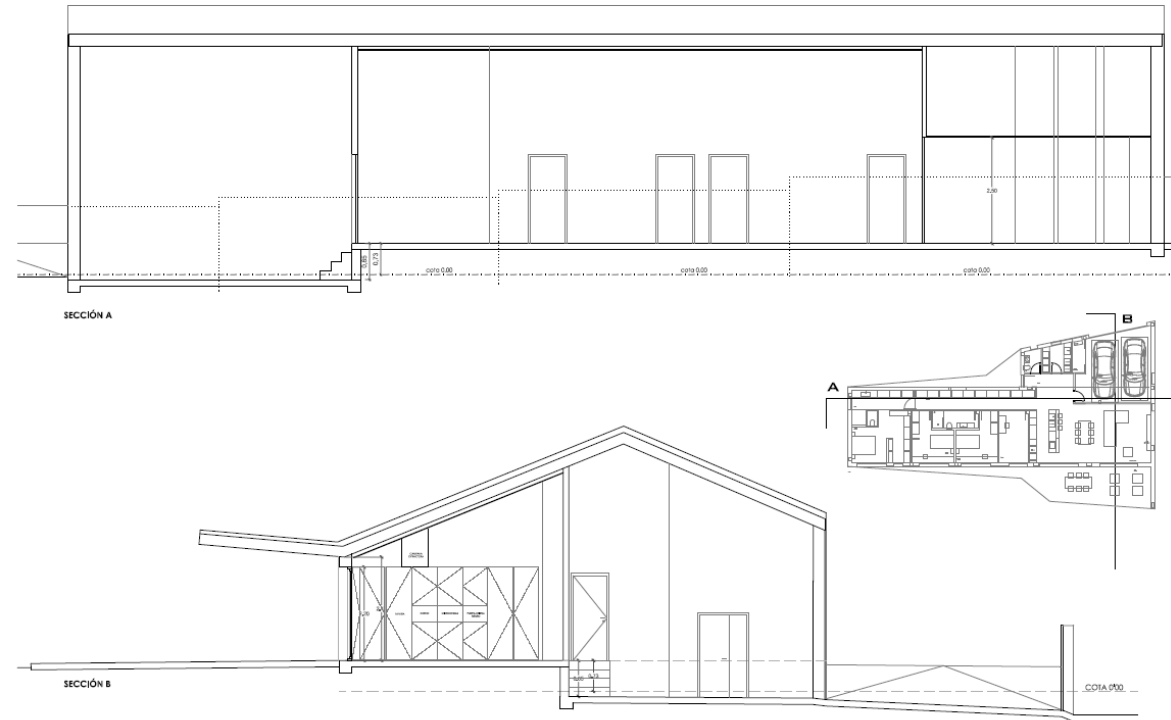


Figura 13

2.1.3.2 Estructura portante

La estructura portante de la vivienda está compuesta por 18 pilares de hormigón armado, 6 de ellos rectangulares y los 12 restantes cuadrados. Todos los pilares cuadrados tienen una dimensión de 25x25cm, los pilares nº1 y 7 con una dimensión de 25x40cm, los pilares nº 5,6 y 14 de 40x25cm y el pilar nº15 de 25x30cm. El pilar nº17 es el único que se encuentra levemente girado (12º), rotando de este modo la zapata de cimentación.

Los estribos de los pilares son comunes para todos, 1Ø8; en cambio la armadura principal variará, la mayoría emplearán Ø12, pero en los pilares nº2,3 y 9 será Ø16. Los pilares cuadrados tienen dos armaduras por cara y los rectangulares tres por cara.

El hormigón dispuesto en este caso es, HA-30/P/20/IIa con un coeficiente de ponderación de $\gamma_c=1,5$; el acero empleado en las barras y estribos es B-500 SD, con un coeficiente de ponderación de $\gamma_s=1,15$.

Cabe mencionar que la altura de cada pilar variará en función de la inclinación de la cubierta.

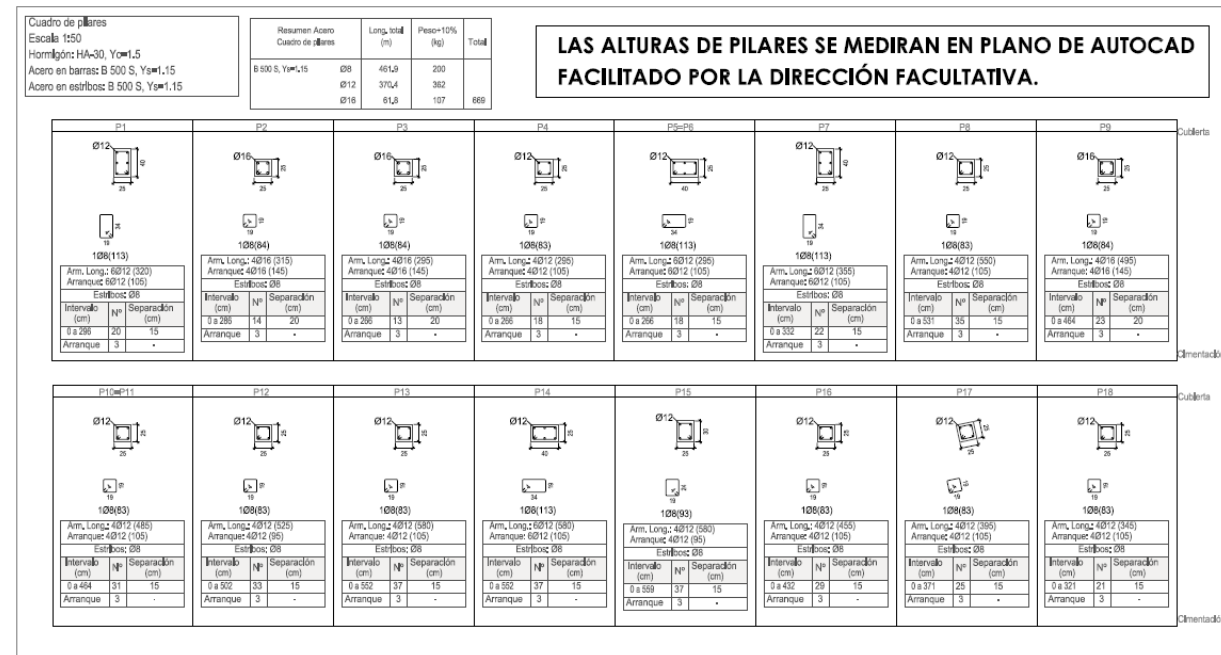


Figura 15

2.1.3.3 Estructura horizontal

El forjado de la vivienda, o sea la cubierta, se realiza a través de una losa de hormigón aligerada mediante el método C.H.E® (Cuerpo hueco estructural) patentada por una empresa valenciana. Se tratan de unas piezas fabricadas con materiales reciclados que optimizan el consumo de recursos naturales y reducen las emisiones del CO₂. Además, también permite ahorros en logística y energía: 35% en hormigón, 20% como mínimo en acero y un 80% las cargas aéreas en construcción. Este sistema permite una libertad total tanto en la composición, como en la ejecución, ya que hace posible la colocación de los pilares libre, donde quieras, disminuyendo de este modo el peso total de la estructura. Además, mejora el comportamiento frente a sismo y a flechas.

El proceso de construcción de este sistema se puede dividir en 9 etapas: 1ª etapa, colocar el encofrado inferior apuntalado; 2ª etapa, colocación de mallazo inferior, refuerzos y zunchos; 3ª etapa, replanteo de ábacos y colocación de C.H.E; 4ª etapa, colocación mallazo superior; 5ª etapa, fijación del sistema; 6ª etapa, atado y refuerzo superior; 7ª etapa, primera fase de hormigonado; 8ª etapa, segunda fase de hormigonado; y por último, la 9ª etapa, el curado del hormigonado.

El hormigón dispuesto en este caso es el mismo que el de los pilares, HA-30/P/20/IIa con un coeficiente de ponderación de $\gamma_c=1,5$; el acero empleado en las barras y estribos es B-500 SD, con un coeficiente de ponderación de $\gamma_s=1,15$. Más adelante se explicará con más detalle, la puesta en obra de este sistema.

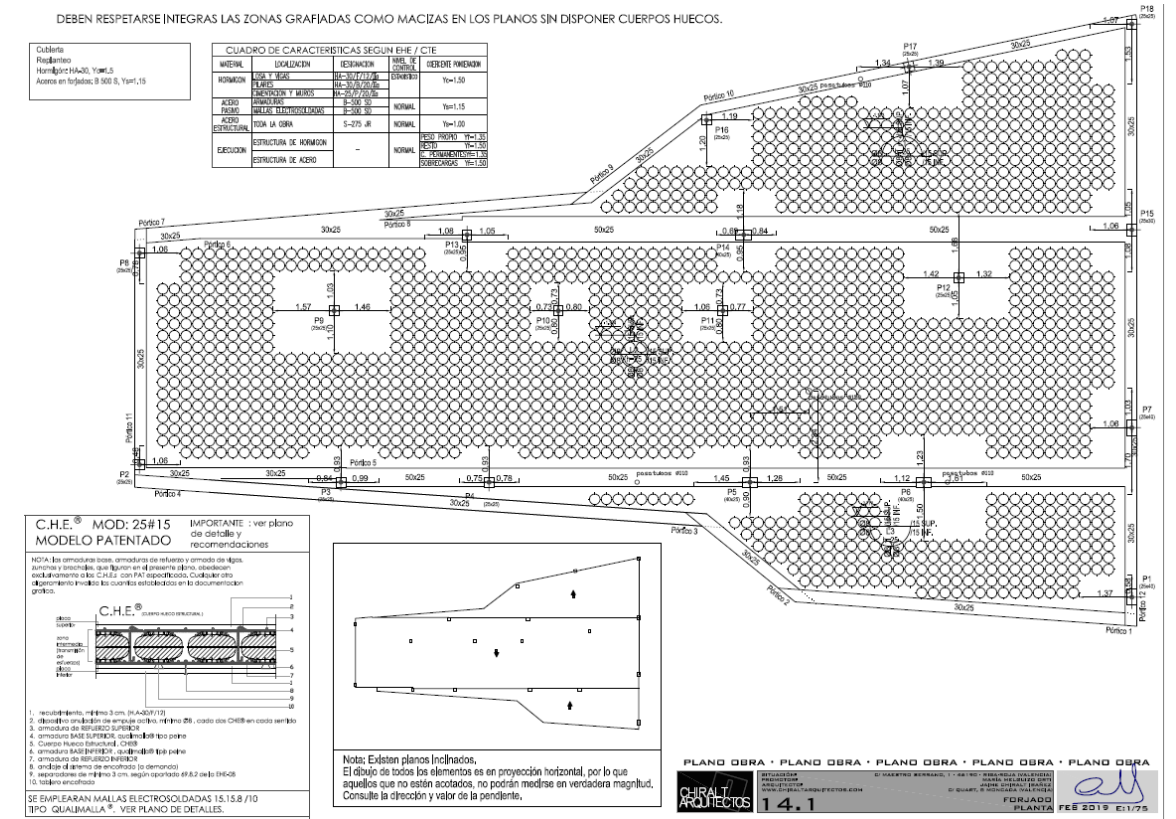


Figura 16

2.1.3.4 Fachada

2.1.3.4.1 Cerramiento

Los cerramientos están realizados con bloques de termoarcillas de 30,7x19,2x24cm en su parte interior, para mantener la máxima inercia térmica, y revestidos con el sistema SATE (sistema de aislamiento térmico exterior) para asignar a la vivienda una mayor protección climatológica. Por otro lado, el cerramiento de la cara este que rodea la zona del garaje y que se encuentra enterrado, se sustituyen los bloques termoarcillas por bloques prefabricados de hormigón de 40x20x20cm.

2.1.3.4.2 Carpintería exterior

La carpintería exterior es de aluminio color negro con RPT (Rotura de puente térmico) proporcionada por la empresa Cortizo. Hay 14 ventanas y cada una tiene tanto diferentes formatos como diferentes sistemas de apertura variedad tanto de formato como de sistemas de aberturas: correderas, oscilobatientes, oscilantes y fijas.

Por otro lado, todos los vidrios, proporcionados por la empresa Climalit, son de baja emisividad con 1,8W/m²K, con una composición de 4+4/15/6, a excepción de las dos puertas correderas de la cocina-comedor-salón de 4+4/15/3+3. Todos los vidrios de las ventanas que se orientan hacia las caras norte, este y oeste, serán con un acabado translúcido; por el contrario, los vidrios de las ventanas que dan al jardín interior, en otras palabras, la cara sur de la vivienda, serán con un acabado transparente.

2.1.3.4.3 Cubierta

Al igual que el cerramiento exterior de fachada, la cubierta inclinada se realiza con un sistema SATE.

2.1.3.4.4 Suelos en contacto con el exterior

El suelo en contacto con el exterior es la propia solera de hormigón con acabado fratasado.

2.1.3.4.5 Cerramiento parcela

La parcela se delimita con un muro conformado mediante bloques prefabricados de hormigón, de 40x20x20cm. Por último, se le aplica un revoco y una pintura color blanca. La altura de este muro va variando desde los 2 metros de altura hasta los 2,6 metros.

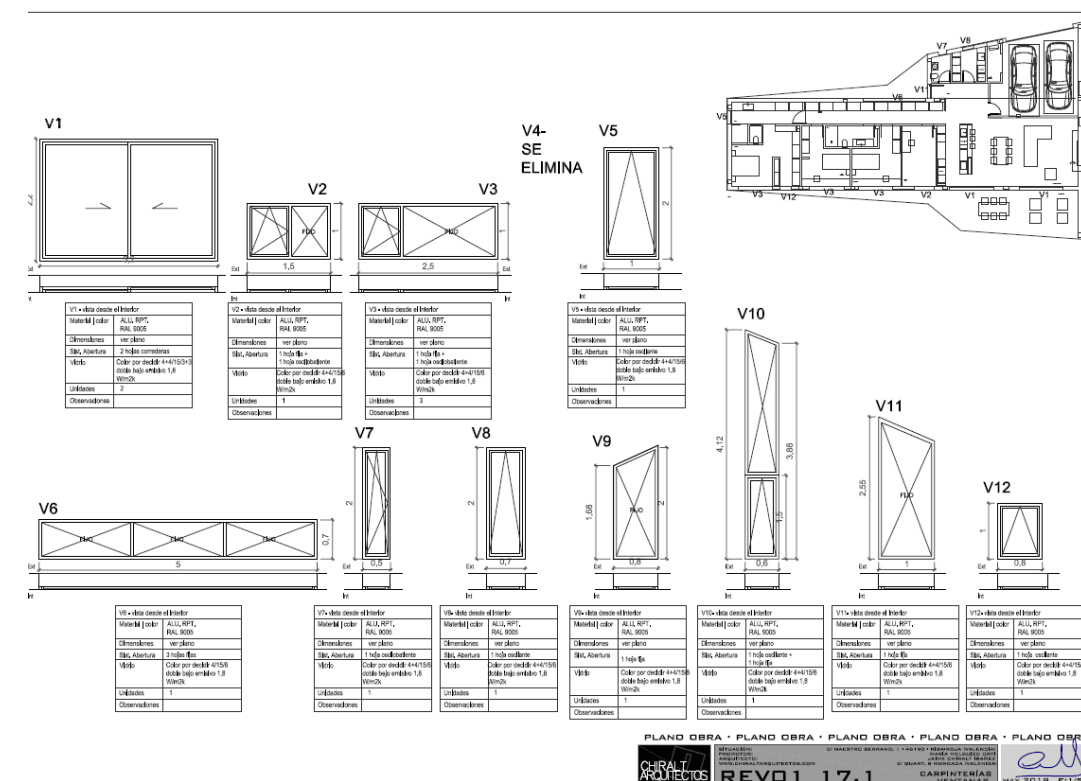


Figura 17

2.1.3.5 Sistemas de Compartimentación

2.1.3.5.1 Compartimentación interior

Mayoritariamente se ha optado por ladrillos huecos de 30x7x20cm colocados de canto, en un aparejo a panderete, pero por ejemplo en el tabique de compartimentación entre el baño y las dos habitaciones individuales se han colocado dos franjas de estos mismos ladrillos huecos dispuestos igualmente a panderete, pero en este caso haciendo un total de 14cm de espesor.

Otro ejemplo de compartimentación interior diferente se daría entre el espacio de garaje y la cocina-comedor-salón, y la habitación principal con su baño privado, en estos dos casos se han empleado bloques de termoarcilla. Todos los casos requieren de un guarnecido de yeso de 1,5cm.

2.1.3.5.2 Carpintería interior

La vivienda consta de 9 puertas y de 1 puerta de acceso al garaje. Todas las puertas de la vivienda miden 2,03 metros de altura con una anchura libre de 0,82 metros en la mayoría de los casos, en el caso de la puerta de acceso al cuarto de instalaciones cuenta con dos hojas, una de 0,70 metros y otra de 0,4 metros, ampliándose de este modo la anchura libre total a 1,10 metros. La puerta de acceso a la vivienda tiene una altura de 2,20 metros y una anchura libre de 1 metro.

Todas las puertas de la vivienda son de madera con acabado blanco mate. Tanto la puerta de acceso a la vivienda, como la puerta de acceso del garaje al interior de la vivienda, como la puerta de acceso al cuarto de instalaciones, son todas ellas blindadas y resistentes al fuego durante 45 minutos, EI2,45-C5.

Por último, la puerta de acceso desde el exterior al garaje tiene una altura de 2,5 metros y una anchura libre de 5 metros, con rejillas a lo largo de toda su longitud con 20cm de altura. El sistema de abertura será una hoja enrollable y de un color negro.

Por otro lado, toda la armariada y mobiliario fijo se realizará por su exterior con madera MDF con acabado lacado mate blanco, y en su interior con placas de melanina aglomerado color ceniza.

2.1.3.6 Sistemas de acabado

2.1.3.6.1 Revestimiento exterior

Como capa final de acabado a la fachada SATE se le aplica un mortero acrílico fratasado color gris claro.

2.1.3.6.2 Revestimiento interior vertical

General: Yeso proyectado con acabado liso sobre los muros de ladrillos.

Zonas húmedas: Azulejos color blanco con medidas de 25x50cm, marca Azuliber, referencia Swing Blanco.

Baño habitación principal: Azulejo color gris ahumado muy oscuro, casi negro con medidas de 30x30cm, marca Azuliber, referencia Beyret Antracita.

2.1.3.6.3 Revestimiento interior horizontal

En general para los falsos techos se emplea un sistema continuo de placas de yeso laminado con acabado de pintura blanca y en las zonas húmedas se sustituye por placas de yeso hidrófugo, también con acabado de pintura blanca.

2.1.3.6.4 Solados

Pavimento cerámico imitación del hormigón color gris claro con medidas de 65x65cm, marca Azuliber, referencia Castelbajac/AC.

2.1.3.6.5 Revestimiento cubierta.

El acabado de la cubierta se realiza con teja plana cerámica de color negro.

2.1.3.6.6 Revestimiento piscina.

La piscina está revestida con piezas cerámicas color gris en el perímetro y en los escalones y de color blanco en el resto.

2.2 FASE DE DISEÑO EN REVIT

Una vez adquiridos los datos necesarios sobre la vivienda, se va a proceder a desarrollar su modelado 3D. A continuación, se van a explicar las pautas tomadas que han hecho posible su modelado, detallando el paso a paso. Para referirnos dentro del programa a las pestañas, colocaremos el nombre de esta entre corchetes; por otro lado, para referencias a las herramientas la colocaremos entre guiones.

2.2.1 Pasos previos al modelado

2.2.1.1 Vincular CAD

Para facilitar la tarea de modelado se vinculan los planos .dwg de la vivienda en Revit; de esta manera, será mucho más simple comenzar a colocar elementos, ya que el plano nos va a servir de guía. Una vez estemos en Revit, iremos a la pestaña {Insertar} y seleccionaremos la herramienta -Vincular CAD- para referenciar el proyecto.

2.2.1.2 Rejillas

Las rejillas se han trazado para colocar los ejes de la estructurales de la vivienda para que nos sirva de guías del modelo. En nuestro caso, las hemos colocado en los ejes de todas las zapatas en las dos direcciones. Para colocarlas se tiene que estar dentro de algún plano de planta, un nivel; ir a la pestaña {Arquitectura} y seleccionar -Rejillas-, dentro podremos crear la línea de diferentes maneras. Aunque se traza en las plantas, se visualiza automáticamente en todas las vistas.

2.2.1.3 Niveles

Para marcar las diferentes alturas que tiene la vivienda se crean los Niveles y cada uno genera un nuevo plano de planta. Se le asigna una altura determinada por los alzados y secciones de los planos proporcionados. En nuestro caso, la vivienda es de planta única con un desnivel en el garaje, por lo que se han creado 4 niveles diferentes: el de la cara superior de la cimentación, el de la cara superior del solado del garaje, el de la cara superior del solado de la vivienda, y el de la cara superior de la cubierta. Para crear los niveles primeramente tienes que estar sobre un Alzado, a partir de ahí vas a la pestaña {Arquitectura} y seleccionas la herramienta -Nivel-.

2.2.2 Modelado

El modelado de Revit ha tratado de reproducir el proceso de ejecución real de la obra, por lo que su orden a rasgos modos ha sido: cimentación, pilares, solera, forjado de cubierta, cerramiento exterior, particiones interiores, acabados, carpinterías, mobiliario y jardín exterior. El nivel que se alcanza en el modelo es LOD 300.

2.2.1.1 Cimentación

El primer paso es colocar la cimentación de nuestra vivienda. En nuestro caso se trata de una cimentación superficial de zapatas aisladas centradas y cuadradas, además de vigas de atado que arriostran a las zapatas perimetrales de la vivienda. Primeramente, se modela el terreno a través de la pestaña {Masa y emplazamiento} y la herramienta -Superficie topográfica-; seguidamente, se procede al vaciado de las zanjas a través de la misma pestaña que el modelado del terreno y con la herramienta -Plataforma de construcción-; a continuación, se coloca en el fondo de la excavación el hormigón de limpieza mediante {Arquitectura} y la herramienta -Suelo; por último para diseñar las zapatas y las vigas de la cimentación se selecciona la pestaña {Estructura} y las herramientas -Aislada- y -Viga- respectivamente.

2.2.1.2 Pilares

Cuando la cimentación esta lista se procede a colocar los 18 pilares de hormigón armado. Se debe diferenciar entre el pilar estructural y el arquitectónico. Para nuestra vivienda se han empleado estos últimos; para ello, primeramente, nos colocamos en el nivel de la cimentación y desde la pestaña {Estructura} seleccionamos la herramienta -Pilar-; seguidamente, desde la interfaz de Propiedades, vamos modificando las dimensiones del pilar según las necesidades del proyecto. Esta tarea será mucho mas sencilla de ejecutar, ya que previamente se habían colocado las rejillas, marcando de esta manera el punto central de cada pilar. Como ya se ha comentado en la memoria del proyecto, la cubierta tiene diferentes inclinaciones que conllevan a que las alturas de los pilares sean cada una diferentes; en nuestro caso, para que la altura sea mas precisa, se realizará primeramente la cubierta y después se enlazaran los pilares a ella para que no se comentan errores. Esto lo explicaremos en el apartado 2.2.1.4 Forjado de cubierta.

2.2.1.3 Solera

Como ya se ha comentado en el punto 2.2.1.3, el garaje tiene un nivel al resto de la vivienda inferior. Para colocar la solera del garaje nos situamos en el nivel creado a esta altura y a través de la pestaña {Arquitectura} y la herramienta -Suelo- disponemos la solera tomando como referencia las líneas perimetrales marcadas en el plano de CAD exportado previamente. Para realizar la solera del resto de la vivienda nos situaremos en el nivel creado expresamente para esta altura y repetiremos el procedimiento anterior.

2.2.1.4 Forjado de cubierta

La ejecución del forjado de cubierta ha sido una de las partes más complejas de construir debido a sus diferentes alturas e inclinaciones. En el modelado en Revit, también ha sido uno de los puntos más complicados. El primer paso es colocarse en el último nivel creado, el de forjado de cubierta; después en {Arquitectura} y -Cubierta- seleccionamos la opción “Cubierta por perímetro”, de esta manera con la planta de cubierta exportada de AutoCAD debajo, se va dibujando el contorno de esta; una vez dibujado se especifica que no tiene pendiente para dejarla plana. A continuación, vamos a la pestaña {Modificar}, seleccionamos el forjado, y dentro del grupo Edición de formas seleccionamos la herramienta -Añadir línea divisoria-; de esta manera se añadirán estas líneas para dividir la geometría en subregiones, creado de este modo las limahoyas y limatestas. Por último, con el forjado de la cubierta seleccionado, elegimos la herramienta -Modificar subelementos-, de esta manera ajustaremos el desfase vertical de los vértices manipulando los puntos otorgándole el valor de cota correspondiente. Dentro de las propiedades del forjado seleccionado se va otorgando el grosor y material.

Una vez concluido el forjado, seleccionamos un pilar y vamos a la pestaña {Modificar}, elegimos la herramienta -Enlazar parte superior/base- pinchando sobre el forjado de cubierta; de esta manera cada pilar se irá uniendo al forjado quedando de este modo ejecutada la unión entre ambos; este procedimiento se repetirá para el resto de pilares.

2.2.1.5 Cerramiento exterior

El cerramiento exterior de la vivienda se ha ejecutado con una fachada SATE de bloques termoarcillas para la vivienda y de bloques prefabricados de hormigón para la realización del muro enterrado del garaje. Primeramente, hay que colocarse en el nivel correspondiente al garaje; a continuación, seleccionamos la pestaña {Arquitectura} y la herramienta -Muro-, dentro elegimos la opción “Muro: arquitectónico”. Antes de comenzar a disponer los muros, elegimos dentro de Propiedades el tipo de muro editándolo nosotros mismo según sus capas. Sobre el plano exportado, se autodetectan las líneas y se va disponiendo el muro. Por último, una vez acabados todos los cerramientos se realizan los huecos de fachada, en total son 17. Una de las maneras de hacerlo es colocarte en el alzado del hueco a diseñar, seleccionamos el cerramiento en cuestión y desde la pestaña {Modificar} y la herramienta -Editar perfil- dibujamos el contorno del hueco para que seguidamente se ejecute. De esta manera tendríamos todos los cerramientos con sus respectivos huecos.

2.2.1.6 Particiones interiores

Todas las particiones de la vivienda se construyen con fábrica de ladrillo, la mayoría de ellas con una hoja de ladrillos huecos dispuesta a panderete. Por otro lado, hay algunas otras particiones realizadas con bloque termoarcilla y con dos hojas del ladrillo hueco. Para su ejecución en Revit se procede de la misma manera explicada en el punto anterior, 2.2.1.5 Cerramiento exterior, la única diferencia es la manera de ejecutar los huecos en las particiones interiores, al igual que en el cerramiento también se podría haber hecho a través de la herramienta -Editar perfil-, pero se ha preferido cambiar de técnica para variar. Para ejecutar los huecos de las puertas en las particiones interiores se selecciona la pestaña {Arquitectura}, la herramienta -Componentes- y seguidamente seleccionamos la herramienta -Cargar familia-; a continuación, se nos abren diferentes carpetas y elegiremos la ruta: “Huecos” y “huecos de puertas”. Por último, se van colocando todos los huecos en su correspondiente ubicación y a través de Propiedades y Editar tipo cambiamos las medidas según las necesidades del proyecto.

2.2.1.7 Acabados

Los acabados de la vivienda son: yeso proyectado y azulejos para el revestimiento interior de los paramentos de las zonas generales de la vivienda y zonas húmedas respectivamente; mortero acrílico fratasado para el exterior del cerramiento de fachada; piezas cerámicas de gran formato para el suelo interior; y tejas planas negras sobre el SATE para la cubierta. Para mostrar estos acabados en Revit, se han ido seleccionando cada uno de los elementos: muros de fachada e interiores, solera y forjado de cubierta; y posteriormente desde el panel de Propiedades, se han ido editando cada elemento creando las capas correspondientes hasta conseguir el acabado final.

2.2.1.8 Carpintería

La carpintería exterior de la vivienda es de aluminio con rotura de puente térmico y un acabado color negro con vidrios de baja emisividad y doble acristalamiento. Por otro lado, la carpintería interior de la vivienda se realiza con puertas de madera color blanco.

Para realizar la carpintería exterior en Revit, primeramente hay que colocarse en frente de cada hueco en el Alzado correspondiente; desde la pestaña {Arquitectura} seleccionamos dentro de -Componente- la opción “Modelar in situ”; seguidamente se abre una ventana emergente de Parámetros y categorías de familia, dentro buscamos la categoría “Ventanas” y le damos un nombre; a continuación, seleccionamos la herramienta -Extrusión- y la herramienta -Definir-, donde nos aparecerá la ventana Plano de trabajo y cambiamos la opción a Seleccionar un plano; posteriormente se selecciona el contorno de la ventana; por último, se procede a crear las formas tanto de la carpintería como del vidrio para su posterior extrusión.

Por otro lado, para colocar la carpintería interior en nuestro caso es más sencillo. De la misma manera que en el punto 2.2.1.6 Particiones interiores, se han colocado los huecos como familias, se cargarían de la misma manera las puertas, pero en nuestro caso cargando el elemento de puerta.

2.2.1.9 Mobiliario

El mobiliario incluido en el modelo es básico para entender los espacios y su función. Algunos de los muebles se han modelado del mismo modo que se han modelado las ventanas en el apartado anterior. Por otro lado, Revit nos ofrece un mobiliario propio, pero no tienen la suficiente calidad,

por lo que se han descargado de páginas web. Toda la armariada de la vivienda y la isla de cocina, se han modelado a través de la opción ya comentada -Modelar in situ-; por otro lado, el resto de mobiliario como sillas, mesas, sofás y camas se han descargado de internet y a través de la herramienta -Cargar familia- se irá disponiendo todo el mobiliario.

2.2.1.10 Jardín exterior

En el jardín encontramos una piscina, una solera exterior y un vallado perimetral para cerrar la parcela. Para ejecutar la piscina en Revit se conjugan una serie de procedimientos ya comentados; primeramente, se realiza el hueco de la excavación de la piscina desde la pestaña {Masa y emplazamiento} y la herramienta -Plataforma de construcción; a continuación desde la pestaña {Arquitectura} y la herramienta -Suelo- se coloca el suelo de la piscina; finalmente desde {Arquitectura} -Muro-, colocamos perimetralmente el muro de la piscina; además se le añade un acabado cerámico editando los elementos desde Propiedades.

Para realizar la solera del exterior se ha seguido el mismo procedimiento comentado en el punto 2.2.1.3 Solera; además, esta solera cuenta con pendiente, por lo que se ha reproducido la misma ejecución que la del forjado de la cubierta, comentado en el punto 2.2.1.5.

Por otro lado, la valla perimetral es un muro de bloques de hormigón, ejecutado a través de la pestaña {Arquitectura} y la herramienta -Muro-.

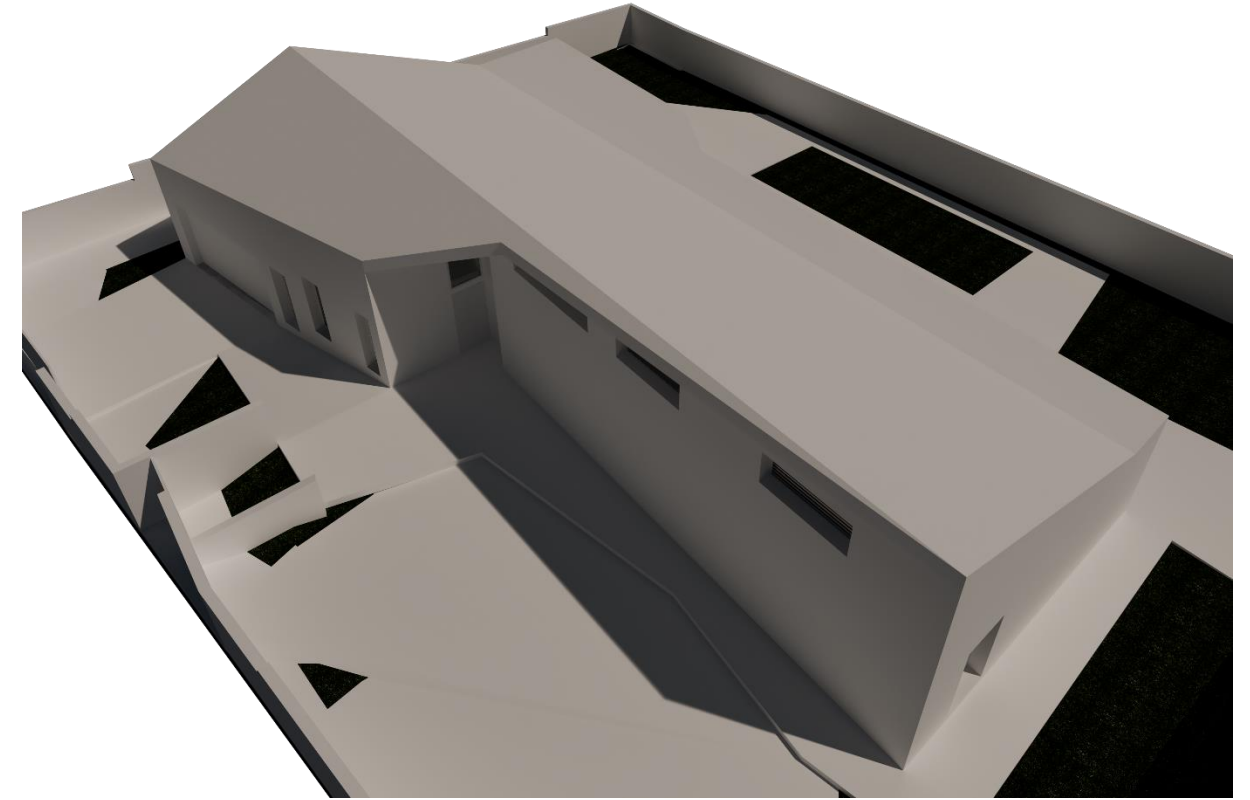


Figura18

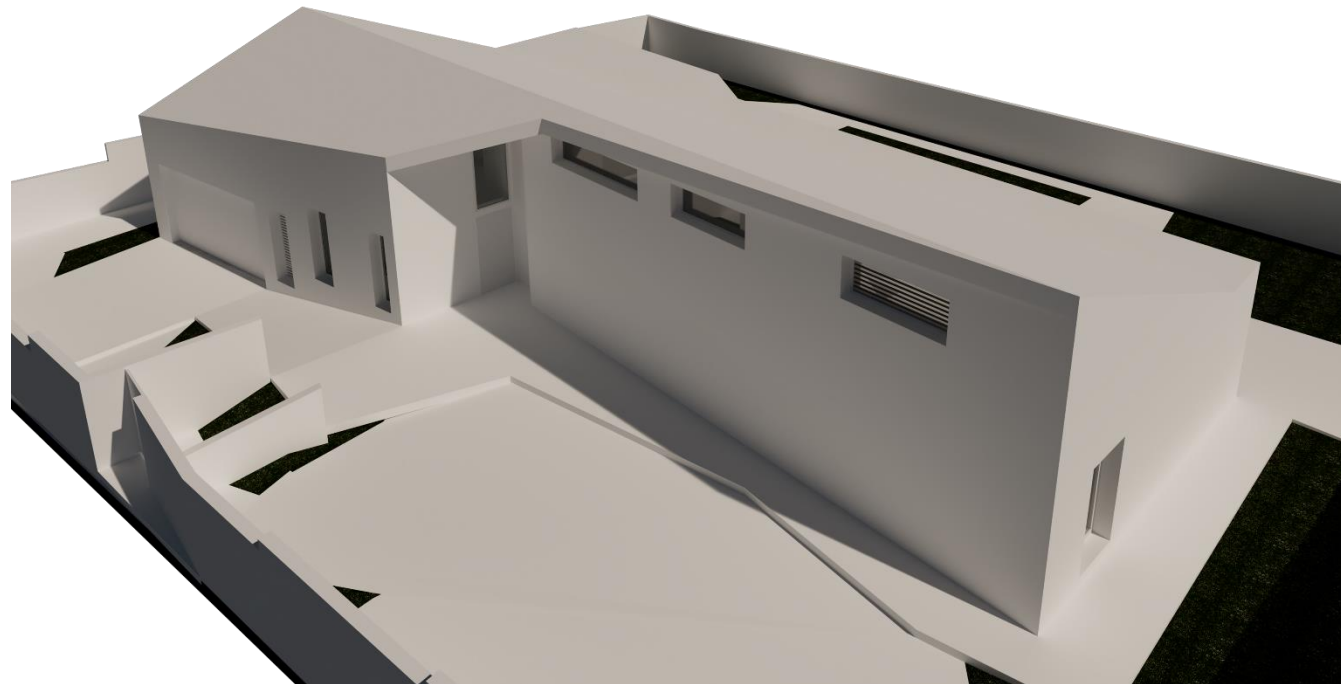


Figura 19

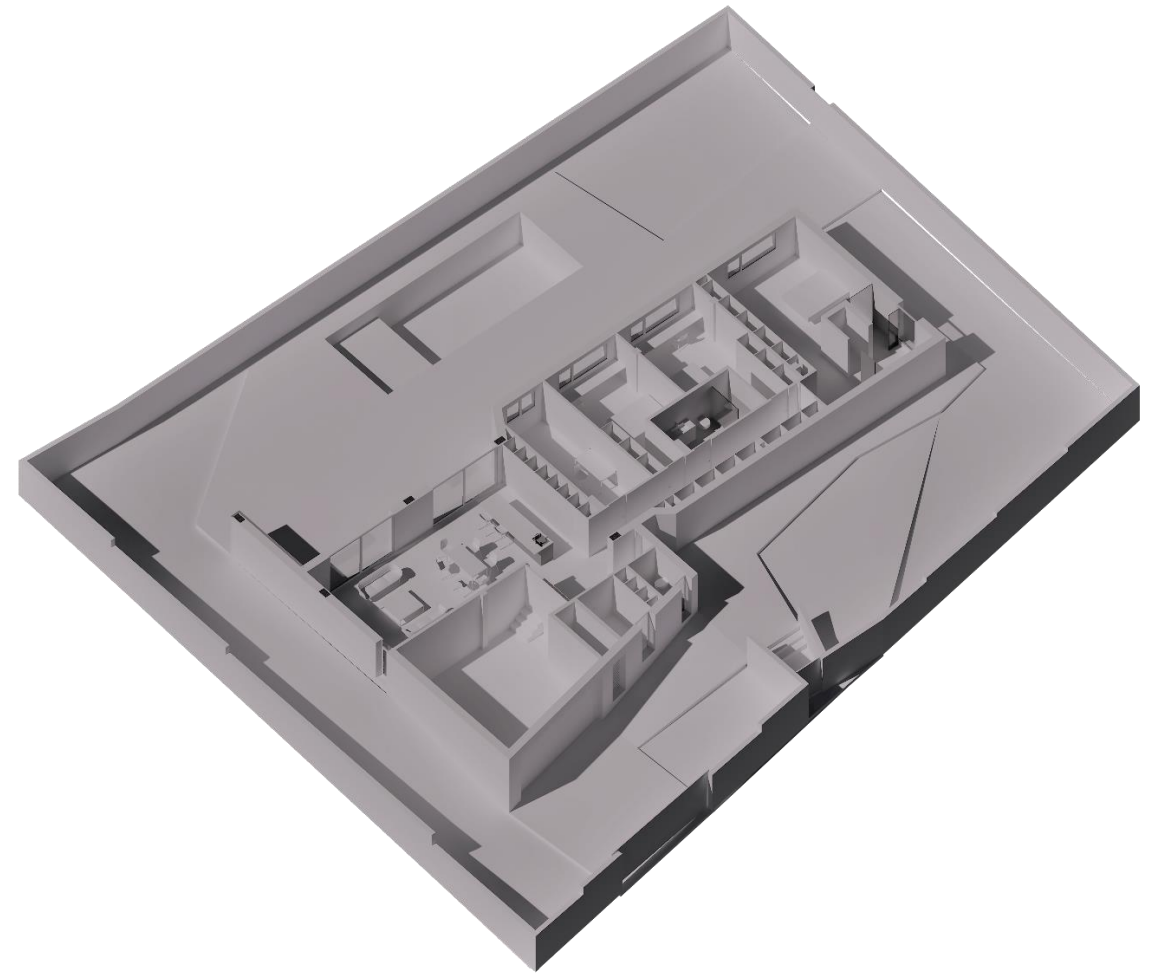


Figura 20

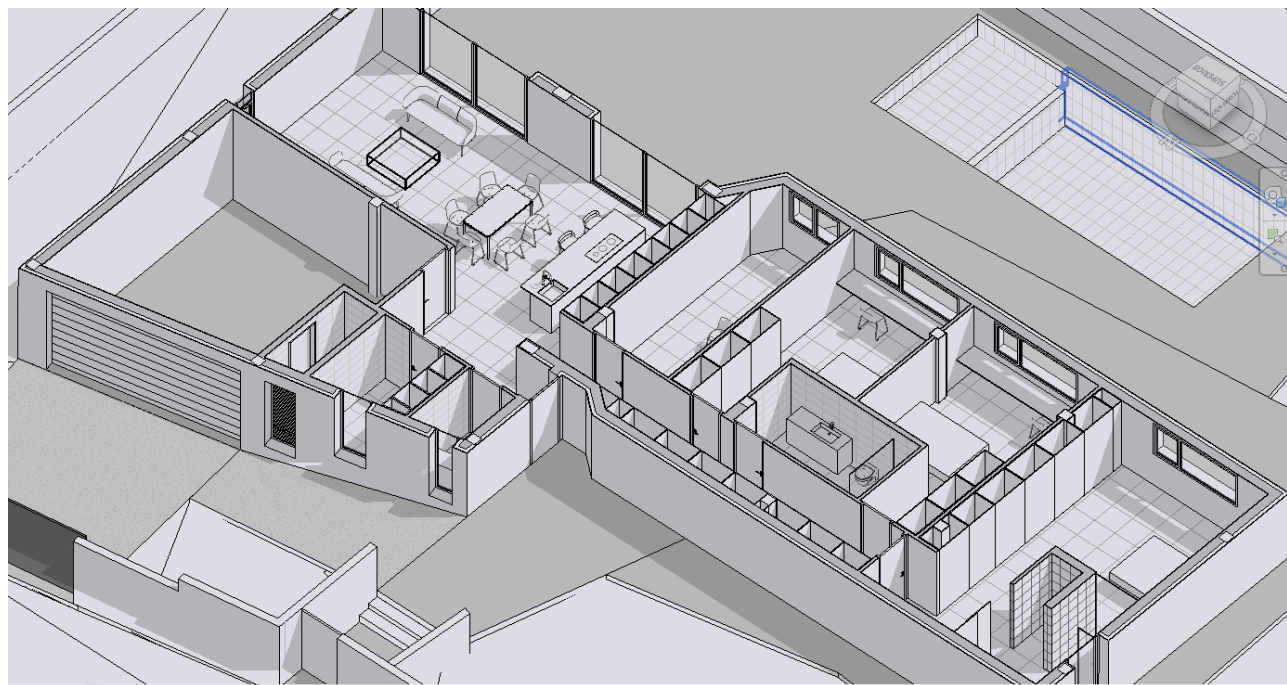


Figura 21

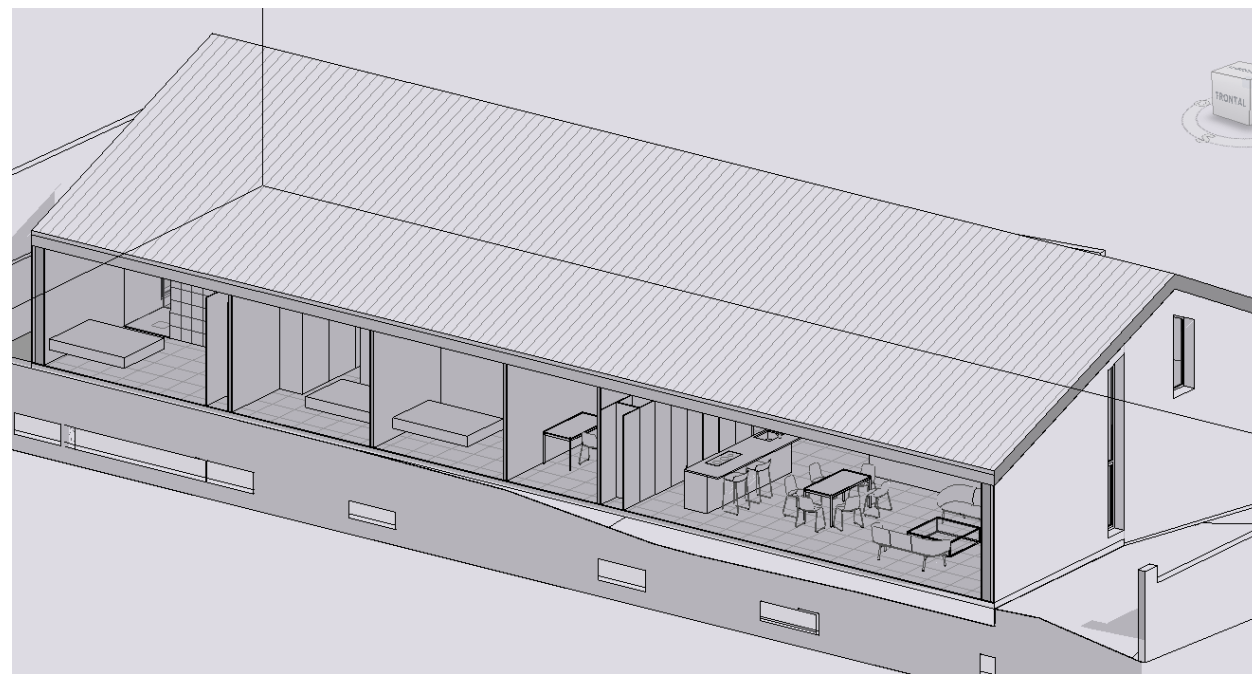


Figura 22

2.3 PROBLEMAS EN LA DOCUMENTACIÓN

Según ha ido pasando el tiempo, el proyecto ha ido modificándose y evolucionando. Es bastante común que en la mayoría de los proyectos se realicen algunos pequeños cambios de poco peso. El problema de esto, en el caso de nuestra vivienda, es que dichos cambios no se han registrado en la documentación final del proyecto, o que se hayan modificado en una vista y en las demás no. Como ya se ha comentado, la documentación aportada está realizada en AutoCAD. La gran diferencia es que cuando se trabaja en BIM, todas las modificaciones realizadas en cualquier vista del proyecto se actualizan instantáneamente sin necesidad de ir cambiándolas a una a una, esto conlleva a un ahorro de tiempo considerable y elimina cualquier posibilidad de duda entre un plano y otro. A continuación, vamos a ejemplificar algunas de las modificaciones e incongruencias del proyecto.

2.3.1 Modificaciones

A lo largo de la construcción de la obra, han ido modificando algunos aspectos de la vivienda; es por ello, que los planos entregados en el comienzo del TFG son diferentes a los de la construcción final. A continuación, vamos a enumerar las modificaciones realizadas.

Anchura vivienda

Uno de los cambios más significativos del proyecto es la variación de la anchura de la fachada oeste. Con un total de 8,49m ha aumentado 1,79m respecto a los 6,7m del principio. Con este cambio se le dotará de una mayor profundidad a las habitaciones; esto ha provocado que se elimine el vestidor de la habitación principal ya que ahora hay una mayor superficie de armario.

Ubicación pilares

Tras la modificación anterior, se ha mantenido la disposición de los pilares para no añadirles una luz mayor y para aprovechar los planos de cimentación. Es por esto que ahora, algunos pilares han quedado embebidos en otros lugares; por ejemplo, los pilares que previamente se encontraban en la fachada de las habitaciones, ahora están en medio; y el pilar que de la fachada del pasillo, ahora se encuentra en el interior de la armariada del pasillo.

Cota solera

En el primer diseño no tuvieron en cuenta las pendientes del terreno, por lo que se planteó una única solera para toda la vivienda. Tras las primeras visitas de obra, se percataron del error corrigiéndolo con la creación de dos niveles diferentes. Se diseñó una solera para el garaje y cuarto de instalaciones y otra para el resto de la vivienda. Este cambio ha generado que el acceso del interior de la vivienda al garaje se realice mediante unos escalones salvando una altura de 85cm. Por otro lado, el cerramiento de fachada perimetral al garaje, al estar en contacto con el terreno, se decide realizarlo mediante bloques prefabricados de hormigón.

Sistema SATE

En los momentos previos a la ejecución del cerramiento exterior se decidió cambiar la solución constructiva. La primera propuesta para la fachada era un cerramiento de ladrillo doble hueco de 7cm enlucido por su cara interior con yeso, con una cámara de aire de 4cm, un aislamiento térmico EPS de 6cm y un ladrillo triple hueco de 11cm con un revestimiento final de placas cerámicas de 30x60cm. La nueva solución fue un cerramiento de bloques termoarcilla enlucidos interiormente con yeso proyectado y con un sistema SATE con acabado final de mortero acrílico.

Dintel

Al modificar el cerramiento de fachada también cambia el dintel. Para el diseño previo se había dispuesto una vigueta autoportante; ahora se han empleado dos viguetas pretensadas autoresistentes de 11x17cm.

Cubierta teja plana

El acabado final de la fachada también varió al cambiar el cerramiento de fachada. En el diseño previo se disponía sobre el forjado de cubierta de una doble capa de aislante EPS cada una de 5cm de espesor con una lámina impermeable, una capa de mortero y un acabado final de revestimiento porcelánico; ahora sobre el acabado final de la cubierta se ha cambiado a una teja cerámica plana de color negro.

Vallado perimetral

El diseño del vallado de la parcela varía sensiblemente al introducir un muro en el interior de la parcela.

Disposición piscina

Las dimensiones de la piscina son las mismas, pero esta se ha alejado de la vivienda estando prácticamente pegada al muro perimetral.

Variación solera

El diseño de la solera previamente era prácticamente un rectángulo; finalmente se ha optado por un diseño más irregular.

2.3.2 Incongruencias

Se han ido detectando a lo largo de la realización del modelo en Revit algunas incoherencias en los planos, elementos que no coinciden o que se han cambiado respecto a la realidad. A continuación, se van a mostrar todas las incompatibilidades encontradas en el proyecto.

No correlación entre Alzados y Planta

Todos los alzados, a excepción del este, son los mismos del proyecto previo y no coinciden con la planta actual. Como ya se ha comentado, se han hecho algunas modificaciones que debería mostrarse en los alzados. Los detalles más significativos son: en el alzado sur, la ventana del despacho no se ha ampliado y las superficies abatibles de las ventanas están en el lado contrario; en el alzado norte, las ventanas de encima de la armariada tienen ubicaciones diferentes; por último, en el alzado oeste, su dimensión es de 6,7m, 1,79m menor.

Secciones constructivas incoherentes

En la sección constructiva nos muestra por un lado el cerramiento actual con SATE y por otro el cerramiento previo de ladrillo.

Muebles de armario

Para la creación del plano de mobiliario de armarios, se ha empleado la planta primera. Al haber ensanchado la planta, ha crecido la dimensión de los armarios, por lo que no corresponde con la realidad.

Plano de cubierta no coincidente

Al superponer el plano de la planta con el de cubierta se puede observar que no coincide, a la cubierta le falta superficie. Esto ha complicado todavía más el modelado en Revit.

Pilar nº 15

El pilar nº15 en el plano de cimentación tiene una dimensión rectangular de 25x30cm, en cambio en el plano de planta baja su dimensión es de 25x25cm. Para su modelado en Revit se ha seleccionado el referente al plano de cimentación.

2.4 FASE DE EJECUCIÓN

A continuación, vamos a realizar la segunda parte de la aplicación práctica, mostraremos el seguimiento de obra que se ha ido haciendo a lo largo de la redacción del presente TFG. Su propósito principal es llevar el control de la evolución de la obra de nuestra vivienda, permitiéndonos determinar las modificaciones realizadas, en relación con la documentación elaborada en la fase de proyecto, que se van creando a medida que evoluciona su curso. Gracias a este análisis seremos capaces de valorar el impacto que supone realizar una variación en el modelo con sus respectivas consecuencias. Además, las visitas de obra me han servido para entender mejor la construcción de la vivienda y darme cuenta de la dificultad que supone cada decisión que se toma previamente en el ordenador. Cabe mencionar que algunas fotos tomadas en la visita de obra se perdieron y se han suministrado imágenes de ese mismo día.

2.4.1 Visita de obra nº1 | 20. Febrero. 2019 |

Estado de la obra: Abertura de zanjas.

Proceso constructivo:

Acondicionamiento del terreno:

Primeramente, se realizó un estudio geotécnico del terreno de la parcela para poder evaluar sus propiedades geológico-geotécnicas y redactar un informe final, exponiendo cálculos, conclusiones y recomendaciones sobre cómo proceder.

Tras el análisis, se expuso la tensión admisible del terreno, 250kN/m^2 . El tipo de cimentación se seleccionó en función de los datos extraídos del terreno, de la estructura y de relación con los edificios colindantes. Finalmente se optó por una cimentación superficial de zapatas aisladas, centradas y rígidas, arriostradas perimetralmente.

Excavación zanjas

El primer paso fueron las obras de limpieza y desbroce del solar. Seguidamente se inició el replanteo de los cimientos a través de estacas, barras con setas de seguridad, hilos guías y pintura para marcar el diseño en el terreno.

La excavación y vaciado a cielo abierto hasta la cota superior de las zanjas se realiza con la ayuda de tres operarios y dos máquinas excavadoras de cadena intercalando los cucharones y cazos de limpieza, con los martillos hidráulicos. Las tierras extraídas se van acopiando cercana a la excavación.



Figura 23



Figura 24

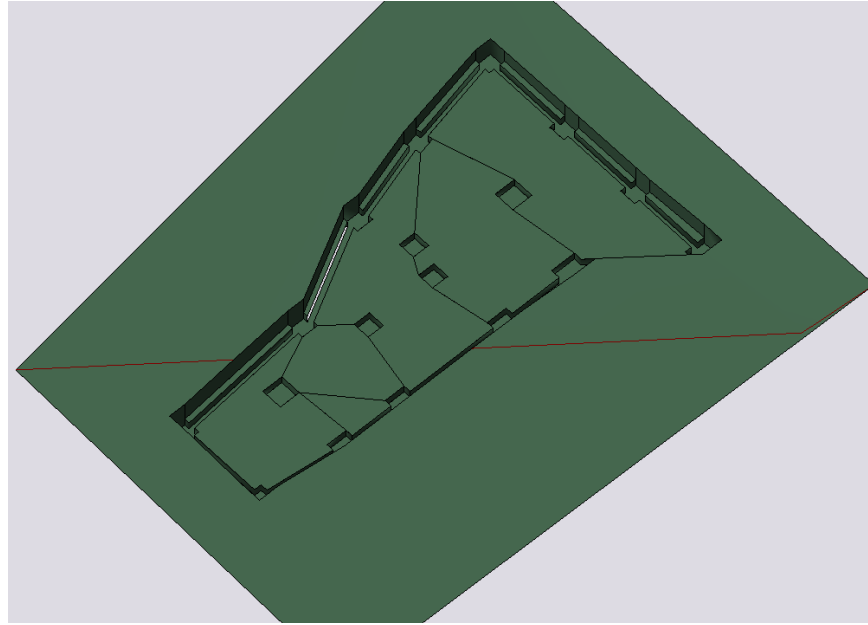


Figura 25

2.4.2 Visita de obra nº2 | 25. Febrero. 2019 |

Estado de la obra: La obra se encuentra con las zanjas de la cimentación abiertas, con el hormigón de limpieza colocado, con la armadura de la cimentación dispuesta y con la toma de tierra instalada.

Hormigón de limpieza, toma de tierra y armadura.

Tras el vaciado y previamente al armado, se procede al vertido de una capa hormigón en masa de 10cm de espesor para que actúe como hormigón de limpieza. Una vez fraguado y endurecido, se ejecuta la instalación de puesta a tierra; en el fondo de la zanja y encima del hormigón de limpieza se coloca un cable rígido de cobre, formando un anillo cerrado a través de todo el perímetro de la cimentación, a continuación, se clavarán unas piquetas en el terreno conectándose con el anillo de cobre. Seguidamente, se colocaron los separadores de hormigón para garantizar el recubrimiento de las armaduras de las zapatas y vigas riostras. Por último, las armaduras de acero B-500 SD, se colocaron tanto las de la propia cimentación, como las del arranque del pilar, atándose todas ellas con alambres a los separadores. De este modo se queda todo listo para su posterior hormigonado.

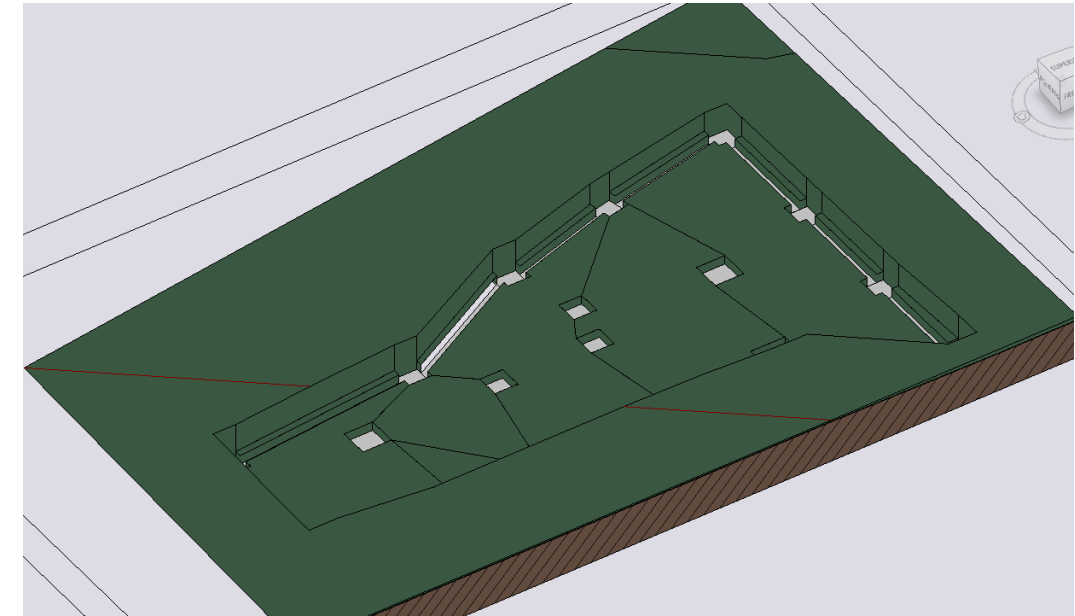


Figura 26

2.4.3 Visita de obra nº3 | 1. Marzo. 2019 |

Estado de la obra: Cimentación hormigonada.

Proceso constructivo:

Hormigonado de la cimentación.

Para el hormigonado de la cimentación, zapatas y vigas riostras, se empleó hormigón HA-25/P/20/IIa, vertido con cubilote. El hormigonado se hizo a sección de excavación completa, ya que las paredes de la cimentación eran estables y no necesitaron encofrarse. Para evitar que en la masa del hormigón se queden atrapadas burbujas de aire producidas durante el vertido, se procedió a su vibrado, mediante una aguja vibradora; de este modo se consiguió mejorar su comportamiento: aumentando su resistencia, mejorando su durabilidad, mejorando el anclaje de las armaduras, evitando coqueas, reorganizando sus componentes y mejorando la estética del acabado.

Seguidamente comenzó el proceso de fraguado, donde el hormigón se endureció perdiendo su plasticidad, y el curado del hormigón, donde se tratará de mantener la humedad de la mezcla evitando que se evapore el agua.

Finalmente, las 18 zapatas y las 13 vigas riostras perimetrales, quedan ejecutadas.



Figura 27

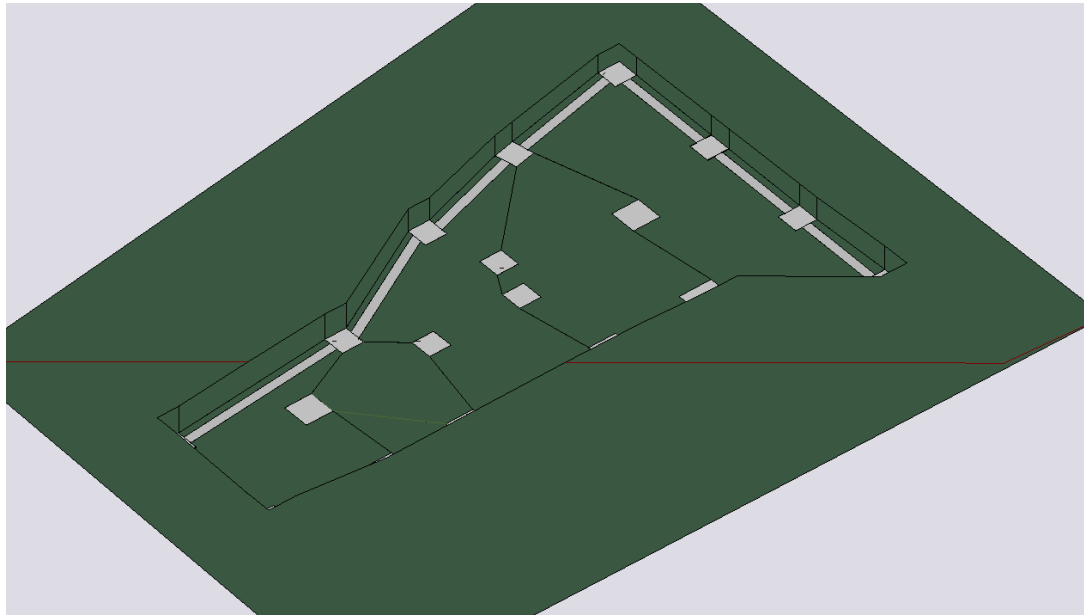


Figura 28

2.4.4 Visita de obra nº4 | 6. Marzo. 2019 |

Estado de la obra: Pilares ejecutados.

Proceso constructivo:

Montaje de armadura y separadores

Primeramente, se comenzó realizando el replanteo del pilar comprobando las armaduras de espera. Después se colocaron las armaduras longitudinales y estribos de los pilares, todas las barras son de acero B-500 SD. Los estribos son de 8mm de diámetro y se disponen cada 15cm, excluyendo los pilares nº2, 3 y 9 que se separan cada 20cm. Las armaduras longitudinales son de 12mm de diámetro, exceptuando la de los pilares nº2, 3 y 9 que son de 16mm de diámetro. Todas las barras se atarán en todos los cruces de esquina de los estribos con la armadura principal.

Seguidamente, para garantizar los recubrimientos exigidos y según las especificaciones indicadas en la tabla 37.2.4 de la E.H.E-08, se colocaron los separadores de plástico tipo rueda. De esta manera se permitió un recubrimiento de 3cm.

Encofrado

Para facilitar la tarea del retiro de los encofrados limpiamente sobre los elementos de hormigón, se le aplicó previamente un líquido desencofrante a los paneles, evitando de este modo el contacto entre el encofrado y el hormigón mediante una película separadora gracias a su baja resistencia.

A continuación, con el desencofrante ya aplicado, se dispusieron los paneles metálicos verticalmente alrededor de cada pilar, además para evitar que el molde se deforme debido a las fuerzas de empuje del hormigón se colocaron puntales inclinados.

Hormigonado

Previamente al vertido del hormigón, se colocó un andamio para permitir el acceso a la coronación del pilar. Se ha empleado un hormigón HA-30/B/20/IIa para hormigonar los 18 pilares, todos ellos son cuadrados de 25x25cm a excepción de los pilares nº1 y 7 de 25x40cm; los nº5, 6 y 14 de 40x25cm; y el pilar nº15 de 25x30cm.

Desde el andamio se fue vertiendo el hormigón mientras se procedía a su vibrado, para evitar una compactación inadecuada. Tras aproximadamente 24 horas, se desencofró para comprobarse el estado del hormigón. Por último, el hormigón endurece y se cura.

Como ya se ha comentado, la cubierta de la vivienda juega con diferentes inclinaciones dando lugar a diferentes alturas de los pilares. Las distancias desde las caras superiores de la cimentación hasta la coronación del pilar son: pilar nº1 de 4,02m; pilar nº2 de 3,92m; pilares nº 3, 4, 5 y 6 de 3,75m; pilar nº7 de 4,31m; pilar nº8 de 6,13m; pilares nº9, 10 y 11 de 5,53m; pilar nº12 de 6,36m; pilares nº13, 14 y 15 de 6,36m; pilar nº16 de 5,2m; pilar nº17 de 4,60m; pilar nº18 de 4,14m. Por otro lado, la distancia desde la cara superior del acabado final del suelo hasta la cara superior de la cimentación es en todos los casos 1,28m.



Figura 29



Figura 30

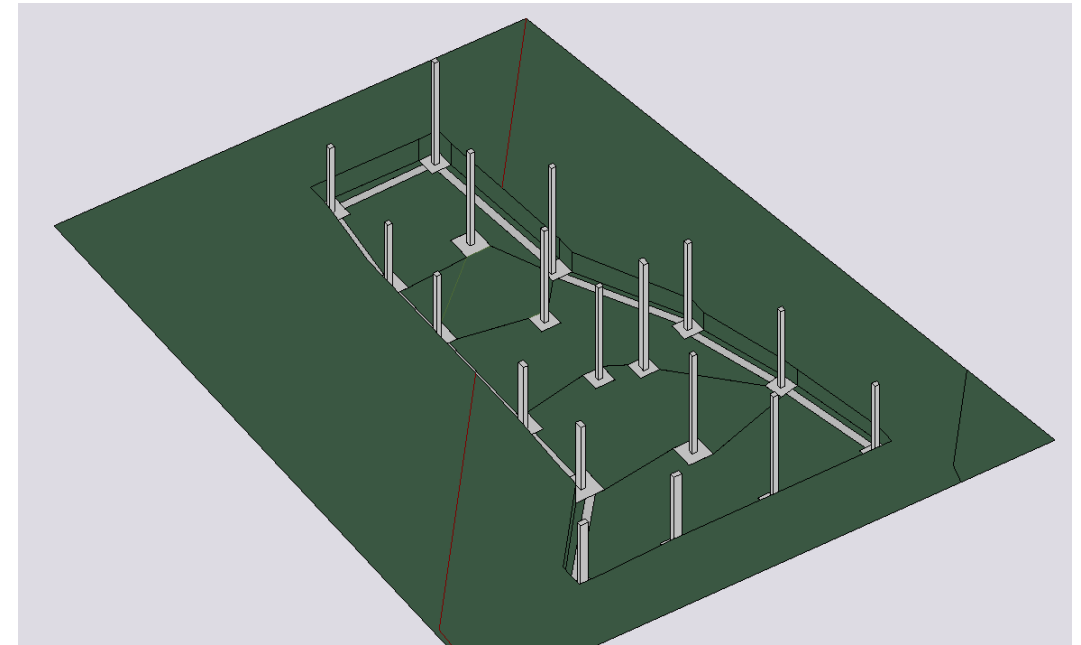


Figura 31

2.4.5 Visita de obra nº5 | 22. Octubre. 2019 |

Estado de la obra: Solera ejecutada y realización del forjado de cubierta.

Proceso constructivo:

Ejecutar solera

Primeramente, para conseguir una buena nivelación del terreno y un buen drenaje de la solera, se colocó una capa de zahorra artificial y una capa de gravas. Por otro lado, para permitir el libre movimiento de la masa de hormigón sobre el soporte, reducir su rozamiento; impermeabilizar; aislar al pavimento del posible ascenso de humedades capilares del terreno; y para evitar la pérdida de lechada de la masa de hormigón, se colocó una lámina de polietileno de galga antes de verter el hormigón de la solera.

Previamente a su ejecución se contrastó la documentación colocando contratubos para el paso de tuberías de saneamiento. El siguiente paso fue realizar el encofrado de la solera con paneles de madera.

La solera tiene 15cm de espesor y esta realizada con hormigón HA-30/F/12/IIa y una malla electrosoldada de acero B-500 SD colocada en el tercio superior de la solera con una función no de resistencia, sino de limitar la retracción del hormigón para conseguir esto, por lo tanto es importante que la malla se colocase arriba y no abajo; para ello fue necesario colocar unos separadores para garantizar la altura de la malla; cabe mencionar que no fue tarea fácil, ya que los operarios pisaban sobre la malla y convirtiendo en tarea casi imposible armar el solado.

Para finalizar su ejecución, se vertió el hormigón comenzando desde la parte más baja, desde una esquina avanzando tras ella a una altura menor de 1 metro y evitando desplazarlo horizontalmente una vez vertido. A pesar de no ser necesario su vibrado, por ser igual o menor a 15cm, se realizó para asegurar un buen fraguado y curado.

Ejecutar forjado de cubierta

El montaje del sistema comenzó con la colocación de las portacorreas sobre los paraleles, sujetándose alguna de ellas al pilar para dotarle de estabilidad al sistema; a continuación, se montaron las correas principales y las secundarias. Después se procedió a la colocación de los paraleles restantes a cada 1 metro de distancia. Finalmente se complementó el montaje con la colocación de los tableros de madera tanto lateralmente como por debajo para el encofrado del forjado y con la colocación de los pasatubos.

Como ya se ha comentado, el forjado de la cubierta esta hecha con el método de C.H.E, un sistema de cuerpos huecos estructurales que posibilitan a aligerar la losa de hormigón. Una de las peculiaridades de este sistema, es que dichos cuerpos, al ser piezas huecas de plásticos, flotarán en el momento que se vierta el hormigón.

Seguidamente, sobre el encofrado horizontal se colocó tanto la armadura de las vigas de borde, con una sección de 30x25cm en los pórticos nº1, 2, 3, 7, 9, 10, 11 y 12; como la armadura de las vigas centrales, de 50x25 en los pórticos nº4, 5 y 6. Toda la armadura será de acero B-500 SD y las armaduras de base, tanto superior como inferior serán mallas electrosoldadas 15.15.8/10 tipo Qualimalla®.

Seguidamente, se fue colocando el resto de elemento para ejecutar el forjado: primero, la armadura inferior; segundo, los calzos separadores de 3cm de altura dispuestos cada 60cm; tercero, las bridas que sujetan la armadura inferior con el encofrado para evitar que flote; cuarto, los C.H.E (Cuerpos huecos estructurales) teniendo en cuenta las áreas de macizado en las zonas de los pilares para evitar su punzonamiento; quinto, el armado superior; y por último, unas barras con forma de gancho, que sirve de elementos de unión entre el armado inferior con el superior para evitar que flote, estos se dispondrán en cada sentido cada dos cuerpos estructurales. Una vez listos todos los elementos, mediante grúa y cubilete se vertió el hormigón HA-30/F/12/IIa a lo largo de todo el forjado. Seguidamente se realizó el vibrado del hormigón y finalmente se procedió a su fraguado y curado.



Figura 32

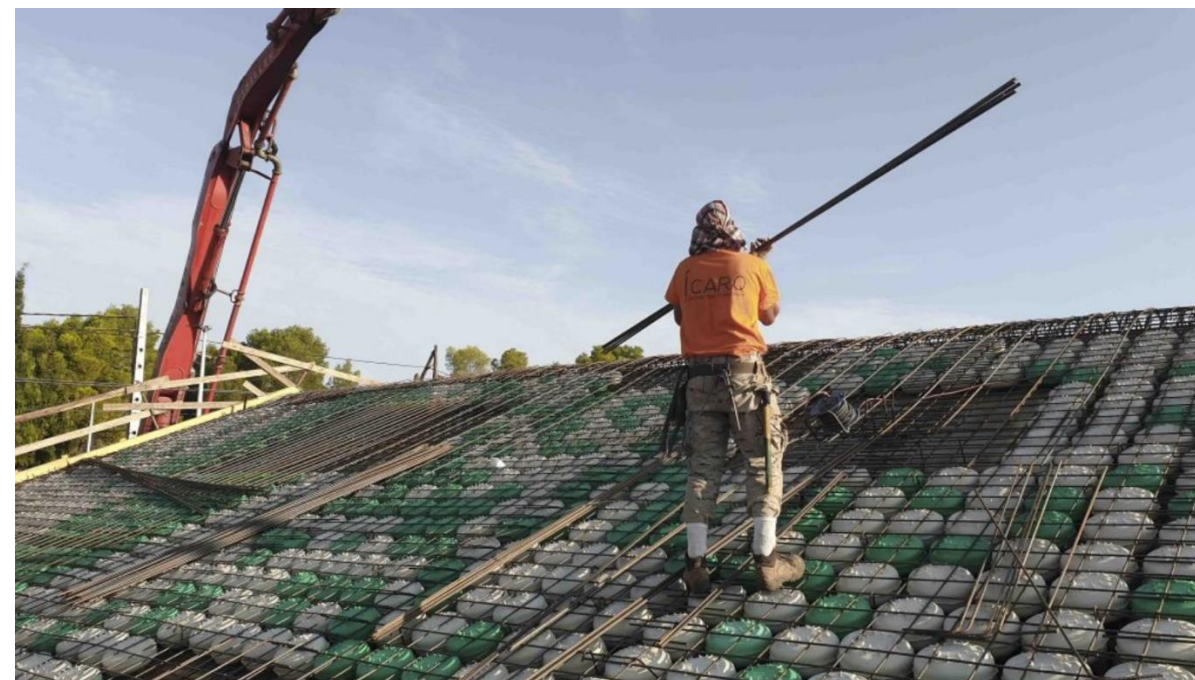


Figura 33

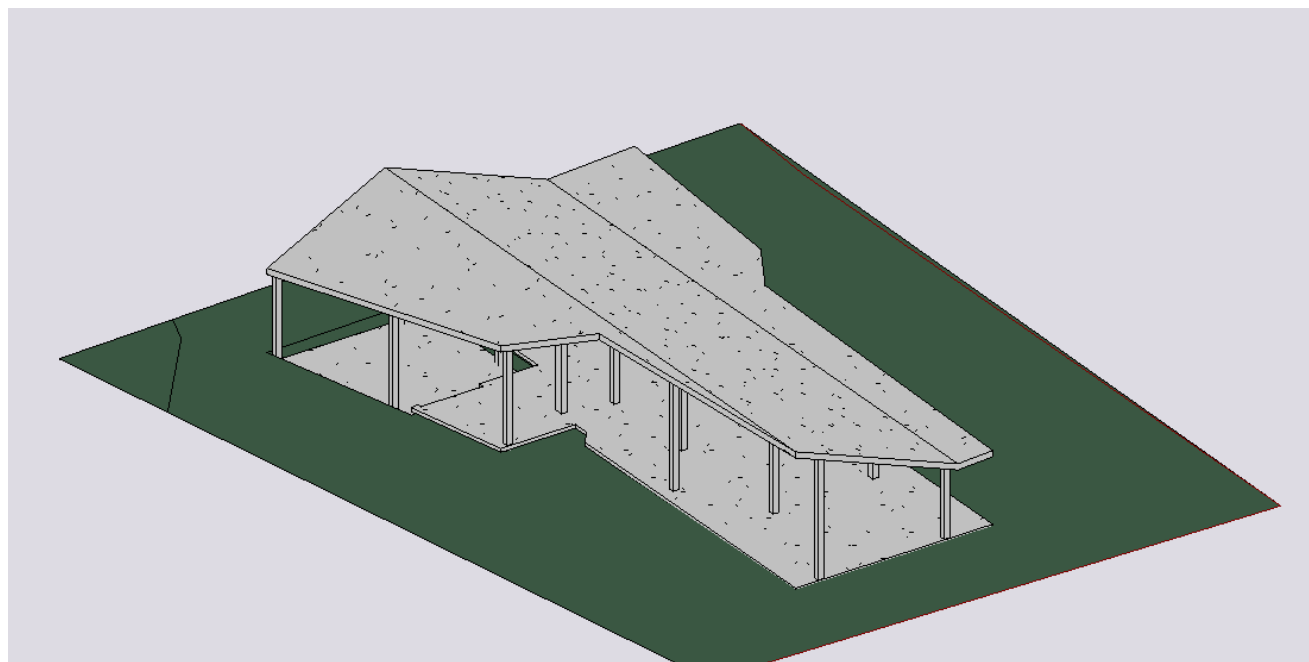


Figura 34

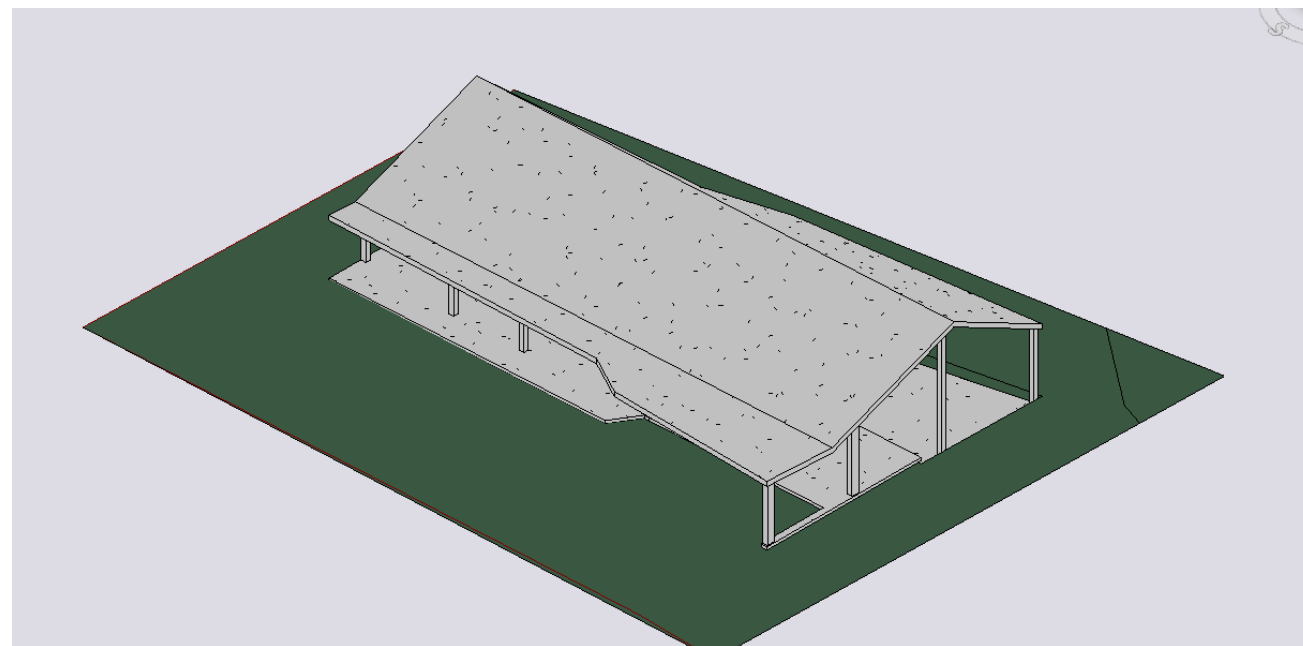


Figura 35

2.4.6 Visita de obra nº6 | 24. Noviembre. 2019 |

Estado de la obra: Cerramiento de fachada y particiones interiores realizadas; cerramiento parcela en ejecución.

Proceso constructivo:

Ejecución del cerramiento exterior de bloques termoarcilla

Previamente se realizó un replanteo previo para verificar dimensiones y huecos. Antes de colocar los bloques termoarcilla de 30,7x19,2x24cm, se humedeció para que no quitasen el agua al mortero de cemento. La junta vertical, la llaga, entre cada bloque es a hueso, una pieza contra la otra, como un puzle. La junta horizontal, los tendeles, a excepción del primer tendel ejecutado sobre la solera que será todo continuo, se realizó con dos bandas de mortero, dejando un espacio entre ellas para evitar el puente térmico.

El dintel de las ventanas, de la puerta de acceso y de la puerta del parking se realizó con dos viguetas pretensadas autoresistentes de 11x17cm apoyadas una prolongación sobre el cerramiento de bloques termoarcillas. Finalmente se colocaron los premarcos metálicos de las ventanas.

Ejecución del cerramiento exterior de bloques prefabricados de hormigón y boques termoarcilla

Por otro lado, el cerramiento del garaje irá parcialmente enterrado, por lo que se optó por colocar las primeras hiladas con bloques de hormigón de 40x20x20cm. Al igual que con los bloques termoarcillas, se realizó un replanteo y posteriormente se comenzó con su colocación; en las llagas se coloca dos hiladas de mortero en cada extremo, separadas, al igual que en los tendeles. A medida que se fue levantando el muro, se fue comprobando que estuviera nivelada y con la ayuda de un martillo de albañil se fue regulando su verticalidad.

Ejecución del cerramiento perimetral con bloques prefabricados de hormigón

Mientras tanto, ese mismo día de la visita de obra, se estaba levantando el muro que delimita la parcela con bloques de hormigón de 40x20x20cm, que siguió el mismo procedimiento que el comentado en el punto anterior.

Ejecución de la compartimentación interior mediante ladrillo.

La compartimentación interior se realiza con ladrillos huecos de 30x70x20cm colocados de canto, a panderente. Primeramente, se realizó un replanteo, dibujando en la solera el diseño en planta y posteriormente se fue colocando cada ladrillo con mortero en su llaga y su tendel. Cabe mencionar que en la pared que da del baño general a las habitaciones se realiza con dos hojas.

Además, para la sujeción de los huecos de las puertas se colocaron los premarcos de madera compuestos por dos largueros y un cabezal. La empresa suministradora es Amargós.

Por último, se ejecutaron todas las rozas necesarias para el paso de tubos de instalaciones.

Ejecución escalones del garaje-hall

Para la creación de los 4 escalones del interior del garaje hacia el hall de acceso, se apilaron bloques termoarcilla, uno encima de otros unidos mediante mortero.



Figura 36



Figura 37



Figura 38



Figura 39



Figura 40

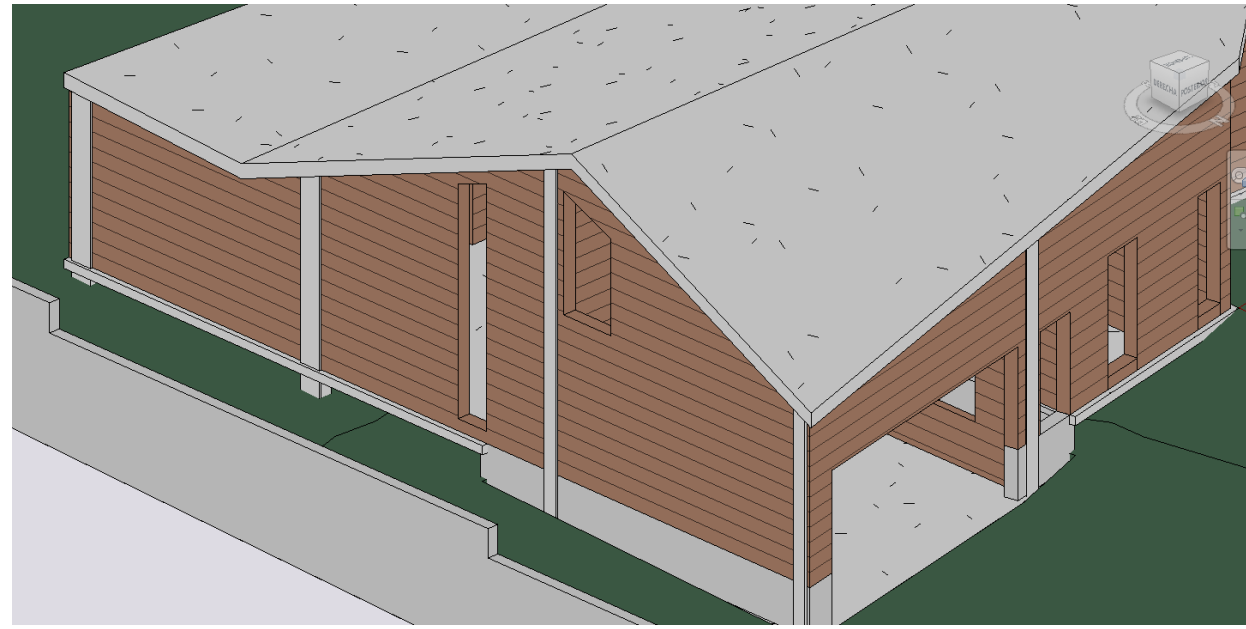


Figura 41

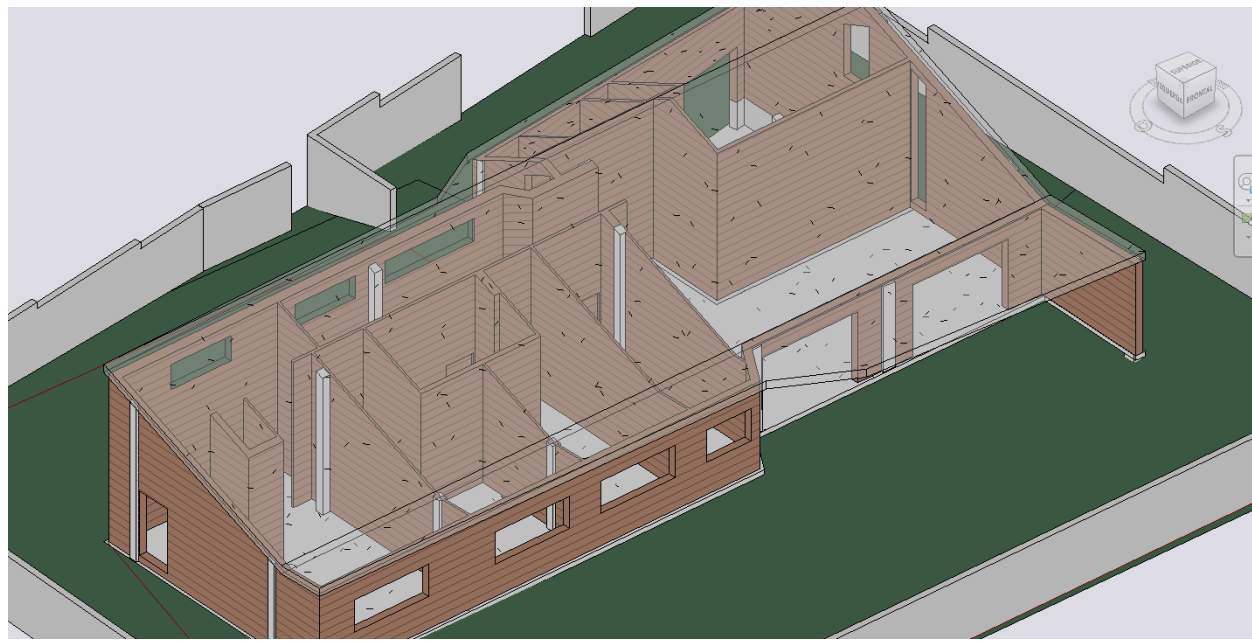


Figura 42

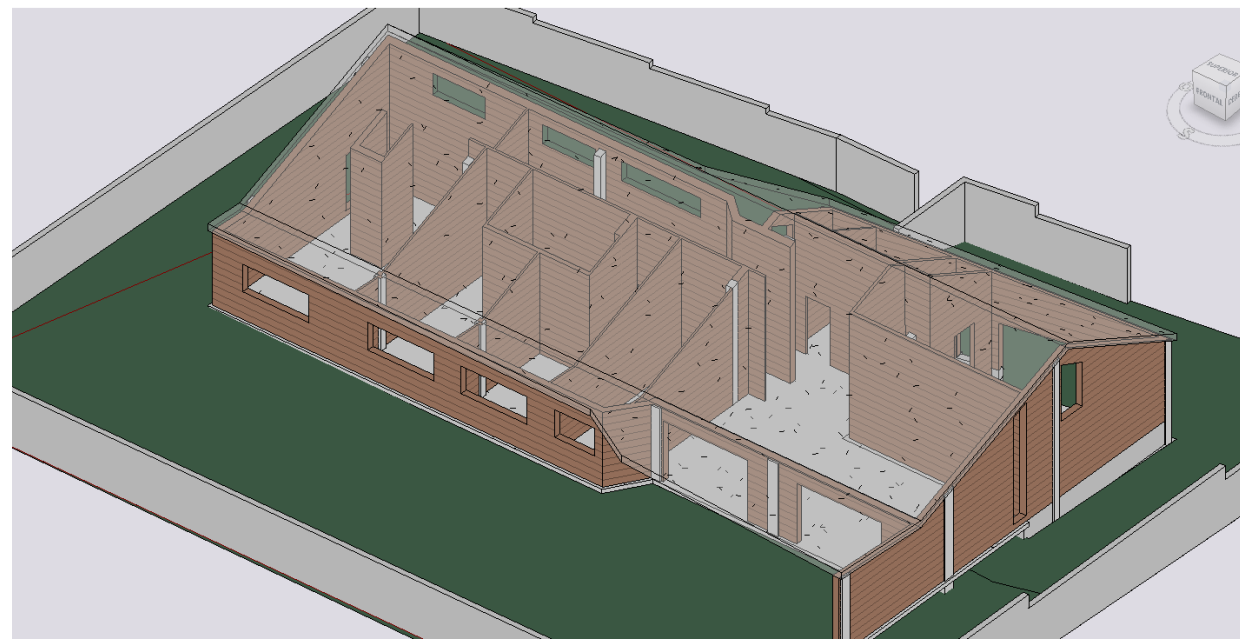


Figura 43

2.4.7 Visita de obra nº7 | 27. Diciembre. 2019 |

Estado de la obra: Primera puesta del SATE.

Proceso constructivo:

Colocación del SATE

Previamente a la colocación del SATE, se vertió sobre la primera hilada una imprimación de oxiasfalto y seguidamente se colocaron láminas asfálticas de ASSA a lo largo de todo el encuentro del cerramiento con la solera para impermeabilizar la fachada. A continuación, se instaló una tira de perfil metálico en el límite inferior del cerramiento, atornillado a él, para poder apoyar las placas aislantes y realizar uniformemente el arranque de su colocación. Por último, fueron distribuyendo a lo largo del cerramiento las placas de poliestireno expandido (EPS) de 80mm fijadas con adhesivo en toda su superficie.

Además, se retiraron los premarcos de las ventanas y puertas de acceso para colocar el sistema SATE de placas de poliestireno expandido en las caras interiores de sus jambas, dinteles y alfeizares. Después se volvieron a colocar sus premarcos.



Figura 44



Figura 45



Figura 46

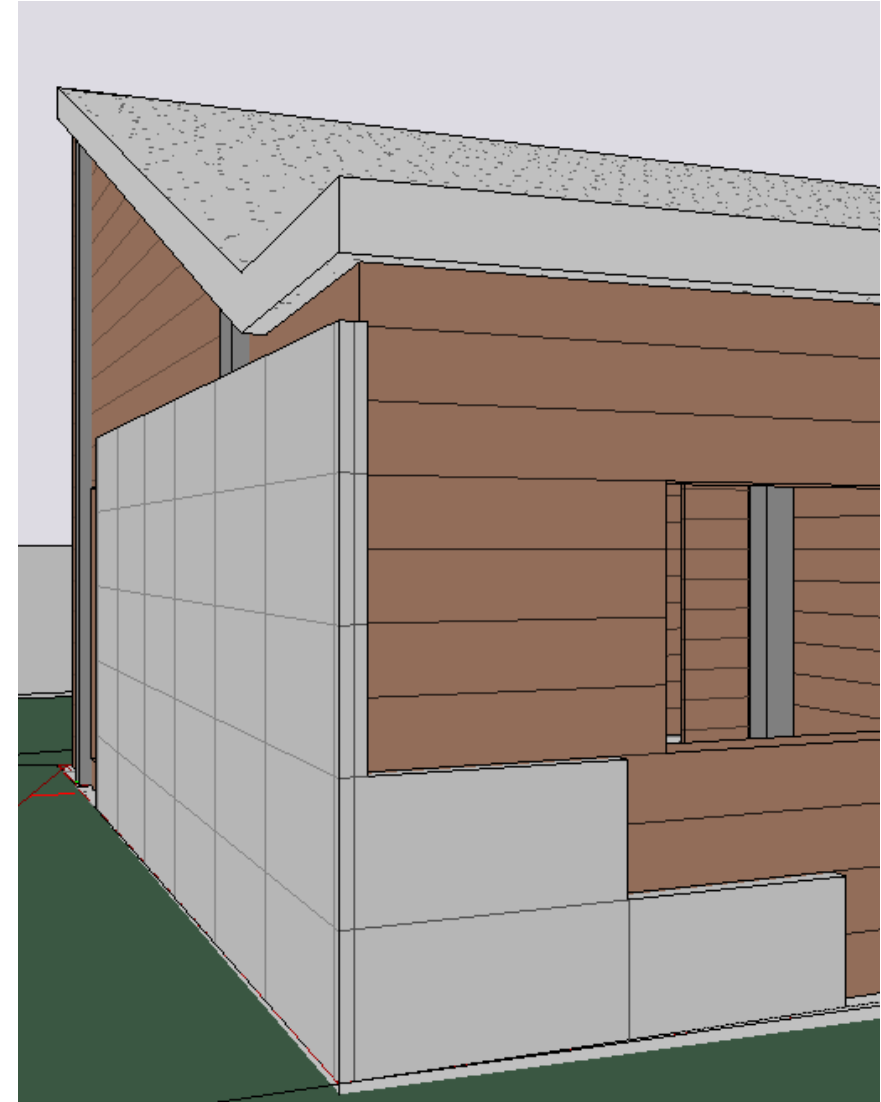


Figura 47

2.4.8 Visita de obra nº8 | 3. Enero. 2020 |

Estado de la obra: SATE colocado, acabado interior de yeso ejecutado, realización del murete perimetral de cubierta y excavación del hueco de la piscina.

Proceso constructivo:

Continuación de la colocación del SATE

Los trabajos de colocación del SATE se alargaron más de lo previsto. Una vez dispuesto el SATE a lo largo de todo el cerramiento, para asegurar la adherencia del adhesivo se ancló mecánicamente el SATE al cerramiento con unos tacos de anclajes, colocados uno en cada esquina del panel y dos más en su interior; para ello, se realizó un agujero con un taladro, se introdujo el taco y finalmente se golpeó con una maza hasta que se introdujo 1mm por debajo de la superficie del panel aislante. Para nivelar el desnivel producido por el taco, se cubrieron las fijaciones con mortero.

Todas las esquinas de los muros, huecos de ventanas y puertas se reforzaron con perfiles de PVC con malla de fibra de vidrio. Para ello se extendió una fina capa de mortero a lo largo de toda la esquina que servirá para adherir el perfil y la malla. A continuación, se le volvió a extender otra capa de mortero sobre la malla.

Realizar acabado interior de yeso proyectado

Mientras tanto, en el interior de la vivienda se iba realizando el acabado interior con yeso proyectado. La pistola de proyectado se separó de la pared entre 15 y 30 centímetros para conseguir una proyección homogénea y un buen extendimiento de la pasta. Una vez finalizado la primera proyección se realizó el primer regleado. A continuación, se procedió a la segunda proyección, donde se rellenaron los huecos que quedaron del primer regleado y después se continuó con un segundo. Una vez que ya tenemos una superficie lisa, se proyecta ligeramente un pequeño salpicado que permitirá humectar la pared facilitando el trabajo de alisado, mejorando de este modo el soporte para el enlucido. Los fallos se podrán corregir con espátula, dejando una superficie perfectamente preparada para su posterior enlucido.

Cuando la aplicación ya comenzó a endurecerse se perfiló los rincones y se repasó. Por último, un perfecto acabado se aplicaron dos capas de enlucido de yeso color blanco mediante llana de dos manos.

Realización murete perimetral de cubierta

Ese mismo día se estuvo realizando el murete perimetral de la cubierta con ladrillos huecos triples de 25x18,5x11cm y con ladrillos huecos triples de 22x10x10cm, para que se pudiera continuar con el remate de la cubierta junto con el cerramiento de fachada.

Excavación del hueco de la piscina

Primeramente, se marcó en el terreno las dimensiones del hueco a excavar y a continuación con una máquina excavadora, se realizó la excavación a cielo abierto. Finalmente, para perfeccionar el acabado, dos operarios con pala y martillo neumático perfilaron el acabado del hueco de la excavación con una profundidad final de 1,7m; una anchura de 4,3m y una longitud de 10,46m.



Figura 48



Figura 49



Figura 50



Figura 51



Figura 52



Figura 53

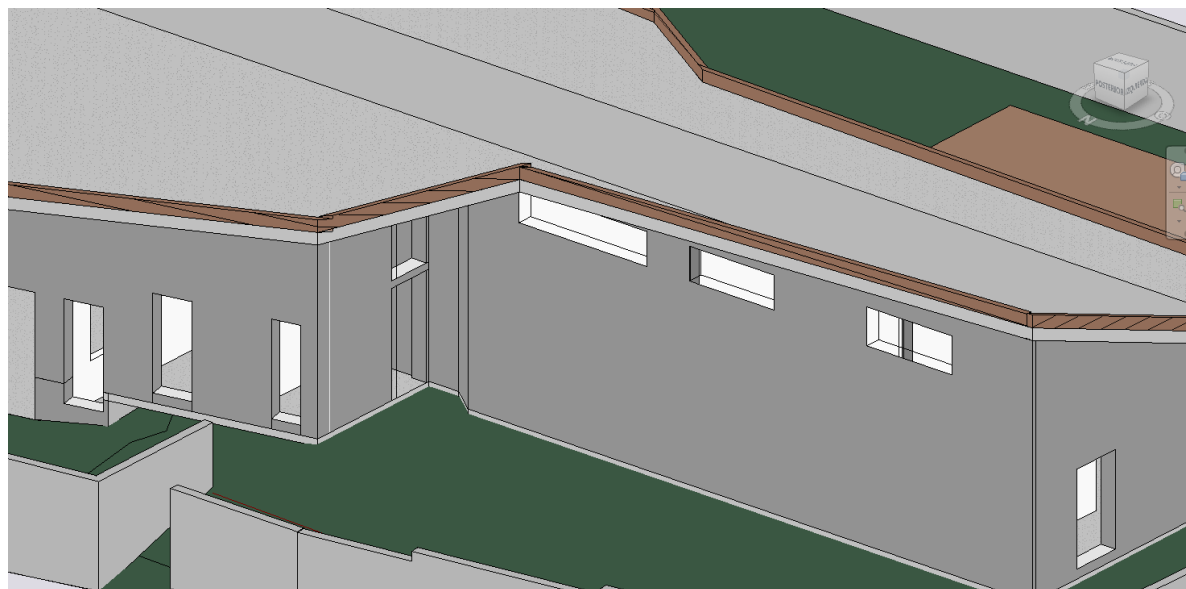


Figura 54

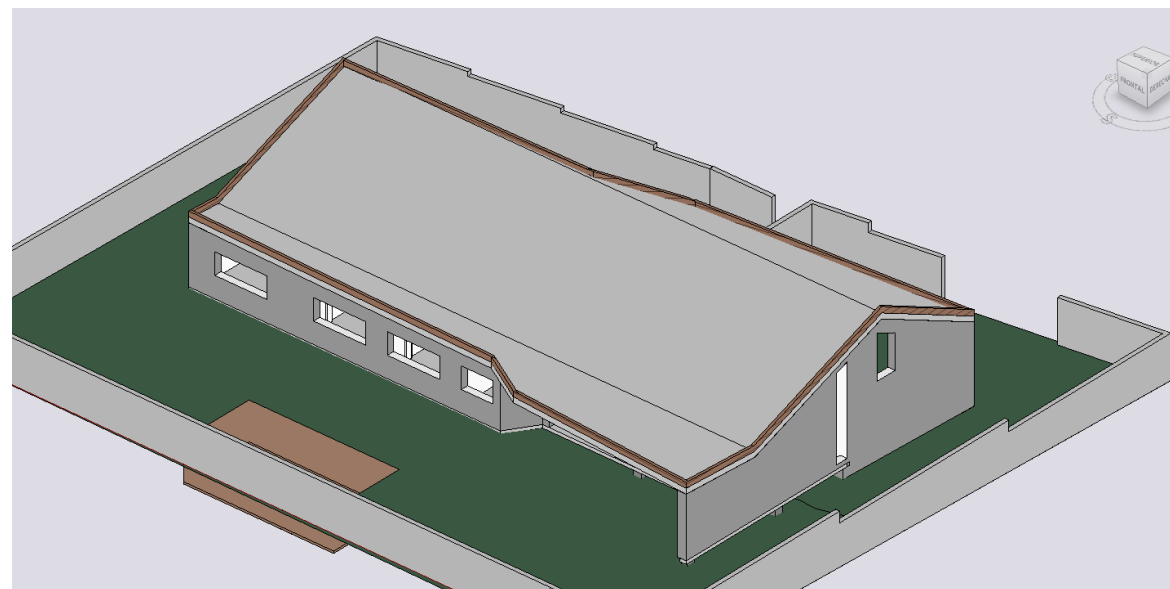


Figura 55

2.4.9 Visita de obra nº9 | 11. Enero. 2020 |

Estado de la obra: Acabado del cerramiento de fachada terminado y primeros pasos de la estructura de la piscina.

Acabado final del cerramiento de fachada

Ese mismo día, estuvieron aplicando las últimas capas al sistema SATE para dotarle de su acabado final. El siguiente paso, fue armar toda la superficie de la fachada con malla de fibra de vidrio, para aportar al sistema las resistencias mecánicas necesarias; para ello, se extendió una capa de mortero adhesivo peinado con una llana dentada de 6mm; a continuación, se colocó la malla de fibra de vidrio sobre el mortero aplastando los surcos, de modo que quedase embutida dentro del mortero. Fue conveniente darle una última capa de mortero para que el dibujo de la malla no se marcara en la superficie del acabado final. Todas las mallas se solapan 10cm unas con otras. Una vez secado el mortero, con la ayuda de un rodillo, se pintó toda la superficie preparando la superficie para recibir el acabado final. El último paso fue acabar con la aplicación de 2mm de mortero acrílico con un acabado color gris claro y fratasado.

Creación muro de ladrillo

Tras la excavación, se montó una hoja de ladrillos del 7 empleada como encofrado perdido que rodea todo el perímetro de la piscina.

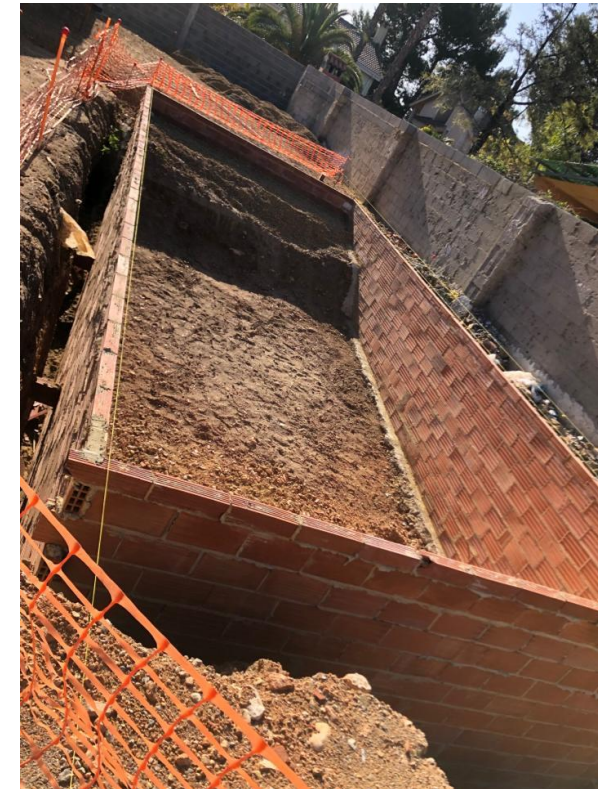


Figura 56



Figura 57

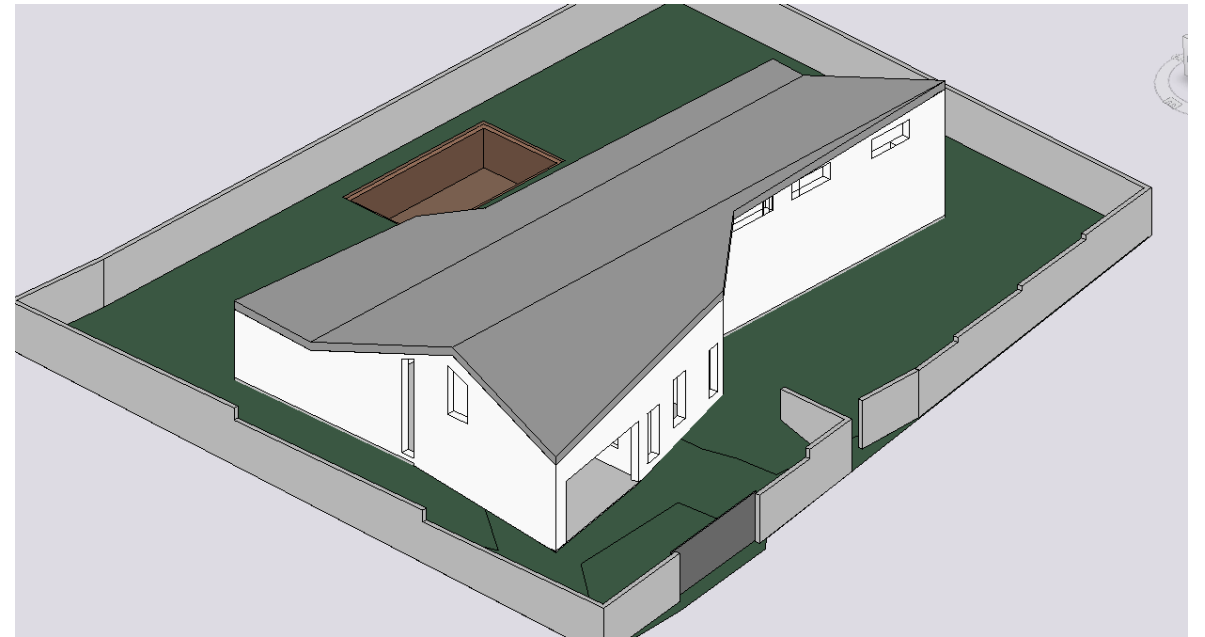


Figura 58

2.4.10 Visita de obra nº10 | 13. Agosto. 2020 |

Contexto actual: El Gobierno de España, en respuesta a la pandemia de Coronavirus, decretó un estado de alarma imponiendo un confinamiento que empezaría el 14 de marzo del 2020, con unas previsiones de 15 días, las cuales se fueron alargando hasta el 21 de junio del mismo año. A pesar de ya no estar confinados, eso no significó que todo volviera a ser como antes; actualmente todavía hay muchísimas restricciones que nos impiden volver a vivir con normalidad.

A raíz de esta situación de la que actualmente todavía somos presos, todos los ámbitos y aspectos de la vida quedaron afectados, incluyendo obviamente el sector de la construcción, ralentizándose llegando incluso a paralizarse. En el caso de la vivienda objeto de estudio, también le afectaron todas estas variaciones que podremos ver en las siguientes fichas de visitas de obra.

Estado de la obra: Piscina ejecutada; revestimientos cerámicos interiores dispuestos; carpintería exterior ejecutada; murete exterior perimetral ejecutado; falsos techos, cajeados de pilares dispuestos y máquinas de instalaciones dispuestos; y solera exterior ejecutada.

Ejecución piscina

Una vez realizado el encofrado perdido, se colocaron los contratubos para el paso de las instalaciones previstas y a continuación se preparó la armadura superior e inferior de sus muros y losa. Después, se hormigonó mediante hormigón proyectado vía gunita, ya que es la única solución para constituir una sola pieza, evitando las juntas de unión entre el suelo y la pared por donde escaparía el agua. Una vez realizado el vaso de la piscina, se impermeabilizó con dos manos de mortero cementoso armado con malla de fibra de vidrio. A continuación, con ladrillos huecos de 7x11,5x24cm se realizaron los dos escalones del interior de la piscina. Finalmente se reviste, con baldosas cerámicas color gris para el perímetro y los escalones y de color blanco para el resto.

Ejecución revestimiento interior horizontal

Se repartió a lo largo de todo el suelo, un adhesivo cerámico con una llanada dentada en una única dirección. A continuación, se dejaron caer las piezas cerámicas Castelbajac/AC presionando firmemente para asentar la mezcla y después, con un mazo de goma, se golpea para sacar el aire

contenido en la mezcla para un mayor contacto. Entre cada pieza se colocan unos separadores 2mm. Una vez seco, se retiraron los separadores y se aplicó un fragüe en las uniones.

Ejecución del revestimiento interior vertical

En las zonas húmedas, el acabado final es mediante azulejos. Primeramente, se marcó la línea que serviría de guía con el tizador. Tiene el mismo procedimiento que el revestimiento interior horizontal, pero en este caso el tipo de acabado cerámico es Swing Blanco y Beyret Antracita.

Colocación de la carpintería exterior

La carpintería se colocó a línea con la pared interior, seguidamente se calzó el hueco para nivelar el marco de la ventana mediante calzos colocados en la parte de debajo de la ventana y en los laterales. A continuación, se dispuso de un tapajuntas totalmente acoplado a la pared. Se atornilló la ventana al marco mediante tornillos atravesando el muro y por último se sellaron las juntas.

Revoco del muro que cierra la parcela

Al muro de bloques prefabricados de hormigón se le está aplicando en el momento que se visitó ese día la obra, una capa de mortero mediante paleta y llana. Con la ayuda de un regle se alinea la superficie retirando el exceso de material. Por último, se le aplica una capa de pintura blanca. A este muro se le añaden las puertas de acceso para peatones y para vehículos.

Ejecución de falsos techos

Los falsos techos se realizaron con piezas de yeso continuas. Primeramente, se anclaron los angulares a la pared con tacos de golpeo, sobre ellos se dispusieron los perfiles en la otra dirección. Después se colocaron las horquillas de cuelgue sobre los perfiles. A continuación, se atornillaron las placas de yeso con tornillos a los perfiles. Finalmente, se extendió una pasta sobre las juntas entre cada placa, luego una cinta de papel y con una espátula se retiró el exceso de material sobrante.

Revestimiento de pilar

Un pilar del medio del pasillo estaba exento de compartimentación, por lo que se procedió a realizar un revestimiento con placas de yeso. Primeramente, se pusieron montantes junto con travesaños, y después se atornillaron las placas de yeso.

Ejecución de la solera del exterior

Previamente a la realización de la solera, se ejecutó la apertura de la zanja drenante para la salida hacia la calle del saneamiento de la vivienda. Una vez realizada, se dispone a ejecutar la solera del exterior de la vivienda. Los pasos a seguir son los mismos que los comentados en la ejecución de la solera de la vivienda, pero esta vez se le dota de un acabado fratasado.



Figura 58

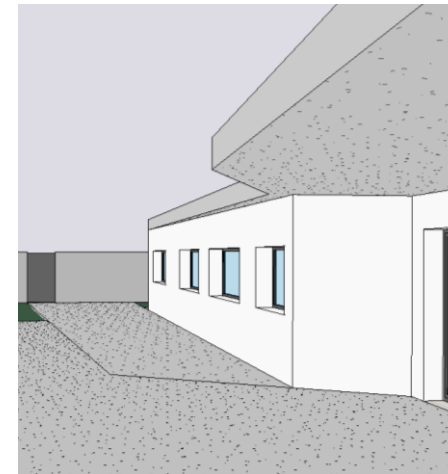


Figura 59



Figura 60

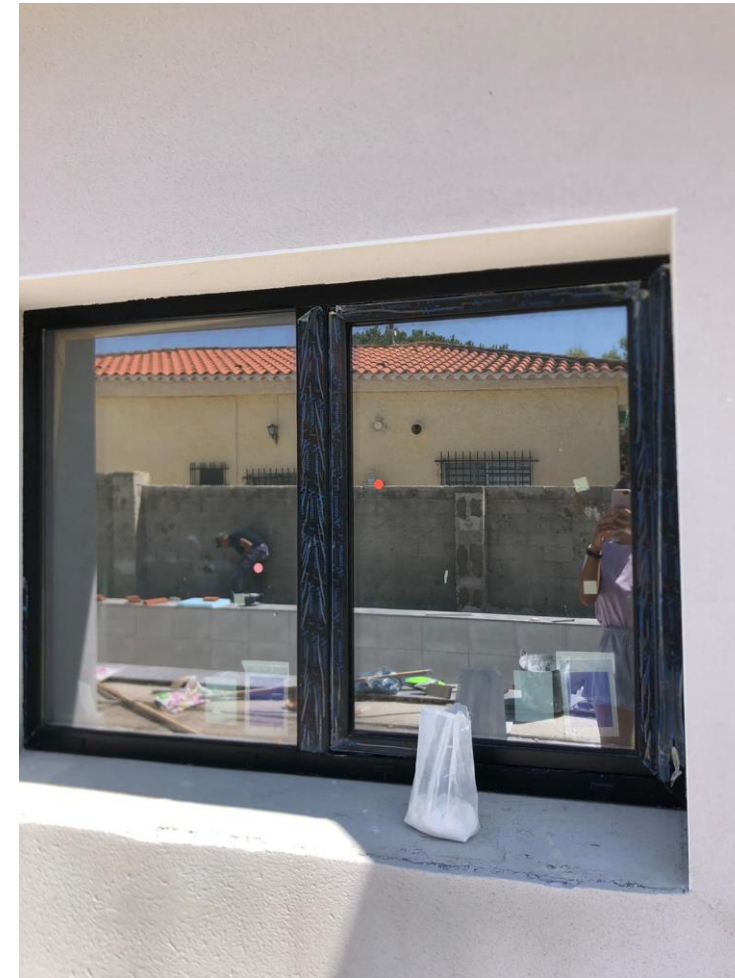


Figura 61



Figura 62

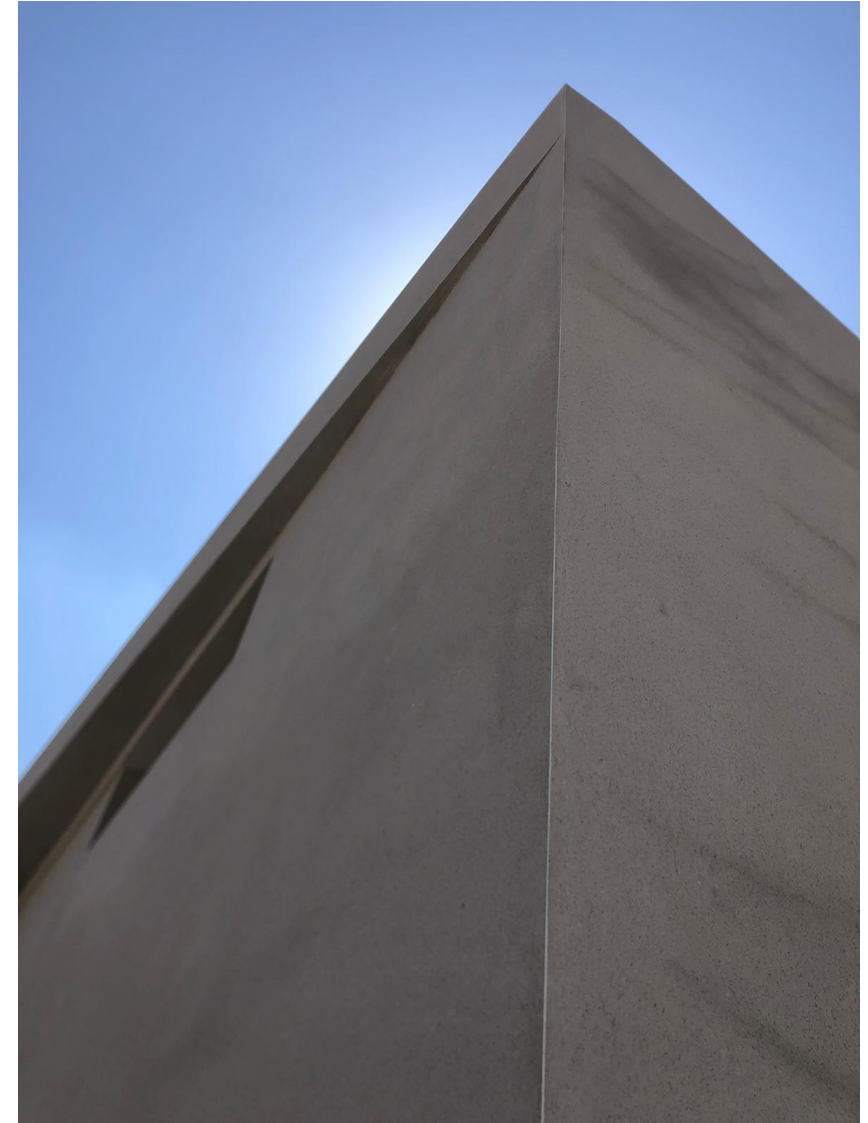


Figura 63



Figura 64



Figura 65

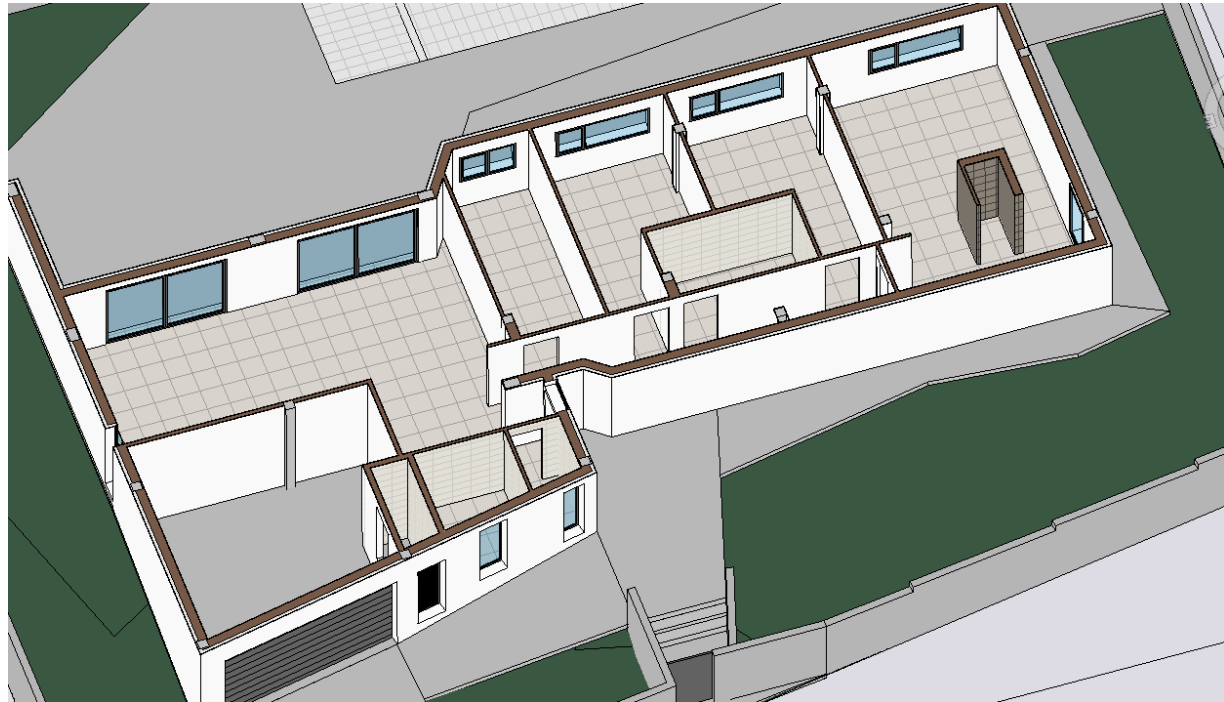


Figura 66

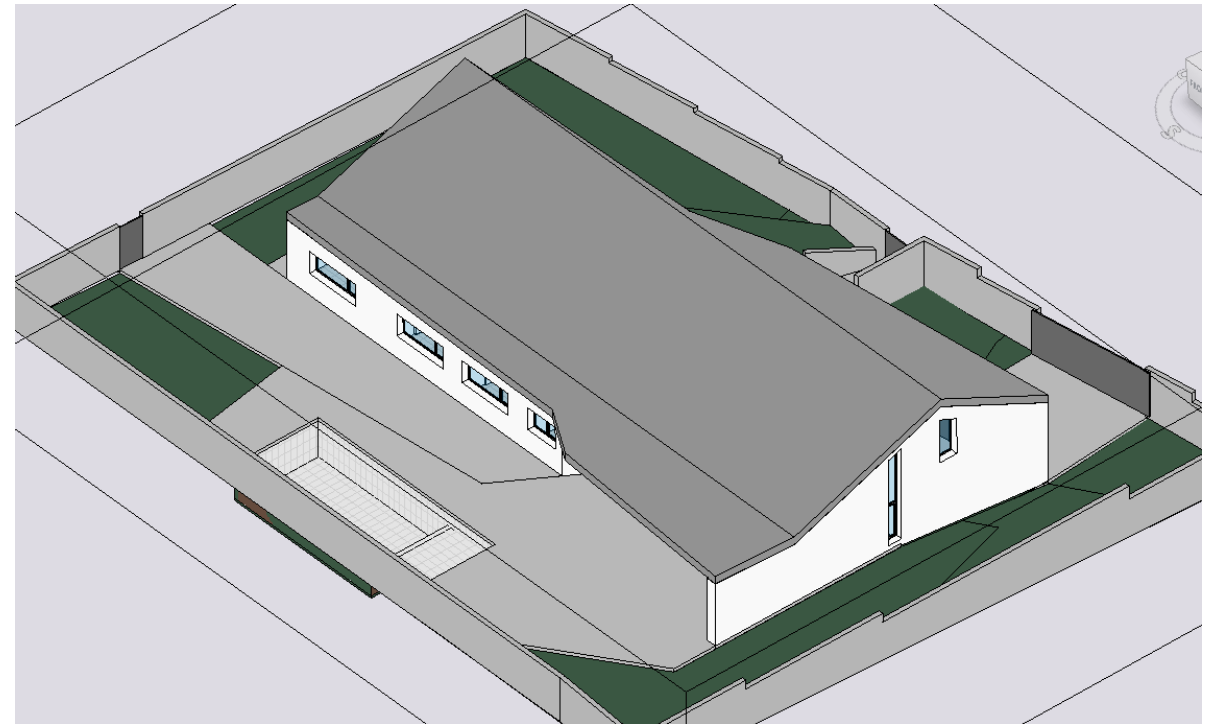


Figura 67

3.CONCLUSIONES

3.CONCLUSIONES

3.1 CONCLUSIÓN DEL BLOQUE TEÓRICO

Tras el estudio teórico de la metodología BIM se han podido conocer la multitud de ventajas que nos ofrece frente a CAD esta herramienta. Todos los agentes implicados en el proyecto trabajan sobre un único modelo que contiene toda su información, de esta manera es más simple el intercambio de información limitando las incongruencias. Por otro lado, la información siempre se actualiza y se relaciona de manera que facilita la colaboración entre los diferentes intervinientes en el proyecto. Se trabaja con un diseño paramétrico, donde todos sus elementos contienen información técnica. Todos los cambios realizados en cualquier vista del proyecto van a cambiarse automáticamente en todas las vistas sin necesidad de ir cambiándolo, actualizándose de manera instantánea. Además, para los que no sepan leer planos, como podría ser el cliente, le resultará mucho más visual y más fácil de comprender si se muestra el modelo en 3D, además lo hará más atractivo.

3.2 CONCLUSIÓN DEL BLOQUE PRÁCTICO

Tras el modelado de la vivienda en Revit, su ventaja principal es que permite detectar todos los problemas antes de su construcción, de esta manera se ahorra una gran cantidad de tiempo y con ello dinero. Todas las incoherencias del proyecto dejarán de existir ya que el propio programa las detectará con una ventana emergente y nosotros mismos podremos visualizarlas de una manera clara en el modelo. Además, cualquier modificación a posteriori, se puede cambiar sobre el modelo de una manera rápida y efectiva. Por otro lado, de manera inmediata puedes facilitar información sobre cualquier cambio, agilizando la toma de decisiones del propietario.

3.3 CONCLUSIÓN FINAL Y OPINIÓN PERSONAL

En definitiva, tras el desarrollo del TFG, se ha constatado como el avance de la metodología BIM es imparable, no podemos negarnos a ella. Si deseamos seguir aprendiendo debemos continuar evolucionando, no podemos quedarnos atascados creyendo que el CAD es suficiente. BIM es el futuro y como ya se ha podido comprobar posee muchas más ventajas respecto al método tradicional. Tenemos que tratar de salir de nuestra zona de confort haciendo un pequeño sacrificio tratando de formarnos; actualmente hay una gran cantidad de información en internet, tanto en páginas web como en videos de cursos sobre Revit, la mayoría de ellos gratis. No hace falta recurrir a una gran inversión de dinero para aprender, aseguro que se puede hacer de una manera totalmente gratuita, eso sí, es necesario constancia, muchas ganas y dedicación.

Personalmente, voy a tratar de introducir BIM en todos mis futuros proyectos. Todavía no descarto desprenderme del AutoCAD por completo, ya que considero que se pueden combinar ambos, por lo menos hasta que me acostumbre. Por otro lado, las visitas de obra me han ayudado muchísimo en la comprensión de la vivienda; además me ha servido para prestar más atención en los detalles constructivos y aprender sobre la ejecución de la obra.

4. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01_ Imagen de un edificio de viviendas

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/950869/vivienda-social-en-madrid-nsa1-camacho-macia-arquitectos>

Figura 02_ Esquema de las características de BIM

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/navisworks-products/getting-started/caas/simplecontent/content/-C2-BFqu-C3-A9-es-bim.html>

Figura 03_ Las 7 dimensiones BIM

<https://econova-institute.com/blog/las-siete-dimensiones-de-bim/>

Figura 04_ Niveles LOD

<https://www.bimnd.es/lod-la-metodologia-bim/>

Figura 05_ Imagen de BIM vs CAD

<https://solucionescad.com.mx/listado-alfabetico/cad-vs-bim-restirador-vs-maqueta>

Figura 06_ Gráfica BIM vs CAD

https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-time-requirements-of-work-in-CAD-vs-BIM-5_fig4_274176930

Figura 07_ Render vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 08_ Render vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 09_ Render vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 10_ Planta vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 11_ Alzados vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 12_ Alzados vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 13_ Secciones vivienda

Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 14_ Plano de cimentación
Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 15_ Plano de pilares
Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 16_ Plano forjado de cubierta
Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 17_ Plano de carpintería
Porporcionada por Chiralt Arquitectos

Figura 18_ Render vivienda tipo maqueta
Elaboración propia

Figura 19_ Render vivienda tipo maqueta
Elaboración propia

Figura 20_ Render axonómico vivienda tipo maqueta
Elaboración propia

Figura 21_ Axonometria vivienda
Elaboración propia

Figura 22_ Axonometría seccionada vivienda
Elaboración propia

Figura 23_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 24_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 25_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 26_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 27_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 28_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 29_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 30_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 31_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 32_ Imagen obra
<https://www.chiraltarquitectos.com/vivienda-minimalista-dobby-obras/>

Figura 33_ Imagen obra
<https://www.chiraltarquitectos.com/vivienda-minimalista-dobby-obras/>

Figura 34_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 35_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 36_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 37_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 28_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 39_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 40_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 41_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 42_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 43_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 44_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 45_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 46_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 47_ Cónica Revit
Elaboración propia

Figura 48_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 49_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 50_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 51_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 52_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 53_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 54_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 55_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 56_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 57_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 58_ Axonometría Revit
Elaboración propia

Figura 59_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 60_ Cónica Revit
Elaboración propia

Figura 61_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 62_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 63_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 64_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 65_ Fotografía obra
Elaboración propia

Figura 66_ Axonometría seccionada Revit
Elaboración propia

Figura 67_ Axonometría Revit
Elaboración propia

5.BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AUTODESK 13 de Abril de 2019

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/Revit-DocumentPresent/files/GUID-BDCE1B94-58D0-401B-863B-2708D36D54EA-htm.html?fbclid=IwAR3QYS8VN59M1Wgy4s9yc85HhRbTBQ-WhKeUaZYQnLKo-0XHgCV3I9Rh5k>

AUTODESK 14 de Agosto de 2019

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Revit-DocumentPresent/files/GUID-DB104358-4D5A-494E-ACAE-BB8B4E72E572-htm.html?fbclid=IwAR1KRcHIkV8qZY-MsKvEP6zICXh8n7gGOJq-xugM1G7uy4-KS5P78gvp0qQ>

BLOG METODO BIM 23 JUNIO, 2020

<https://www.bimcostadelsol.com/trabajo-colaborativo-en-bim/?fbclid=IwAR2r5nSNgfUW2fnGczZ2GD5L74mnYz2sAa50HmDkRwiMTI7umXcS66Zkgw4>

Enrique Alario .YouTube.03 oct. 2017

https://www.youtube.com/watch?v=yur9NijS0zM&fbclid=IwAR3pP0nyo2xHV2csTocksPKYxV8saymAaSWTF0UEGCNJ3ynpu1o9SPLYAKA&ab_channel=EnriqueAlario

Enrique Alario. YouTube.08 Octubre 2018

https://www.youtube.com/watch?v=cppvryLCGI&fbclid=IwAR0Rp92ghOXILrvEY2SVnwND8MxNnzPIWnBQaYw0q6P8zpUARUY_A0NizQM&ab_channel=EnriqueAlario

Enrique Alario. YouTube.18 Julio 2019

https://www.youtube.com/watch?v=erLCP5g-O1E&fbclid=IwAR0F2KLYksuu5jevjkH5qRNY4OHpTACCJDImuizTCVzqHEldDJasi0FYHaQ&ab_channel=EnriqueAlario

ESTUDIOESE Jueves 28 de mayo, 2020

<https://estudioese.com.uy/contexto-internacional-y-regional-bim/>

European BIM Summit junio 30, 2020

https://europeanbimsummit.com/situacion-bim-europa-ii/?fbclid=IwAR06SP8TqOSO_F36d9gJ7z0wO5bwIJ2is_ahB5Z_fI39FfvqWW-kz4ZuZyQ

MÓNICA GIMENEZ 15/08/2019

<https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/?fbclid=IwAR3HlusPfMIFSGc9cbTyhMCPOySFdPRgrQFpC0d58ttEAtFwvopPLI8eTdw>

Muralit julio 25, 2019

<https://muralit.es/lod-nivel-de-desarrollo/?fbclid=IwAR0CVMMaDcaLLKmawmr2tg7tj1yZTbVWq8835cPdB2-D2cgur3iLMiYpPiA>

Redshift Video 21 Abril 2020

<https://redshift.autodesk.es/bim/?fbclid=IwAR2r5nSNgfUW2fnGczZ2GD5L74mnYz2sAa50HmDkRwiMTI7umXcS66Zkgw4>

Marta Viana Calderón, Noviembre 2020
vivienda DOBBY | CHIRALT arquitectos