



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO
SISTEMAS MODULARES LEAN CONSTRUCTION:
MÓDULO B

Autor: Jon Toledo Bengoechea

Director: Jesús Guardiola Arnanz y Tamar Awad
Parada

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Sistemas modulares Lean Construction: Módulo B en la ETS de Ingeniería - ICAI de la
Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2022/23 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Jon Toledo Bengoechea

Fecha://

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Tamar Awad Parada

Fecha://

SISTEMAS MODULARES LEAN CONSTRUCTION: MÓDULO B

Autor: Toledo Bengoechea, Jon

Director: Guardiola Arranz, Jesús y Awad Parada, Tamar

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

En este trabajo, se ha logrado diseñar y desarrollar un módulo de cocina. Se ha llevado a cabo un análisis de materiales, seleccionando aquellos que mejor se adaptan a la durabilidad e impacto ambiental reducido. Además, se ha establecido un plan de construcción que se adapta con la metodología Lean, optimizando tiempos y costes.

Palabras clave: Modularidad, optimización, cocina, metodología Lean.

1. Introducción

La industrialización ha traído mejoras en la producción a gran escala en diversos sectores como la agricultura o el automovilismo. Sin embargo, la industria de la construcción ha sido más lenta en adoptar estos avances. La industrialización de la vivienda implica la prefabricación de componentes y módulos en espacios controlados, evitando la construcción en el sitio de obra. En este contexto, surge en Japón la metodología Lean, una filosofía que busca eliminar procesos innecesarios, reduciendo costes y tiempos de producción. Esta gestión es esencial en la actualidad para respetar los recursos limitados que disponemos, pero siempre manteniendo una calidad óptima.

2. Definición del Proyecto

El objetivo de este trabajo es aplicar esta metodología en la vivienda, permitiendo una fabricación independiente de los distintos módulos e instalaciones para su posterior ensamblaje. En particular, se presenta el desarrollo del módulo B, que corresponde a la cocina. Se busca analizar los plazos de montaje de la cocina, promoviendo una construcción en paralelo para mejorar la eficiencia del proceso.

3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

El primer paso consiste en analizar la construcción de una cocina tradicional para poder aplicar técnicas similares en el mundo de la construcción modular. Se estudian las diferentes capas de la estructura y se plantean los materiales a usar, estos no solo deben ser aplicables a la construcción modular, sino que deben ser sostenibles. El diseño de la cocina viene de la mano del proyecto de viviendas sostenibles INVISO, de donde se sacarán las primeras medidas brutas del módulo. Una vez esbozado la cocina, se modelará en 3D, mediante la herramienta SolidWorks. Este modelo estará separado en las diferentes capas, ya sea desde el entramado principal hasta la instalación de muebles final. Por último, se plantearán la construcción del sistema, analizando los plazos y costes



Ilustración 1: Proyecto INVISO

4. Resultados

Se consigue realizar el modelo 3D de la cocina y un desarrollo de plazos óptimo.

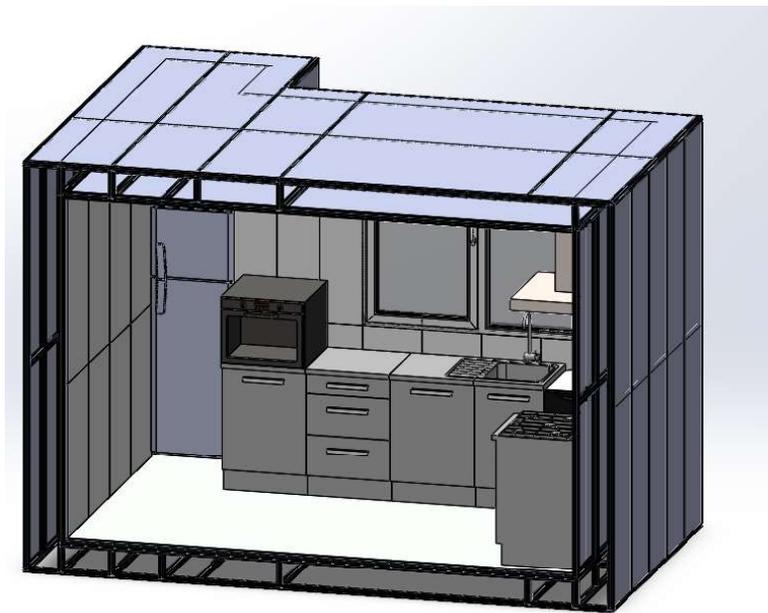


Ilustración 2: Vista trasera de la cocina modular

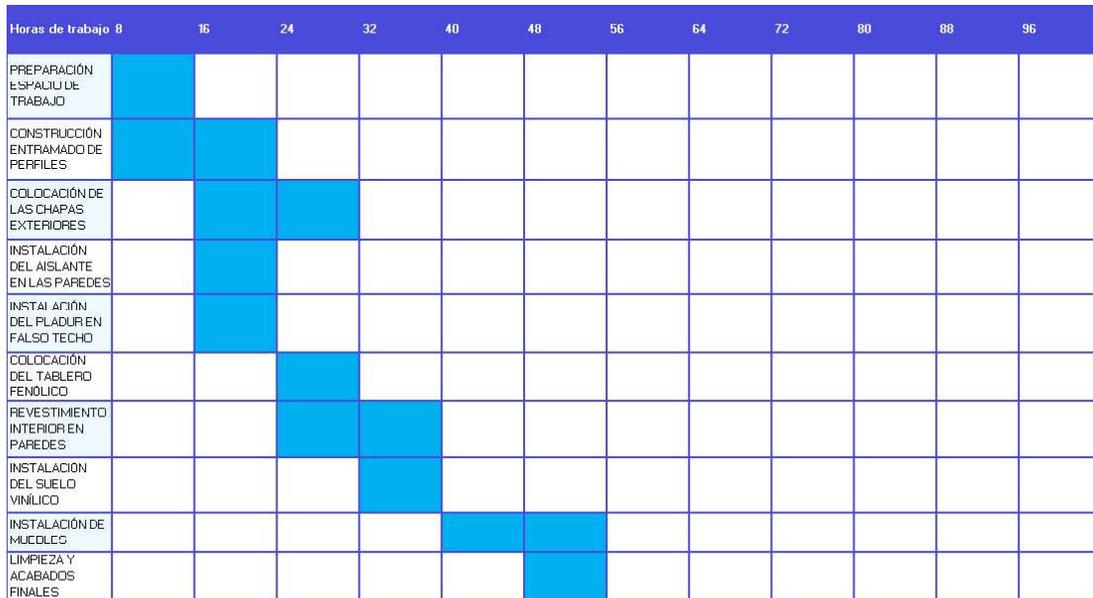


Ilustración 3: Diagrama de Gantt de la construcción en paralelo

5. Conclusiones

En conclusión, se ha demostrado que la industrialización de la vivienda junto a la aplicación de la metodología Lean ofrece ventajas significativas en términos de sostenibilidad y eficiencia.

6. Referencias

- [1] Arnanz, J. G., & González, J. M. R. (2019). Del Sistema al Prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISIO). *Informes de la Construcción*, 71(555), Article 555.
<https://doi.org/10.3989/ic.61889>
- [2] Aedas Homes (2022). *El diccionario de la industrialización de la vivienda*.
<https://aesval.es/wp-content/uploads/2022/05/El-diccionario-de-la-industrializacio%CC%81n-de-la-vivienda-Interactivo.pdf>

MODULAR LEAN CONSTRUCTION SYSTEMS: MODULE B

Author: Toledo Bengoechea, Jon

Supervisor: Guardiola Arranz, Jesús y Awad Parada, Tamar.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

In this paper, a kitchen module has been designed and developed. An analysis of materials has been carried out, selecting those that best adapt to durability and reduced environmental impact. In addition, a construction plan has been established that adapts to the Lean methodology, optimising time, and costs.

Keywords: Modularity, optimisation, kitchen, Lean methodology.

1. Introduction

Industrialization has brought improvements in large-scale production in various sectors such as agriculture and automobiles. However, the construction industry has been slower to adopt these advances. The industrialization of housing involves the prefabrication of components and modules in controlled spaces, avoiding on-site construction. In this context, the Lean methodology arose in Japan, a philosophy that seeks to eliminate unnecessary processes, reducing costs and production times. This management is essential today to respect the limited resources at our disposal, but always maintaining optimum quality.

2. Project definition

The aim of this paper is to apply this methodology to the house, allowing for the independent manufacture of the different modules and installations for their subsequent assembly. In particular, the development of module B, which corresponds to the kitchen, is presented. The aim is to analyse the kitchen assembly times, promoting parallel construction to improve the efficiency of the process.

3. Description of the model/system/tool

The first step is to analyse the construction of a traditional kitchen in order to be able to apply similar techniques in the world of modular construction. The different layers of the structure are studied and the materials to be used are considered, which must not only be applicable to modular construction, but must also be sustainable. The design of the kitchen comes from the sustainable housing project INVISO, from where the first gross measurements of the module will be taken. Once the kitchen has been sketched, it will be modelled in 3D, using the SolidWorks tool. This model will be separated into the different layers, from the main framework to the final furniture installation. Finally, the construction of the system will be considered, analysing the deadlines and costs.



Ilustración 4: INVISO project

4. Results

The 3D model of the kitchen and an optimal development of deadlines are achieved.

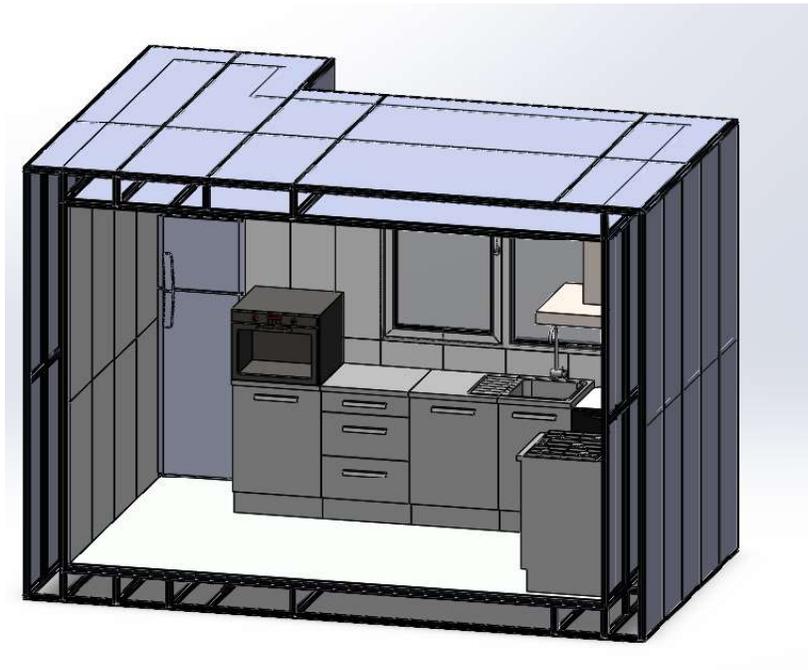


Ilustración 5: Back view of the modular kitchen

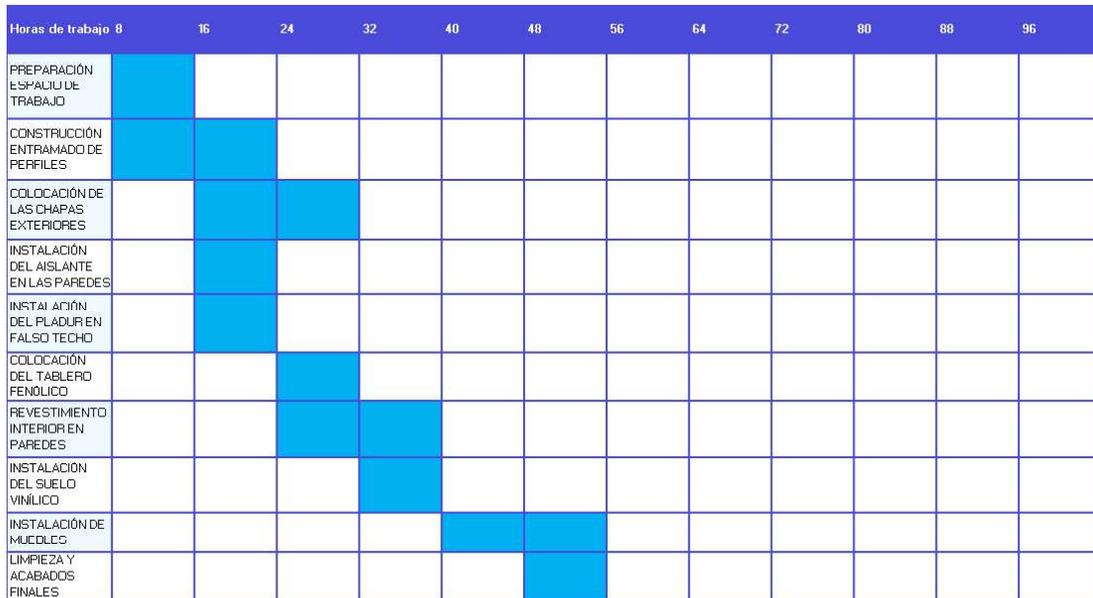


Ilustración 6: Gantt chart of parallel construction

5. Conclusions

In conclusion, it has been demonstrated that the industrialisation of housing together with the application of Lean methodology offers significant advantages in terms of sustainability and efficiency.

6. References

- [1] Arnanz, J. G., & González, J. M. R. (2019). Del Sistema al Prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISIO). *Informes de la Construcción*, 71(555), Article 555.
<https://doi.org/10.3989/ic.61889>
- [2] Aedas Homes (2022). *El diccionario de la industrialización de la vivienda*.
<https://aesval.es/wp-content/uploads/2022/05/El-diccionario-de-la-industrializacio%CC%81n-de-la-vivienda-Interactivo.pdf>

Índice de la memoria

Contenido

<i>Índice de la memoria</i>	<i>I</i>
<i>Índice de figuras</i>	<i>III</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>V</i>
Capítulo 1. Introducción	14
1.1 Introducción.....	14
1.2 Motivación del proyecto.....	14
Capítulo 2. Descripción de las Tecnologías	16
2.1 Estructura base	16
2.2 Elementos de unión	20
2.3 Hábitat	23
2.4 Ergonomía	24
Capítulo 3. Estado de la Cuestión	25
Capítulo 4. Definición del Trabajo	28
4.1 Objetivos	28
4.2 Metodología.....	28
4.3 Alineación con los objetivos de desarrollo sostenible (ods).....	29
Capítulo 5. Sistema/Modelo Desarrollado	30
5.1 Medidas y diseño.....	30
5.2 Desarrollo del módulo	33
5.3 Implementación en paralelo	45
5.4 Implementación en serie.....	47
5.5 Mantenimiento.....	48
5.6 Estudio económico	50

<i>Capítulo 6. Conclusiones y Trabajos Futuros.....</i>	<i>57</i>
<i>Capítulo 7. Bibliografía.....</i>	<i>59</i>
<i>ANEXO I</i>	<i>62</i>

Índice de figuras

Ilustración 1: Proyecto INVISIO	4
Ilustración 2: Vista trasera de la cocina modular	4
Ilustración 3: Diagrama de Gantt de la construcción en paralelo.....	5
Ilustración 4: INVISIO project	7
Ilustración 5: Back view of the modular kitchen.....	7
Ilustración 6: Gantt chart of parallel construction	8
Ilustración 7: Representación 3D de la chapa exterior	18
Ilustración 8: Representación 3D de los paneles de PVC	20
Ilustración 9: Capas del cerramiento vertical	21
Ilustración 10: Capas del falso suelo	22
Ilustración 11: Capas del falso techo	22
Ilustración 12. Metodología BIM	26
Ilustración 13: INVISIO	30
Ilustración 14: Boceto de la planta	31
Ilustración 15: Vista isométrica del boceto	32
Ilustración 16: Vista isométrica trasera del boceto final	32
Ilustración 17: Vista isométrica frontal del boceto final	33
Ilustración 18: Construcción de la base del entramado	34
Ilustración 19: Construcción del entramado del falso suelo.....	34
Ilustración 20: Construcción del entramado exterior	35
Ilustración 21: Construcción del entramado interior	36
Ilustración 22: Construcción del entramado del falso techo	37
Ilustración 23: Vista delantera del entramado de perfiles	37
Ilustración 24: Instalación de las chapas exteriores.....	38
Ilustración 25: Instalación de chapas en la ventana.....	39
Ilustración 26: Resultado final de la capa exterior	39

Ilustración 27: Instalación de la capa aislante	40
Ilustración 28: Instalación del tablero fenólico	41
Ilustración 29: Instalación del yeso laminado	41
Ilustración 30: Instalación del revestimiento interior y ventana.....	42
Ilustración 31: Instalación de muebles.	43
Ilustración 32: Vista lateral del módulo	44
Ilustración 33: Vista trasera del módulo.....	44
Ilustración 34: Vista frontal del módulo.....	45
Ilustración 35: Diagrama de Gantt para construcción en paralelo.....	47
Ilustración 36: Diagrama de Gantt en construcción en serie.	48
Ilustración 37: Subtotal entramado.....	51
Ilustración 38: Subtotal chapas exteriores.....	51
Ilustración 39: Subtotal de la capa aislante	52
Ilustración 40: Subtotal del revestimiento interior	52
Ilustración 41: Subtotal precio tablero	53
Ilustración 42: Subtotal suelo vinílico.....	53
Ilustración 43: Subtotal del falso techo	54
Ilustración 44: Subtotal muebles y ventana.....	55
Ilustración 45: Estudio económico	56

Índice de tablas

Tabla 1: Comparativa de materiales para fachada exterior	17
Tabla 2: Comparativa de materiales para revestimiento interior.....	19

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la industrialización ha traído mejoras en la producción a grandes escalas, mejorando tiempos y costes en el proceso. De esto se han beneficiado sectores como la agricultura o el automovilismo, sin embargo, el sector de la construcción no ha sido testigo de ello.

En esta época de desarrollo, nace de Japón la metodología Lean Construction, la cual es una filosofía de fabricación en la que se trata de eliminar todo proceso que no sea estrictamente necesario a la vez de utilizar la mínima cantidad de recursos, todo para reducir los costes y el tiempo de producción. Esta gestión es necesaria en la actualidad para progresar de una manera correcta respetando los escasos recursos aun manteniendo una calidad perfecta.

Por tanto, este trabajo pretende aplicar el modelo Lean Construction a la industrialización de la vivienda, permitiendo una independencia en la fabricación de los diferentes módulos para posteriormente facilitar el montaje entre los diferentes elementos. En este caso, se presentará la creación del módulo B, el cual consistirá en el módulo de la cocina.

Todo esto concluye en estudiar los plazos en el montaje del módulo en cuestión, proponiendo una construcción en paralelo para mejorar la productividad.

1.2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La construcción modular se observa todavía de una manera muy primitiva, los escasos proyectos que existen sobre esta materia se basan en viviendas prefabricadas. Es por ello por lo que es necesario un nuevo punto de vista acerca de la arquitectura modular, promoviendo

estructuras que son capaces de ser enganchadas de una manera independiente y que favorecen a una mayor flexibilidad en la construcción.

Además, el aumento de la demanda en viviendas eficientes y sostenibles hace que la construcción modular sea cada vez una opción más atractiva para conseguir este fin, sobre todo desarrollando módulos especializados, como en este caso la cocina, para maximizar la funcionalidad de estas viviendas.

Por tanto, este trabajo pretende buscar una solución viable acelerando los tiempos de entrega y reduciendo costos.

Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Para la construcción y diseño del módulo de cocina, se distinguirá lo siguiente:

2.1 ESTRUCTURA BASE

La cual será la responsable de proporcionar soporte para los demás elementos que se añadirán posteriormente. La estructura base estará formada por un sistema por capas o también llamado fachada sándwich en las que se distinguirán 3 diferentes capas:

- **Capa exterior**, que estará permanentemente en contacto con el exterior y deberá soportar las condiciones de la intemperie como la humedad o el viento. Para el material a usar en esta capa se ha realizado esta comparativa:

Material	Ventajas	Desventajas
Panel sándwich acero	Duradero y resistente a la corrosión y oxidación. Fácil de mantener. Atractivo estéticamente Capacidad aislante	Más costoso en comparación.
Fibrocemento	Resistente al fuego y al agua. Duradero y fácil de mantener.	Puede contener amianto.

Paneles de aluminio composite (ACP)	Ligero y buena resistencia a la corrosión. Fácil instalación.	Menor resistencia al impacto en comparación. Requiere mayor mantenimiento.
Madera	Atractivo. Más económico. Buena resistencia.	Mayor mantenimiento. No es tan resistente al fuego y a la humedad.

Tabla 1: Comparativa de materiales para fachada exterior

El material que se ha de emplear debe tener propiedades duraderas y ser resistente a la corrosión. Además, para el ahorro en un futuro estudio del mantenimiento de estos paneles, se ha de usar un material con fácil mantenimiento, lo cual nos hace descartarnos de los paneles de madera y de aluminio composite donde estos últimos requiere de un cuidado en la capa de acabado de estos paneles. Pasando al fibrocemento, algunos paneles contienen fibras de amianto, las cual son tóxicas y este proyecto no iría de la mano con los ODS. Por tanto, tras este estudio de los diferentes materiales a usar para los paneles de la capa exterior, se decanta por el uso de paneles sándwich de acero, que, aparte de dar estética al módulo, dará mayor resistencia y una capa extra de aislante. Esta chapa será lisa y con un acabado galvanizado para una protección a la corrosión y la capa aislante tipo sándwich será de lana mineral.



Ilustración 7: Representación 3D de la chapa exterior

- **Capa aislante**, encargada de mantener una temperatura idónea en el interior del módulo y permitirá una buena transferencia de calor entre el exterior y el interior. Para el estudio del material para la capa aislante se comparará las siguientes tecnologías. En primer lugar, se opta por paneles de poliestireno expandido (EPS), estos paneles aportan buen aislante térmico en comparación al bajo coste que presentan, sería una opción bastante económica. Por otro lado, y optando por unos paneles de mayor calidad y de mayor precio, tenemos la opción de usar paneles de lana mineral, los cuales tienen un excelente aislamiento tanto térmico como acústico, además, presentan buenas propiedades a la humedad, no favoreciendo el crecimiento de bacterias y moho. Por último, una opción interesante para hacer del módulo para sostenible, se da la opción de utilizar aislamiento térmico de origen vegetal. Estos paneles, de corcho expandido, aparte de ser ecológicos, tienen gran resistencia a compresión, es excelente como aislante térmico y como punto más importante, al tener un bajo contenido en agua es idóneo para la resistencia a la humedad y al crecimiento de moho y bacterias. Una vez visto las opciones anteriores, me he decantado por el uso de paneles de corcho expandido y así tener un menor impacto medioambiental. Este tendrá un espesor de 20mm. Esta capa de aislamiento se colocará solo en los cerramientos verticales, para el falso suelo y techo se escogerá otra distribución que detallaré más adelante.

- **Revestimiento**, estará en contacto con el resto de los elementos en la cocina y por tanto se necesita de una resistencia para la humedad, desgaste o manchas. En primer lugar, se diferenciará los cerramientos verticales, el falso suelo y, por último, el falso suelo. Comenzando con los cerramientos verticales, se instalará un revestimiento interior que irá seguido de la capa aislante previamente explicada, para ello se ha hecho la siguiente comparativa:

Material	Ventajas	Desventajas
Azulejos de cerámica	Fácil de mantener. Atractivo estéticamente. Resistente a la humedad y duradero.	Más costoso. Frágil.
Madera	Atractivo. Más económico. Buena resistencia.	Mayor mantenimiento. No es tan resistente al fuego y a la humedad.
Paneles de PVC	Resistencia a la humedad. Fácil de mantener. Fácil instalación.	Menos duradero. Menos resistente a impactos.

Tabla 2: Comparativa de materiales para revestimiento interior

Tras este estudio, se descarta la madera por el mismo argumento que en la fachada exterior. Luego, entre los paneles de PVC y los azulejos, se elegirán los paneles de PVC, ya que la fragilidad de los azulejos de cerámica puede ser un problema al estar instalados en un módulo. Además, los paneles de PVC beneficiarán los tiempos de instalación de esta capa.

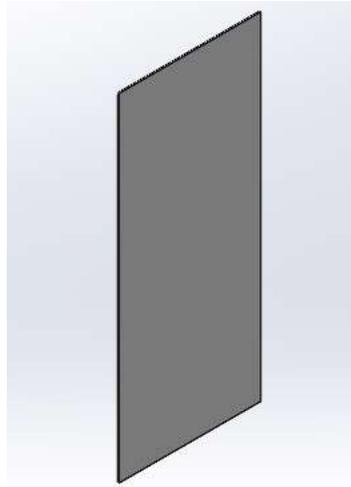


Ilustración 8: Representación 3D de los paneles de PVC

Por otro lado, en el falso suelo se ha escogido un revestimiento compuesto por un tablero fenólico seguido de un suelo vinílico. Este primero, servirá de elemento resistente además de una componente aislante, una vez instalado el tablero contrachapado, se dispondrá un suelo vinílico, esto nos dará ventajas en la rapidez de instalación, así como la resistencia a la humedad, importante en un espacio como la cocina.

Por último, en el falso techo se ha decantado por el uso de paneles continuos de yeso laminado, se descarta el falso techo registrable ya que en el caso de una cocina no es necesario desmontar para acceder al entretecho.

2.2 ELEMENTOS DE UNIÓN

Las 3 capas descritas anteriormente estarán unidas entre ellas de la siguiente manera.

- **Bastidor**, un bastidor de acero será adecuado para unir las 3 diferentes capas de una manera ordenada, este material aportará ligereza a la estructura. Los perfiles serán de acero

conformado en frío y galvanizado, del tipo DX52D+Z275MA, es decir, con un revestimiento de zinc.

- **Tornillos de acero inoxidable y remaches**, los remaches serán idóneos para unir los perfiles del bastidor, por otro lado, los tornillos de acero inoxidable unirán las diferentes capas al bastidor, formando una sola estructura.

Resumiendo, así la distribución de capas del módulo, estando atornilladas entre ellas con el tornillo escogido.

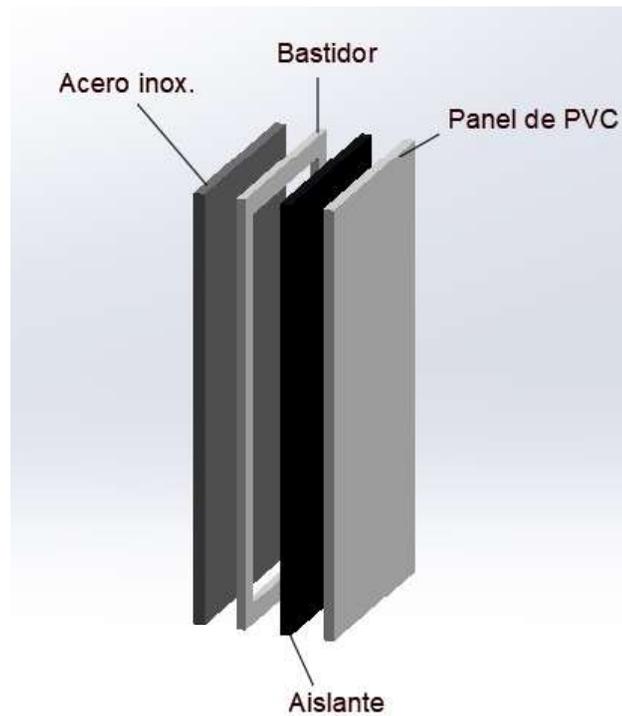


Ilustración 9: Capas del cerramiento vertical

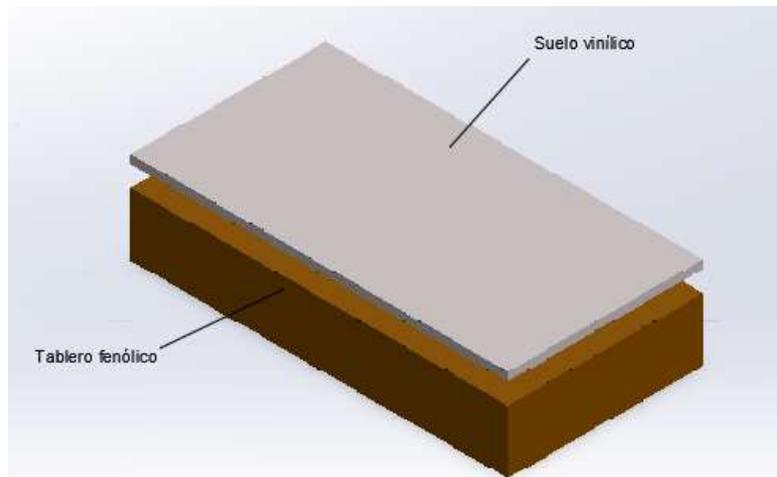


Ilustración 10: Capas del falso suelo

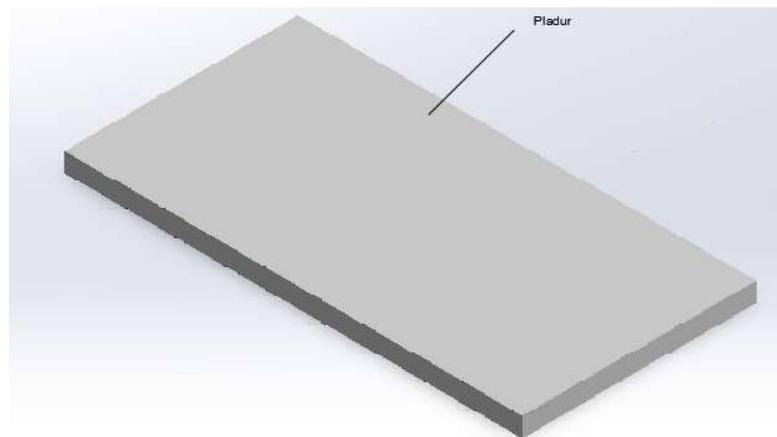


Ilustración 11: Capas del falso techo

2.3 HÁBITAT

El interior de la cocina deberá ser óptima y eficiente para su uso, todos los elementos irán sobre el revestimiento previamente descrito.

- **Soporte de trabajo**, permite que el trabajo de cocina sea posible ayudando a la preparación de los alimentos.
- **Almacenamiento**, se requiere de cajones y muebles para el almacenamiento no solo de alimentos sino también de los diferentes utensilios de cocina que se quieran utilizar.
- **Fregadero**, un elemento que permita el tanto el desagüe como el suministro de agua.
- **Electrodomésticos**, el hábitat de la cocina deberá estar provisto de electrodomésticos como un frigorífico, horno, cocina y una campana de extracción.

Para los dos últimos elementos del hábitat se deberá tener en cuenta adicionalmente en la estructura del módulo conexiones eléctricas, conexiones de agua y un sistema de desagües y ventilación. Esto se conseguirá de la siguiente manera.

- **Falso suelo**, se dejará una distancia a determinar entre la capa exterior con el aislante y el revestimiento, dejando hueco para las conexiones eléctricas, conexiones de agua y preparar un sistema de desagüe.
- **Falso techo**, de la misma manera que con el suelo, está distancia servirá para la ventilación de la campana extractora y la implementación de un sistema de eliminación de humos.

2.4 ERGONOMÍA

Para el diseño del módulo de cocina es muy importante tener en consideración una buena distribución basándose en un sistema ergonómico. Para este apartado me basaré en estudios previamente realizados sobre la ergonomía en la cocina ya que su estudio independiente no es relevante para el trabajo.

Para la distribución, se destacan diferentes planificaciones como pueden ser en línea, en “L”, en “U” o en paralelo, debido al poco espacio que disponemos en un módulo, se usará una distribución en línea.

Los diferentes elementos del hábitat irán colocados en referencia a su uso, los elementos como el fregadero o de un lavavajillas si se desea, deberá estar a la altura de la cadera, otros elementos de uso como almacenamiento, horno o campana irán en mayor o menor altura.

Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El sector de la construcción representa aproximadamente el 10% del PIB mundial. Sin embargo, pese a su importancia, la construcción es conocida por ser una industria poco eficiente y con altos niveles de desperdicio.

En los últimos años, esta se encuentra en un proceso de evolución y cambio. Las nuevas tecnologías aportan una transformación en la forma en la que construimos edificios que van a la par con la presente preocupación por el cambio climático y la sostenibilidad, esto ha llevado un aumento en la investigación en áreas como la construcción de materiales con baja emisión de carbono, edificios de alto nivel energético o la disminución de residuos generados durante la construcción.

Además, otra tendencia importante es el diseño de edificios con la digitalización. Con nuevas tecnologías como la realidad aumentada y la inteligencia artificial ayudan a reducir tiempos de construcción. Por ejemplo, en esta sección de avances encontramos tecnologías como el BIM (Building Information Modeling), el cual permite una planificación y diseño más preciso mediante herramientas digitales.



Ilustración 12. Metodología BIM

Referente a este trabajo, un sector que está ganando popularidad es la construcción modular, ya que permite una construcción más rápida y eficiente, así como también mayor flexibilidad en el proceso. Esto es así ya que no es necesario unos plazos lineales como el método tradicional, sino que permite una construcción en paralelo. Empresas como Tini¹ han empezado a utilizar esta construcción para sus viviendas modulares que se caracterizan por la amplia personalización y el uso de materiales ecológicos que permiten una autosuficiencia completa.

En este apartado, surge el sistema 3C, o también llamado “Construcción de componentes compatibles”. Este sistema es una metodología que se basa en componentes modulares,

¹

https://www.tiniliving.com/?utm_term=tini%20spain&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3217248101&hsa_cam=15211610155&hsa_grp=130080874952&hsa_ad=560128033676&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-1776970296958&hsa_kw=tini%20spain&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCOiA8t2eBhDeARIsAAVEga2fp8Xr7mOOo30B8Mgf72o39cMGttkC6MLULiIkXt97CpItdGNs2Z0aAqMHEALw_wcB

donde son fabricados y posteriormente se ensamblan en el lugar de construcción. Los componentes se caracterizan por ser compatibles entre sí, lo cual favorece a la simplicidad del módulo. El sistema 3C se compone de varias categorías como lo son la estabilidad, la cuasidescomponibilidad, la especialización y la modulación.

La estabilidad la proporcionan los elementos industriales diferenciados como los falsos techos, falsos suelos o mamparas que podrán montarse conjuntamente.

La cuasidescomponibilidad ayuda al hecho de poder montar o desmontar los distintos elementos sin que afecten a los anexos.

La especialización simplemente aporta a cada elemento en una especialidad que se le asigne, por ejemplo, la fachada tiene las siguientes condiciones funcionales: aislamiento, protección mecánica...

Por último, la modulación permite a los elementos de la construcción agruparse en conjuntos con propiedades funcionales afines, ya sea un módulo de fachada que este compuesto por montantes, travesaños o paneles.

Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

4.1 OBJETIVOS

En este trabajo se plantearán diferentes objetivos referentes al método de construcción propuesto y en base a los principios de diseño mencionados. Los principales objetivos son los siguientes:

- Analizar las necesidades y requisitos de una cocina funcional en el contexto de las viviendas modulares, así como el espacio disponible, la ergonomía y el diseño interior.
- Evaluar diferentes materiales para la correcta fabricación del módulo, teniendo en cuenta la durabilidad, la resistencia al desgaste y la sostenibilidad de estos.
- Plantear el diseño detallado del módulo, llevándolo a un modelo 3D donde se pueda observar la funcionalidad de este.
- Siguiendo la metodología Lean, buscar la optimización de recursos y reducir el tiempo de los procesos.

4.2 METODOLOGÍA

En primer lugar, se esbozará a mano el diseño que tendrá el módulo de la cocina, indicando las medidas del espacio, así como la distribución de las capas.

Una vez teniendo claro el boceto, se analizarán los materiales que darán sentido al módulo, diferenciando diferentes materiales para cada capa.

Posteriormente, a través de SolidWorks se creará el módulo en 3D, partiendo primero del entramado de perfiles de acero, siguiendo con la instalación de las capas tanto externas como internas y por último el diseño final con muebles.

Una vez construido el modelo, se dividirán los plazos de construcción reales que se expondrán en un diagrama de Gantt creado a partir de Microsoft Excel.

4.3 ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

En este apartado, se analizará la alineación de este trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas. Estos objetivos tratan una serie de metas a cumplir para 2030, entre ellos se busca erradicar la pobreza, proteger al planeta y combatir el cambio climático entre otros. Este trabajo se alinea con los ODS de varias maneras:

- “*Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras*”: El desarrollo de un módulo de cocina promueve la innovación en la construcción, tratando de mejorar la infraestructura de las viviendas, haciéndola más eficiente y sostenible.
- “*Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles*”: El proyecto conjunto de estas viviendas modulares contribuye a la creación de ciudades sostenibles, ofreciendo no solo viviendas adecuadas, sino también con instalaciones y servicios apropiados.
- “*Objetivo 12: Alianzas para lograr objetivos*”: Este proyecto puede fomentar que diferentes arquitectos e ingenieros logren una colaboración para promover soluciones innovadoras en el ámbito de la construcción, lo que hace que se pueda acelerar el logro de las demás ODS.

Capítulo 5. SISTEMA/MODELO DESARROLLADO

Antes de entrar en este capítulo, cabe mencionar que este trabajo se alinea con el proyecto de investigación INVISIO, propuesto para la industrialización de viviendas sostenibles. Todo lo desarrollado a continuación, irá ligado con las viviendas propuestas.



Ilustración 13: INVISIO

En primer lugar, se presentarán los bocetos y diseños que darán forma al módulo final para posteriormente desarrollar una construcción efectiva propia de la metodología Lean.

5.1 MEDIDAS Y DISEÑO

Para el diseño del módulo se planteará primero un boceto previo para posteriormente modelar en 3D usando SolidWorks. Como se explicó en el apartado de ergonomía, la cocina necesita un espacio libre suficiente para realizar todo tipo de trabajo en ella, por tanto, esto se tendrá en cuenta para las medidas, además, se usarán elementos estandarizados de 600x600mm. Referente al espacio que no será libre, se deberá dejar espacio en los laterales para la instalación del bastidor, aislamiento y cableado. También deberá existir hueco para el falso suelo y techo, este último es importante para el sistema de ventilación de la cocina,

mientras que el falso suelo es imprescindible para tanto las entradas de agua caliente y fría como para el desagüe de estas mismas, también es importante para el sistema de cableado eléctrico.

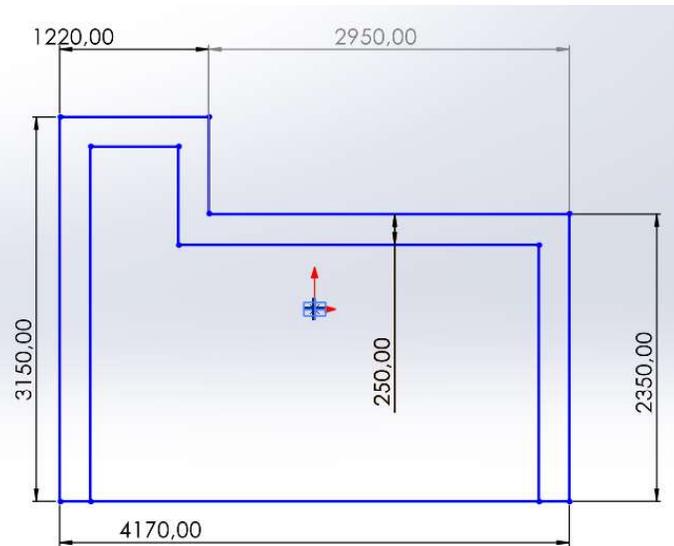


Ilustración 14: Boceto de la planta

Todas las medidas en el boceto anterior están expuestas en milímetros. Como se puede observar, se diferencia la superficie libre de la capa exterior por una distancia estandarizada de 250mm, esta separación es la mencionada para instalar el bastidor, la capa aislante y el revestimiento interior, además de dar una protección extra a la humedad exterior. Una vez diseñado la planta, se diseña a partir de ella tanto el alzado como las vistas laterales, quedando este boceto.

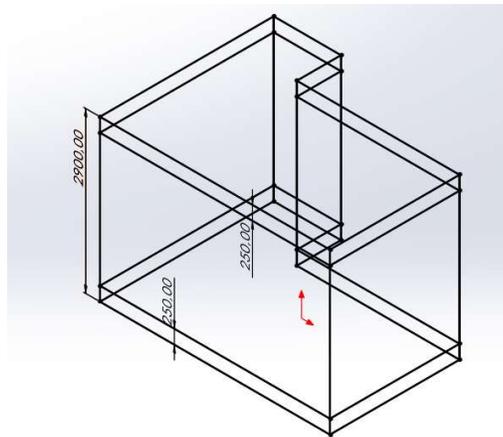


Ilustración 15: Vista isométrica del boceto

La altura de la capa exterior se ha delimitado a 2900mm con el objetivo de dejar un espacio estándar de 200mm para el falso suelo y techo, resultando en una altura libre de 2500mm para la cocina. Cabe destacar que estas superficies estarán limitadas por el entramado.

Tras este primer boceto inicial, hay que incluir un espacio para una ventana exterior. Además, hay que incluir en el boceto final el entramado de perfiles de acero que dará apoyo al módulo.

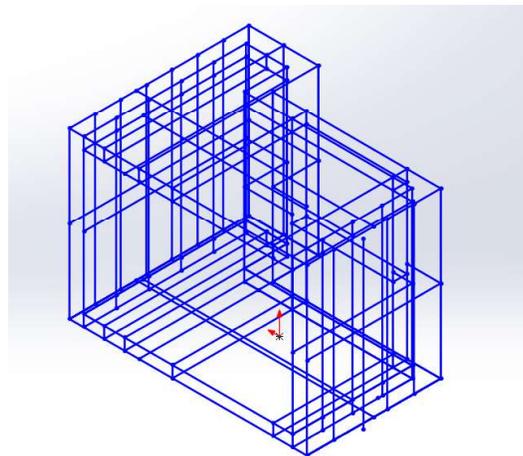


Ilustración 16: Vista isométrica trasera del boceto final

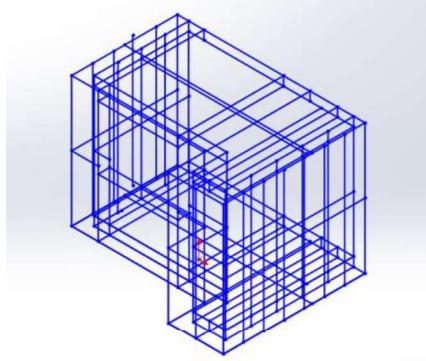


Ilustración 17: Vista isométrica frontal del boceto final

Aunque no se especifique en la ilustración, la ventana se ha acomodado a una distancia de 1100mm, habiendo tenido en cuenta el apartado de ergonomía de una cocina, suponiendo una altura de la encimera de unos 900mm.

5.2 DESARROLLO DEL MÓDULO

La primera etapa en esta tarea será la de construir la base de todo el entramado, en esta base se diferencian los perfiles horizontales donde irán atornillados tanto el bastidor exterior como el interior, además se han incorporado perfiles perpendiculares para añadir rigidez al conjunto.

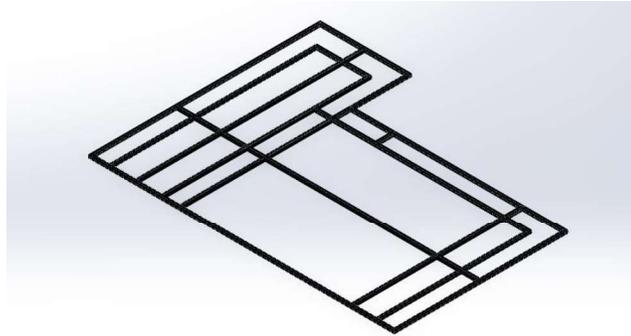


Ilustración 18: Construcción de la base del entramado

Siguiendo con la construcción del entramado, la siguiente etapa será la de construir los perfiles sobre los que irán el falso suelo.

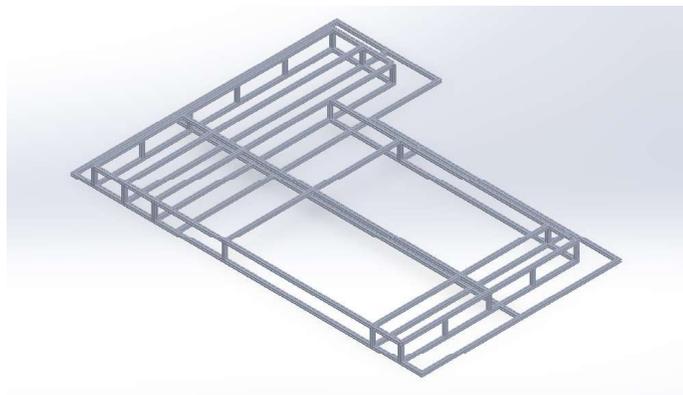


Ilustración 19: Construcción del entramado del falso suelo

Ya construida la base y el falso suelo del esqueleto del módulo, queda implementar los perfiles verticales, en esta etapa se han incluido los perfiles exteriores donde irán atornilladas

las chapas de acero, al igual que en la base, se han añadido perfiles perpendiculares para dar resistencia y para que las chapas no tengan unas dimensiones demasiado grandes.



Ilustración 20: Construcción del entramado exterior

Ya como penúltima etapa, se construyen los perfiles interiores donde posteriormente se acoplará tanto el aislante como los paneles de PVC.

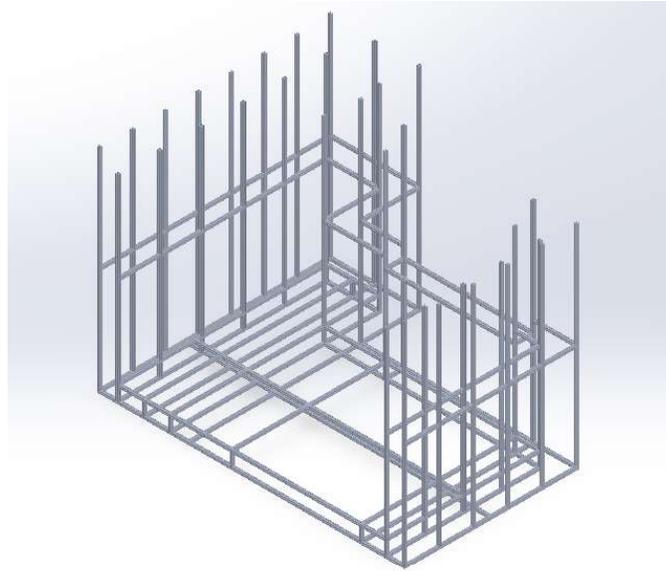


Ilustración 21: Construcción del entramado interior

En última instancia, se construye el entramado del falso techo, resultando en la finalización de esta tarea. Cabe destacar que la cantidad de separaciones en el entramado da una mayor flexibilidad para posteriormente construir módulos de diferentes dimensiones.

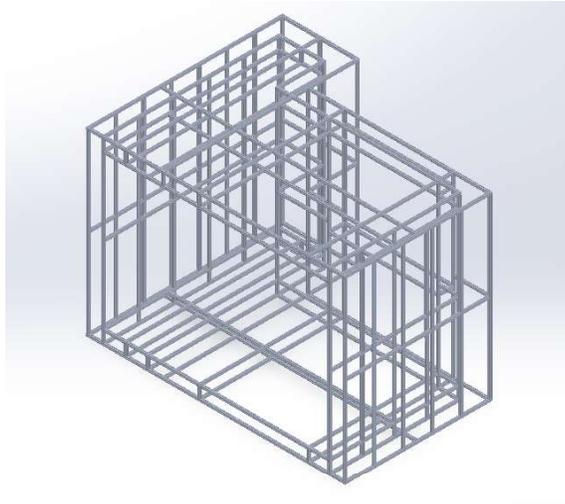


Ilustración 22: Construcción del entramado del falso techo

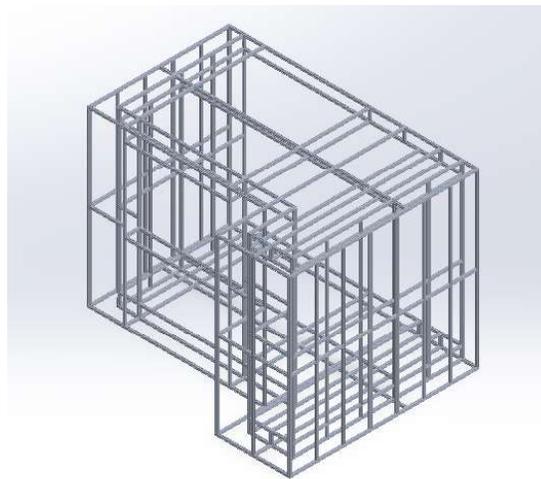


Ilustración 23: Vista delantera del entramado de perfiles

Una vez construido el entramado del módulo, es necesario instalar las chapas exteriores de acero, para ello se comenzará instalando las chapas de acero en las paredes verticales. Estas irán atornilladas en las 4 esquinas al bastidor exterior.

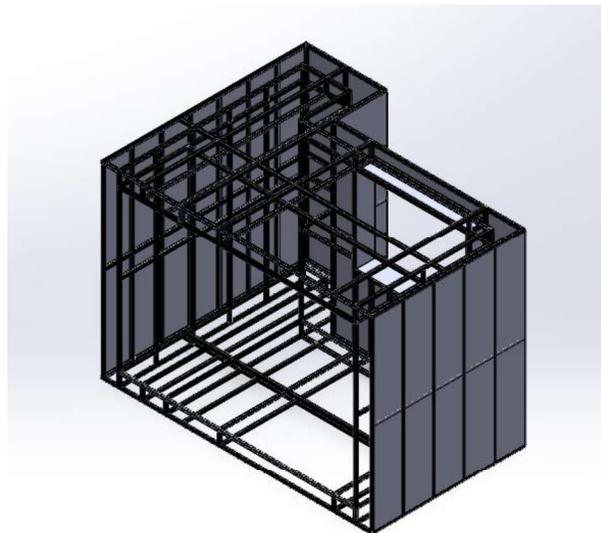


Ilustración 24: Instalación de las chapas exteriores.

Cabe destacar que en el espacio de la ventana también se incluyen chapas exteriores para posteriormente instalar tanto el perfil de la ventana como un aislante en esa zona para proteger la cocina de las temperaturas.

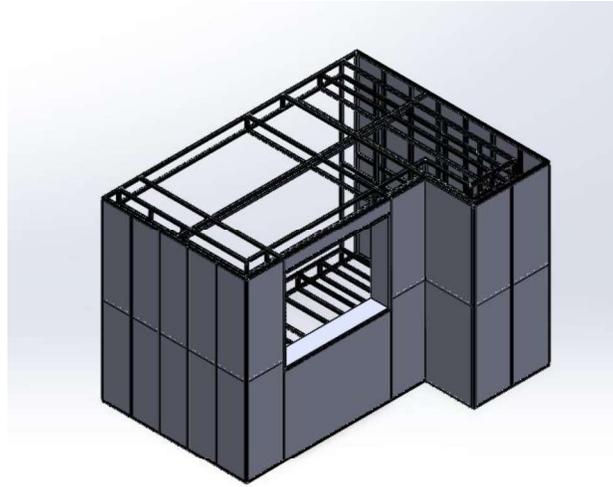


Ilustración 25: Instalación de chapas en la ventana

Por último, se termina esta tarea instalando las chapas exteriores en el techo.

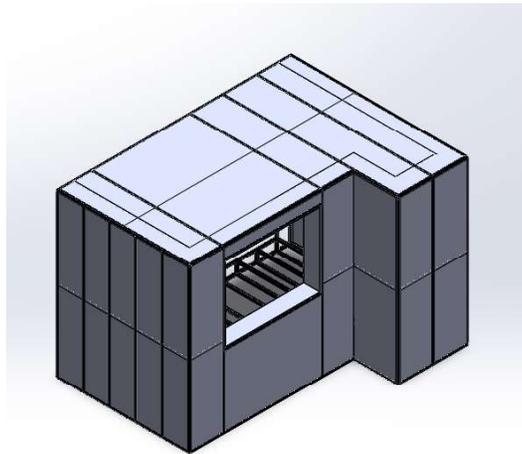


Ilustración 26: Resultado final de la capa exterior

Pasando al interior de la cocina y como ya se mencionó anteriormente, se diferenciarán 3 zonas con distintas etapas, las paredes verticales, el falso suelo y techo. Empezando por las paredes verticales, se instalará el aislante térmico.

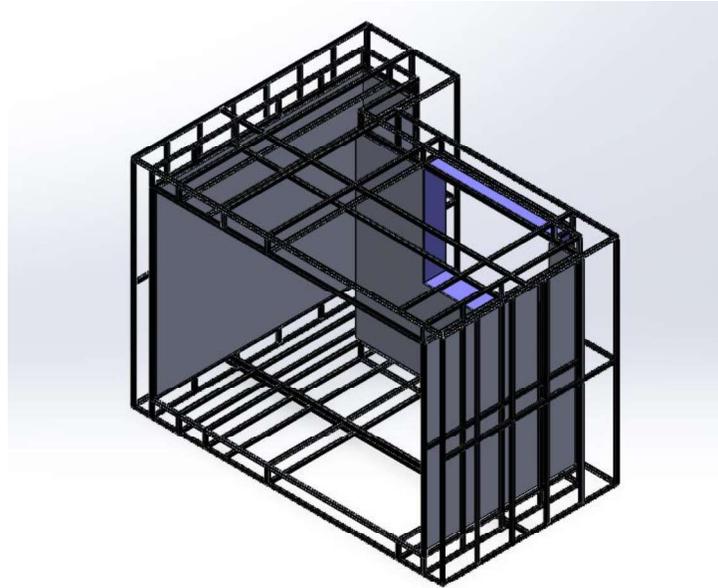


Ilustración 27: Instalación de la capa aislante

Se han suprimido las chapas exteriores en la ilustración para poder observar mejor la capa aislante, además en otro color se puede distinguir la capa aislante que irá instalada en el cerramiento de la ventana, esta capa irá atornillada al bastidor interior.

Ya terminada la colocación del aislamiento vertical, se instala el tablero fenólico que irá en el falso suelo y las placas de yeso laminado.

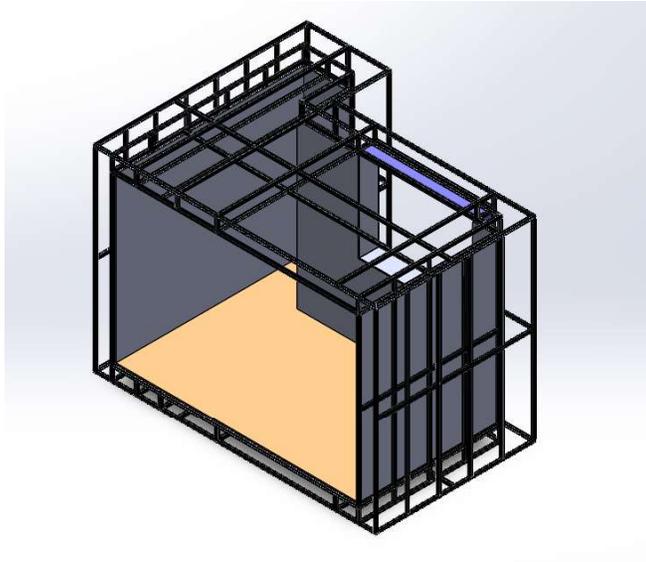


Ilustración 28: Instalación del tablero fenólico

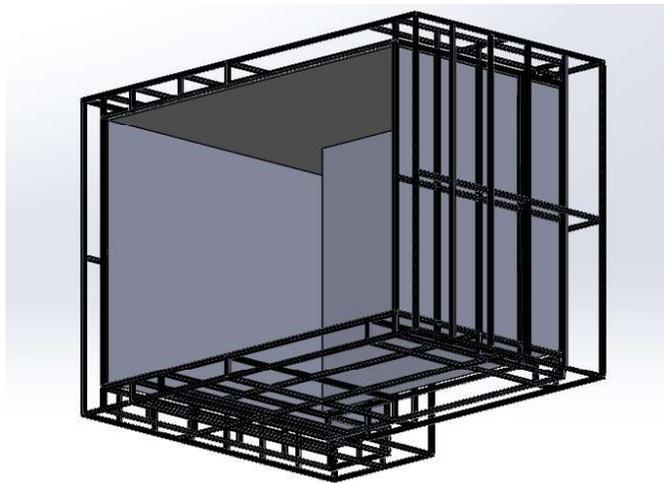


Ilustración 29: Instalación del yeso laminado

Teniendo ya la estructura del interior de la cocina bien definida, falta la colocación de los paneles interiores de PVC, así como el suelo fenólico para terminar con el revestimiento interior. Previamente a esto, se instala el perfil de la ventana.

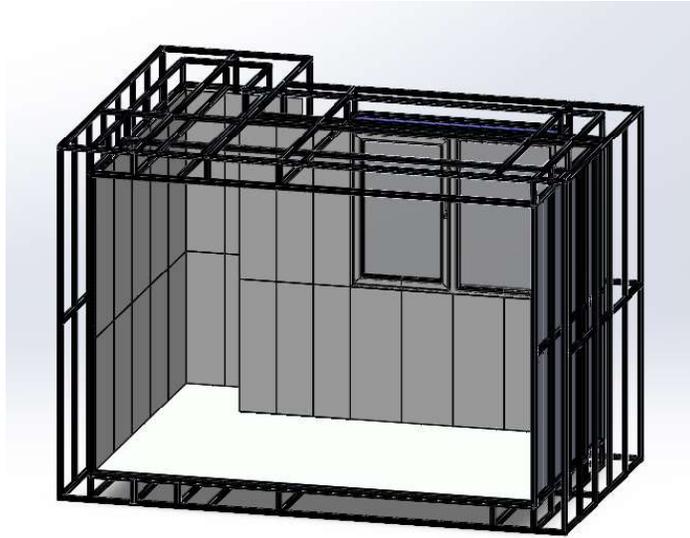


Ilustración 30: Instalación del revestimiento interior y ventana

Se ha suprimido el falso techo para que se observe mejor el revestimiento interior. Ya por último queda la instalación de los muebles, así como realizar una apertura en el falso techo donde quedará instalada la campana extractora, esta apertura será de 160x160mm, suficiente para el tiro de la campana.

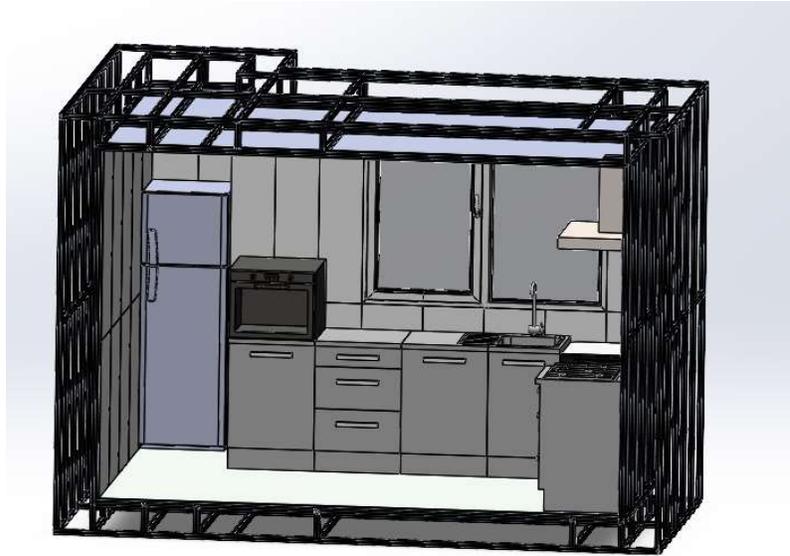


Ilustración 31: Instalación de muebles.

Aunque no se aprecie en la ilustración, encima del horno irá otro espacio de almacenamiento. Referente a las conexiones de los electrodomésticos, así como la conexión de agua en el fregadero irán desde el falso suelo, es por ello por lo que el módulo no queda cerrado totalmente por el inferior, ya que este quedará montado sobre la estructura de la vivienda, teniendo las conexiones de las instalaciones viniendo desde el inferior.

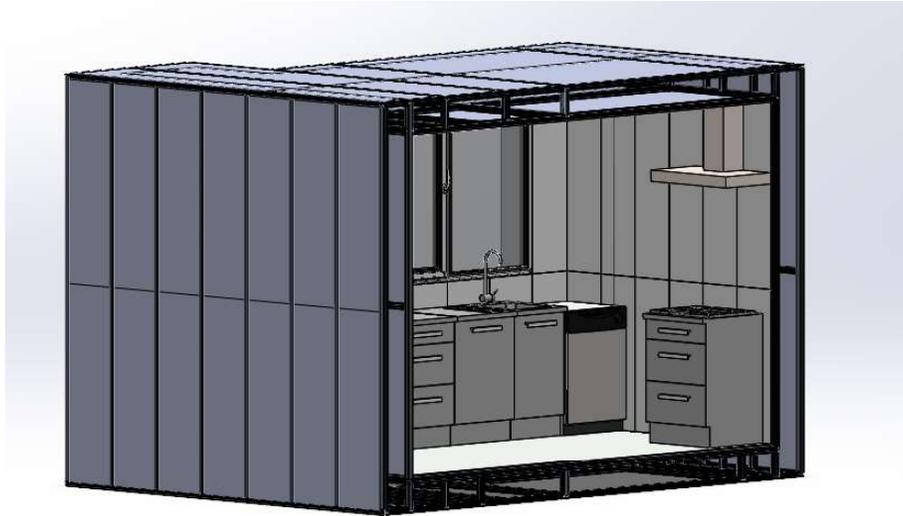


Ilustración 32: Vista lateral del módulo

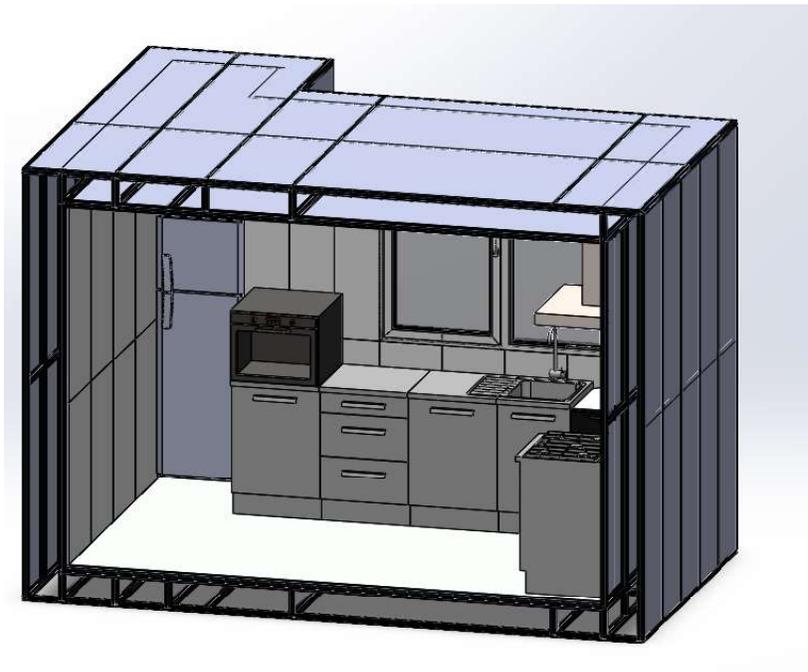


Ilustración 33: Vista trasera del módulo

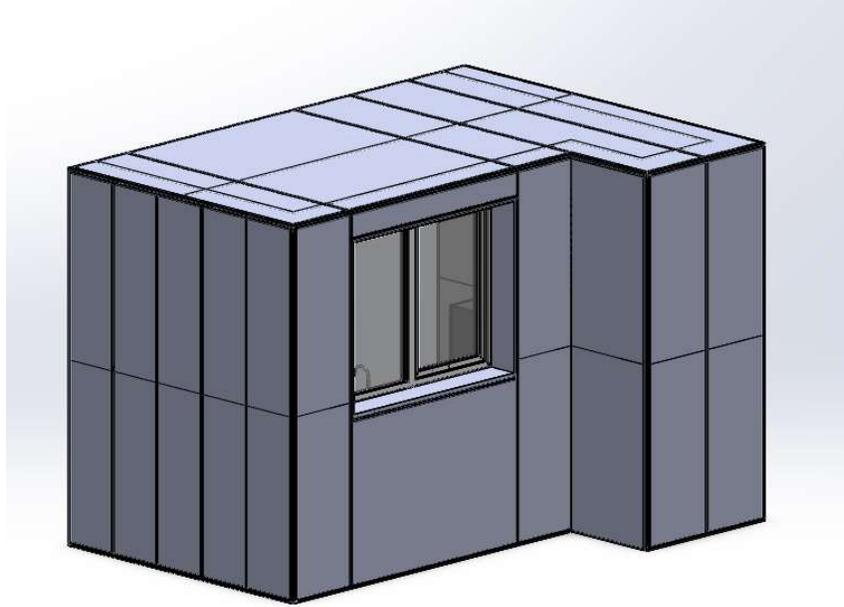


Ilustración 34: Vista frontal del módulo

5.3 IMPLEMENTACIÓN EN PARALELO

Ya explicado los procesos de construcción de la cocina, queda establecer los plazos de construcción y las horas de trabajo necesarias.

Para este apartado se seguirán las siguientes indicaciones:

- Se supondrán un total de 6 trabajadores trabajando en un horario laboral de 8 horas al día (20 horas semanales).
- Para el seguimiento de plazos, se utilizará un diagrama de Gantt, este es una herramienta gráfica que sirve para indicar los tiempos en una actividad, en este caso, la construcción del módulo de cocina. Además, para cumplir con la metodología

Lean, se intentará incluir procesos en paralelo en la medida de lo posible, así como eliminar trabajos que no aporten en la calidad del módulo.

En primer lugar, es imprescindible la preparación del espacio de trabajo, así como la entrega de materiales a necesitar y la organización de ellos. En el primer día de trabajo (8 horas) se conseguirá lo anterior.

La construcción del entramado de perfiles se puede distinguir en 3 tareas, por un lado, 2 trabajadores empiezan la construcción de la base y falso suelo del bastidor, por otro lado, otros 2 trabajadores preparan los perfiles verticales tanto exteriores como interiores, mientras, los últimos 2 trabajadores preparan la estructura del falso techo. De este modo, trabajando en paralelo y una vez terminada cada tarea, se termina atornillando las diferentes partes del entramado formando así el esqueleto completo. Esta tarea es posible realizarla en 16 horas (equivalente a 2 días de trabajo).

Una vez terminado el bastidor, se empiezan con las tareas de tanto la colocación de las chapas exteriores como la instalación del aislante en el interior de la cocina, ambas tareas pueden realizarse en paralelo sin problema alguno. Para las chapas exteriores, 2 trabajadores van atornillando estas al bastidor exterior mientras 2 trabajadores van instalando el aislante y los 2 restantes colocan tanto el tablero fenólico como el Pladur. Para la colocación de la capa exterior, se necesitan un total de 16 horas, salvo que para el resto 8 horas es suficiente. También es importante añadir la capa de pintura al Pladur en esta etapa.

Una vez terminado la instalación del aislante, se comienza con el revestimiento interior, se coloca el suelo vílico a su vez que se colocan los paneles de PVC en las paredes del módulo.

Por último, quedaría la instalación de los muebles y la instalación del perfil de la ventana, en esta etapa también se realiza la apertura para la extracción de humos.

Ya terminado la construcción del módulo, se añade otra etapa para la limpieza de este y acabados finales.

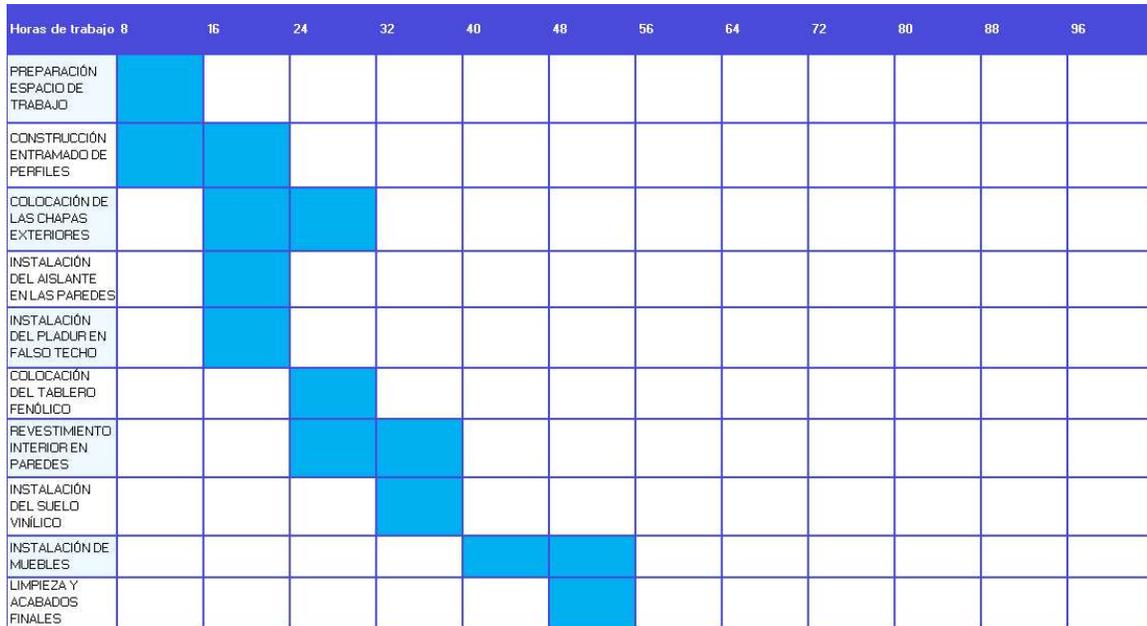


Ilustración 35: Diagrama de Gantt para construcción en paralelo

5.4 IMPLEMENTACIÓN EN SERIE

En este apartado se realizará la construcción de la cocina teniendo en cuenta unos plazos tradicionales en serie, a medida que se acaba una tarea, se comienza la siguiente. Para este apartado se ha tomado la misma condición expuesta en la implementación en paralelo.

Por ello, editando el diagrama de Gantt anterior, moviendo las tareas de tal forma que queden de forma consecutiva.

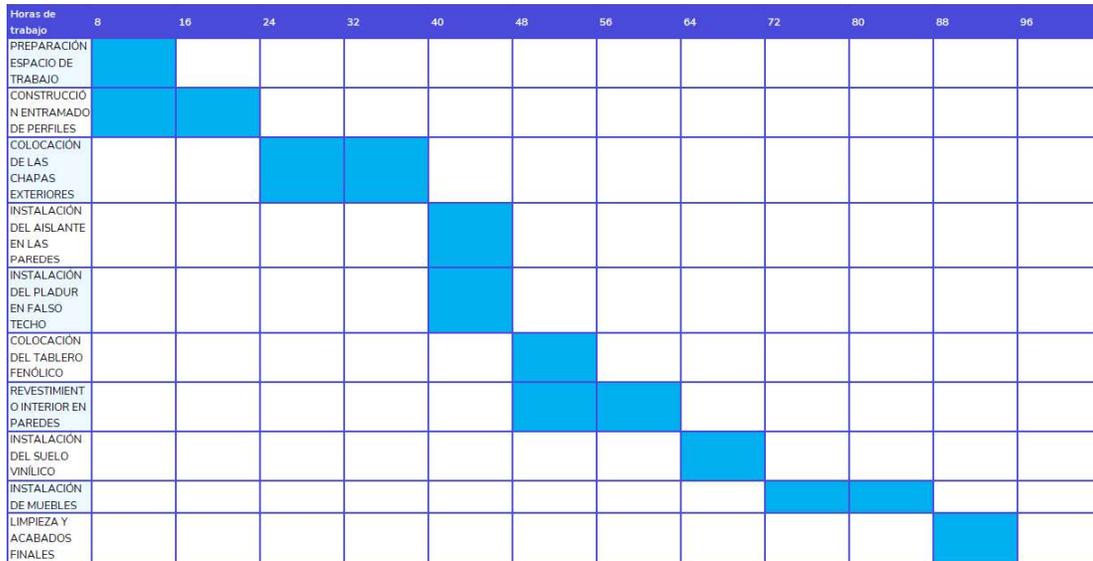


Ilustración 36: Diagrama de Gantt en construcción en serie.

Cabe mencionar que teniendo 6 trabajadores se pueden realizar varias actividades en el mismo día de trabajo, es por ello por lo que el diagrama no resulta tener todas las tareas consecutivas, sino que tareas como por ejemplo la instalación del aislante como la instalación del Pladur es posible realizarla el mismo día.

Como resultado, esta metodología de construcción nos demora un total de 88 horas de trabajo, que, comparando con las 48 horas de trabajo en paralelo se convierte en un 157% extra.

5.5 *MANTENIMIENTO*

El mantenimiento adecuado en este módulo de cocina supone tal papel fundamental que debe tenerse en cuenta. Este mantenimiento es indispensable para su funcionamiento óptimo y para alargar la vida útil. Además, un programa bien diseñado también garantiza la seguridad y durabilidad de los equipos presentes. Un mantenimiento regular promueve evitar problemas a largo plazo, lo que ayuda a reducir costos asociados y minimizar tiempos de

inactividad. En este apartado se incluirá un correcto mantenimiento preventivo como correctivo.

Mantenimiento preventivo

Este primero pretende que el módulo se mantenga en condiciones óptimas, así como evitar problemas futuros. Algunas actividades que se recomiendan se detallan de la siguiente manera.

- Limpieza regular: Una correcta limpieza no solo del módulo en sí, sino también electrodomésticos, conductos de ventilación y sistemas de extracción de humos ayuda a eliminar la acumulación de suciedad que pueda estar causando problemas de seguridad a largo plazo.
- Inspección de electrodomésticos: Tanto como la limpieza de estos, comprobar esporádicamente equipos como el horno, nevera o campana extractor es útil para verificar su correcto funcionamiento e identificar posibles fugas o fallos en los sistemas
- Mantenimiento de la fontanería: Es necesario inspeccionar los sistemas de fontanería, revisando desagües y las tuberías para buscar posibles obstrucciones.

Mantenimiento correctivo

Una vez se detecta un problema, el mantenimiento correctivo entra en acción tomando medidas al respecto. Para ello se debe seguir un plan de acción eficiente y claro para corregir estos fallos.

En primer lugar, se debe identificar el problema y diagnosticarlo, tratando de averiguar el origen de la falla y comprobar que equipos están en riesgo. Ya identificado el problema, se debe tomar la acción correctiva, como puede ser reparar el equipo o reemplazar algún componente.

Es fundamental documentar estas acciones correctivas, registrando el problema y la medida tomada para posteriormente tenerlas como referencia. Por último, se puede analizar las causas del problema y tratar de buscar una manera de mejora para evitar futuras complicaciones y así aumentar el rendimiento del módulo.

5.6 ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado, se llevará a cabo un estudio económico de la cocina modular, con el fin de analizar los costos asociados a los materiales a la mano de obra necesaria. El estudio económico, al igual que el estudio de plazos, es fundamental para el correcto análisis de los resultados finales, permitiendo conocer la viabilidad del proyecto.

En primer lugar, se elaborará un desglose de los gastos detallados de cada material para posteriormente analizar los costes estimados de la mano de obra. Cabe destacar que este estudio será meramente aproximado ya que el mercado varía bastante. Todo este estudio se realizará con la herramienta *generadordeprecios.info*².

El estudio económico se desglosará de la siguiente manera:

² *Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. (s. f.).* Recuperado 11 de

julio de 2023, de

[http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,login,idioma:0\[n:2\]](http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,login,idioma:0[n:2])

- **Entramado**

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07lsf005a	kg	Acero conformado en frío, galvanizado, tipo DX52D+Z275MA, en perfiles mecanizados y ensamblados en taller, de 0,8 mm de espesor, para muro estructural de entramado ligero de perfiles (light steel framing), con una separación entre montantes de 600 mm y perforaciones en los montantes, pretaladradas en taller, para el paso de instalaciones; con remaches para la unión de los perfiles entre sí y anclajes mecánicos de autoexcavado, de acero galvanizado para la fijación de los paneles al forjado o a la cimentación.	1.000	3.33	3.33
				Subtotal materiales:	3.33

Ilustración 37: Subtotal entramado

Como se mencionó en el apartado del bastidor, el perfil a usar, de acero galvanizado, tiene un precio de 3.33€/kg. Ahora, mediante la herramienta SolidWorks, podemos calcular la masa total del entramado. Esto da un total de 249.6 kg, es decir, un total de $3.33 \cdot 249.6 = 831.2\text{€}$.

- **Chapas exteriores**

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt12ppa010abja	m ²	Panel sándwich de acero galvanizado, de 50 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por cara exterior de chapa lisa acabado prelacado, RC3 y RUV4, según UNE-EN 10169, de 0,6 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 120 kg/m ³ , y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,69 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, resistencia al fuego EI 30 según UNE-EN 1366-1; para fachadas y particiones.	1.050	47.58	49.96
mt12ppa100a	Ud	Kit de accesorios de fijación, para paneles sándwich aislantes, en fachadas.	0.200	9.97	1.99
mt13dcp020a	m	Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	2.000	2.11	4.22
				Subtotal materiales:	56.17

Ilustración 38: Subtotal chapas exteriores

Para el coste total de las chapas exteriores, hay que tener en cuenta los 56.17€/m² del panel sándwich, así como las fijaciones necesarias. El total de la superficie a cubrir con estos paneles es de 38.82 m², por lo que el total asciende a $56.17 \cdot 38.82 = 2180.52\text{€}$.

- **Aislante:**

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt16acs010ka	m ²	Panel de aglomerado de	1.050	7.17	7.53
Subtotal materiales:					7.53

Ilustración 39: Subtotal de la capa aislante

Teniendo en cuenta un coste del material de 7.53€ el m² de corcho y midiendo la superficie del módulo donde irán estos paneles, la cual asciende a 20.2 m², nos da un total de $7.53 \cdot 20.2 = 152.106\text{€}$.

- **Revestimiento interior:**

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt12pvc010ae	m ²	Panel alveolar de PVC, sin ranurado longitudinal, de 250x2550 mm y 8 mm de espesor, acabado lacado, color blanco, Euroclase B-s3, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con el precio incrementado el 20% en concepto de perfiles de terminación.	1.050	35.71	37.50
mt12psg220	Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	8.000	0.06	0.48
Subtotal materiales:					37.98

Ilustración 40: Subtotal del revestimiento interior

Habiendo elegido unos paneles de PVC cuyo precio, incluyendo la fijación, asciende a 37.98€ por m², y, siendo la misma superficie total que en la capa aislante, nos da un total de $37.98 \cdot 20.2 = 767.2\text{€}$.

- **Falso suelo**

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ems020accaxb	m ²	Panel contralaminado de madera (CLT), de superficie media mayor de 6 m ² , de 60 mm de espesor, formado por tres capas de tablas de madera, encoladas con adhesivo sin urea-formaldehído, con capas sucesivas perpendiculares entre sí y disposición transversal de las tablas en las capas exteriores; acabado superficial calidad no vista en ambas caras, de madera de abeto rojo (<i>Picea abies</i>) y pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>), clase de servicio 1 y 2, según UNE-EN 1995-1-1, Euroclase D-s2, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, conductividad térmica 0,13 W/(mK), densidad 490 kg/m ³ , calor específico 1600 J/kgK, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 20, contenido de humedad a la entrega del 12% (+/- 2%), clase resistente C24 y módulo de elasticidad paralelo de 12500 N/mm ² .	1.150	58.16	66.88
mt07ems030	Ud	Repercusión, por m ² , de tratamiento superficial hidrofugante, transparente, aplicado en una cara del panel contralaminado de madera.	1.000	4.96	4.96
mt16pdr010ab	m	Banda resiliente, de caucho EPDM extruido, de 5 mm de espesor y 95 mm de anchura, para reducción de ruido de impactos en 4 dBA, según UNE-EN ISO 10140, sin sustancias orgánicas volátiles (VOC), con grapas de fijación.	0.350	17.51	6.13
mt07emr320oa	Ud	Repercusión, por m ² , de refuerzo de juntas entre paneles, mediante paneles machihembrados para su correcto acoplamiento fijados con tornillos autoperforantes de cabeza ancha, de acero cincado con revestimiento de cromo y sellado interior con cinta adhesiva por ambas caras, de goma butílica, con armadura de poliéster.	1.000	2.11	2.11
mt07emr330lua	Ud	Repercusión, por m ² , de resolución de encuentros, mediante sellado exterior con cinta autoadhesiva de polietileno con adhesivo acrílico sin disolventes, con armadura de polietileno y película de separación de papel silliconado, previa aplicación de imprimación incolora, a base de una dispersión acrílica sin disolventes.	1.000	2.17	2.17
mt07emr117a150	Ud	Repercusión, por m ² , de tornillos de cabeza redonda, de acero galvanizado, para montaje de panel contralaminado de madera.	1.000	1.50	1.50
				Subtotal materiales:	83.75

Ilustración 41: Subtotal precio tablero

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt18adq010d	kg	Adhesivo de poliuretano bicomponente para aplicar en interiores y exteriores, para el encolado de pavimentos de PVC, sin disolventes ni plastificantes, color beige.	0.225	5.89	1.33
mt18dsi040a	m ²	Lámina homogénea de PVC, antideslizante, para uso en cuartos húmedos, de 2 mm de espesor, con tacos en relieve, color a elegir; suministrada en rollos de 200 cm de anchura; peso total: 3150 g/m ² ; clasificación al uso, según UNE-EN ISO 10874: clase 23 para uso doméstico; clase 34 para uso comercial; clase 43 para uso industrial; Euroclase Bfl-s1 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1.	1.100	28.20	31.02
				Subtotal materiales:	32.35

Ilustración 42: Subtotal suelo vinílico

En primer lugar, se tiene en cuenta el tablero de madera contra laminado que irá instalado como estructura y aislante para el falso suelo, este tablero tendrá un tratamiento hidrofugante además de una preparación para la reducción de ruido. Se ha tenido en cuenta el precio de la instalación de este tablero, el cual asciende a 83.75€/m². Teniendo un total de 8m² de

superficie, el total asciende a $8 \cdot 83.75 = 670\text{€}$. Por otro lado, el revestimiento de este falso suelo, el suelo vinílico, tendrá un precio de 32.25€/m^2 , precio que incluye el adhesivo necesario para su instalación. El total necesario será de $8 \cdot 32.35 = 258.8\text{€}$.

- Falso techo

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt12psa010a	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12.5 / con los bordes longitudinales afinados.	1.050	6.11	6.42
mt12psg081c	Ud	Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.	17.000	0.01	0.17
mt12psg030a	kg	Pasta de juntas, según UNE-EN 13963.	0.300	1.32	0.40
mt12psg040a	m	Cinta micropertorada de papel, según UNE-EN 13963.	1.200	0.05	0.06
		Subtotal materiales:			7.05

Ilustración 43: Subtotal del falso techo

Para las placas de yeso laminado, se ha incluido en el desglose de precios el tornillo autoperforante que fijará las placas al entramado, también la pasta de juntas y la cinta micropertorada que será necesaria para la instalación de falso techo. Teniendo una superficie de 8 m^2 , el total asciende a $7.05 \cdot 8 = 56.4\text{€}$.

- Muebles y ventana

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Materiales					
mt32lav010hkaa	Ud	Lavavajillas independiente, de 600 mm de anchura, 845 mm de altura y 600 mm de profundidad, acabado cromado mate, con capacidad para 14 cubiertos, consumo de energía por 100 ciclos del programa Eco 65 kWh, consumo de agua del programa Eco 9,5 l, clase de eficiencia energética B, clase de emisión de ruido aéreo B, según el Reglamento Delegado (UE) N° 2019/2017.	1.000	400.00	400.00
mt32hok010Ja	Ud	Horno eléctrico integrable, de 595 mm de anchura, 595 mm de altura y 575 mm de profundidad,	1.000	402.71	402.71
mt32fri010kfp	Ud	Frigorífico combi, de 595 mm de anchura, 2030 mm de altura y 682 mm de profundidad, acabado cromado mate, capacidad de los compartimentos del frigorífico 277 l, capacidad de los compartimentos del congelador 107 l, consumo de energía anual 215 kWh, clase de eficiencia energética D, clase de emisión de ruido aéreo B, según el Reglamento Delegado (UE) N° 2019/2016.	1.000	700.00	700.00
mt30fxs010a	Ud	Fregadero de acero inoxidable para instalación en encimera, de 1 cubeta, de 450x490 mm, con válvula de desagüe.	1.000	135.30	135.30
mt31gmg030a	Ud	Grifería monomando con cartucho cerámico para fregadero, gama básica, acabado cromado, compuesta de caño giratorio, aireador y enlaces de alimentación flexibles, según UNE-EN 200.	1.000	82.65	82.65
mt30lla030	Ud	Llave de regulación de 1/2", para fregadero o lavadero, acabado cromado.	2.000	21.82	43.64
mt30sif020a	Ud	Sifón botella sencillo de 11/2" para fregadero de 1 cubeta, con válvula extensible.	1.000	4.37	4.37
mt32pvs010sk	Ud	Placa vitrocerámica, de 600 mm de anchura, 60 mm de altura y 490 mm de profundidad, color negro, 4 zonas y potencia 6300 W.	1.000	238.49	238.49
mt19egn010a	m²	Encimera de granito nacional, Blanco Cristal pulido, de 2 cm de espesor.	1.495	143.75	214.91
mt19cwa030aaa	m	Formación de canto simple recto con los bordes ligeramente biselados, en encimera de piedra natural.	3.500	5.28	18.48
mt19ewa040a	m	Formación de canto recto en copete de piedra natural, para el encuentro entre la encimera y el paramento vertical.	2.300	5.28	12.14
mt19ewa010d	Ud	Formación de hueco con los cantos pulidos, en encimera de granito.	1.000	41.23	41.23
mt19ewa020	Ud	Material auxiliar para anclaje de encimera.	2.300	11.19	25.74
mt32war010	kg	Sellador elástico de poliuretano monocomponeente para juntas.	0.033	11.24	0.37
mt32ces010a	Ud	Campana extractora, convencional, con 1 motor de aspiración, según UNE-EN 60335-1, con elementos de fijación.	1.000	60.86	60.86
mt21cys010eaab	m	Cerramiento acristalado sin perfiles verticales, gama básica, de 1,4 m de altura total, formado por perfil superior y perfil inferior lacado color blanco, de aluminio y hojas deslizantes y abatibles, de vidrio incoloro templado de seguridad, de 6 mm de espesor, con los cantos pulidos. Incluso juntas, tornillería de acero inoxidable, gomas, felpudos, tirador metálico, juego de remates laterales lacado color blanco y pinzas de sujeción de hojas. Según UNE-EN 14351-1.	1.700	303.60	516.12
Subtotal materiales:					2897.01

Ilustración 44: Subtotal muebles y ventana

Como se puede observar, no solo se ha tenido en cuenta la adquisición de electrodomésticos sino también la instalación de una encimera de granito para añadir estética y funcionalidad a la cocina, con un precio de 140€ para las medidas necesitadas. Cabe destacar que para este subapartado se ha comparado entre varios fabricantes ya que los precios varían bastante en este caso. Entre esos electrodomésticos se encuentra el lavavajillas, con un precio medio de 400€, el horno, con un precio medio de 400€, el frigorífico, con un precio medio de 700€, la placa vitrocerámica, con un precio medio de 240€ y la campana extractora, con un precio medio de 60€. Por último, el cerramiento acristalado cuenta con un precio de 300€. Este total asciende a 2897€ aproximado.

- **Total**

Una vez teniendo el desglose detallado de cada material a comprar, hay que añadir el precio de mano hora. En la instalación en paralelo, hemos supuesto una cantidad de 48 horas, lo que, siendo 6 trabajadores y a un precio medio de 20€/hora, el total son $20 \cdot 48 \cdot 6 = 5760\text{€}$. Teniendo esto en cuenta y sumando los gastos anteriores nos da un total de 13573.32€.

	Precio
Entramado	831.20 €
Chapas exteriores	2.180.52 €
Aislante	152.20 €
Revestimiento interior	767.20 €
Falso suelo	928.80 €
Falso techo	56.40 €
Muebles y ventana	2.897.00 €
Mano de obra	5.760.00 €
Total	13.573.32 €

Ilustración 45: Estudio económico

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se ha podido observar una visión detallada al diseño y desarrollo del módulo de una cocina modular. A través de la investigación de diferentes materiales y técnicas de construcción se ha conseguido obtener información valiosa sobre la viabilidad de este tipo de solución modular.

En primer lugar, se han evaluado diferentes materiales que realmente son viables para la construcción sostenible, teniendo propiedades muy similares a otros materiales que pueden dejar un mayor impacto en el medioambiente.

Asimismo, se ha comparado la construcción tradicional en serie con la construcción en paralelo, de este modo y siguiendo con la metodología Lean, se ha conseguido un ahorro del 54% en términos de horas de trabajo, (88 horas en la construcción en serie y 48 horas en la construcción en paralelo). Sin embargo, la filosofía Lean también sugiere la eliminación de procesos innecesarios. Es por ello por lo que habría que analizar las primeras cocinas modulares construidas y observar si algún proceso es descartable. Por ejemplo, la separación del entramado exterior e interior que se diseñó para un mayor aislamiento y protección a la humedad necesita de mayores perfiles que si se hubiese diseñado sin ese espacio.

En términos del estudio económico, es muy complejo saber a ciencia cierta el precio que conlleva la construcción de una cocina tradicional para poder realizar una comparación. Lo que si podemos estimar es el precio medio de una reforma de una cocina estándar, el cual es de entre 6000-9000€. Con esto, llego a concluir que el coste de la cocina modular, incluyendo el coste de la estructura, no supera excesivamente el coste de una reforma estándar, por lo que es una opción viable. También cabe destacar que al igual que algunos procesos pueden ser suprimidos, otros materiales pueden ser sustituidos por otros más económicos. Por ejemplo, si se observa un buen aislamiento en la cocina, se puede sustituir el panel sándwich de acero por unos paneles simples de aceros.

En conclusión, la construcción modular ofrece bastantes ventajas en el diseño de módulos específicos, así como de viviendas. En este trabajo solo se ha estudiado la viabilidad de la construcción de una cocina, sin embargo, el proyecto de estas viviendas permite una mayor flexibilidad en el diseño y necesidades específicas. Además, la construcción modular promueve la utilización eficiente de los recursos, permite un mayor control de calidad y una reducción de riesgos asociados a la construcción *in situ*.

Como trabajos futuros, se debe analizar el proceso de conexión entre los distintos módulos y la estructura, así como las conexiones entre las instalaciones y los módulos. En el caso de la cocina, queda pendiente la instalación de aguas y electricidad al entramado de las instalaciones. También queda el análisis del sistema de evacuación de humos, importante para la seguridad de la vivienda. Sería interesante incluir una visión ecológica sobre los residuos generados en la cocina y su correcto reciclaje para así concluir en un módulo totalmente sostenible.

Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA

▷ *Perfiles de aluminio* | MOTEDIS. (s. f.). Recuperado 11 de abril de 2023, de

<https://www.motedis.es/es/Perfiles-de-aluminio>

Aislamiento Exterior – Desarrollos CYPESA. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2023, de

<https://www.cypsa.es/construccion/aislamiento-exterior/>

Corcho expandido Aglocork Térmico—Barnacork—Productos de corcho—Cork products. (2020, agosto 3). <https://www.barnacork.com/corcho-expandido-aglocork-termico/>

¿Cuánto cuesta reformar una cocina? Claves y Precios. (2023, julio 4). habitissimo.es.

<https://www.habitissimo.es/presupuestos/reformas-cocinas>

Desarrollos CYPESA – Industrias de Poliestireno Expandido. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2023, de <https://www.cypsa.es/>

Distribución y ergonomía en la cocina, las recomendaciones de Agloval. (2019, abril 4). *Agloval*.

<https://www.agloval.com/distribucion-y-ergonomia-en-la-cocina/>

Fachadas de Acero Inoxidable. (s. f.-a).

Fachadas de Acero Inoxidable. (s. f.-b).

Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. (s. f.). Recuperado 11 de julio de 2023, de [http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,login,idioma:0\[n:2\]](http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,login,idioma:0[n:2])

Mantenimiento de cocina. (s. f.). Mantenimiento. Recuperado 11 de julio de 2023, de <https://mantenimiento.win/mantenimiento-de-cocina/>

MantenimientosBdbn. (2019, septiembre 9). Mantenimientos preventivos en los equipos de cocina | BDBN. *Empresa de Mantenimiento Integral BDBN.* <https://www.mantenimientosbdbn.com/mantenimientos-preventivos-en-los-equipos-de-cocina/>

Perfiles de aluminio 40x40 ligeros Tipo I | norelem.es. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2023, de <https://norelem.es/es/Vista-general-de-productos/T%C3%A9cnicas-de-montaje/10000/Perfiles-de-aluminio/Perfiles-de-aluminio-40x40-ligeros-Tipo-I/p/agid.17107>

Poliestireno expandido EPS. (s. f.). DIATERM. Recuperado 13 de julio de 2023, de <https://diaterm.com/productos/aislamiento-termico-construccion/comprar-poliestireno-expandido-eps/>

Sistemas Pladur. (s. f.). Recuperado 21 de junio de 2023, de <https://corporativo.pladur.com/es/es/sistemas/techos-pladur/>

Tablero contrachapado fenólico (Abedul, 2.500 x 1.250 x 15 mm) | BAUHAUS. (s. f).

Recuperado 10 de junio de 2023, de https://www.bauhaus.es/tableros-de-contrachapado/tablero-contrachapado-fenolico/p/28948616?cid=SSAGoo10564883661_103188764534&pla_campid=10564883661&pla_adgrid=103188764534&pla_prpaid=925661092294&pla_prid=28948616&pla_adt=pla&pla_prch=online&pla_stco=&gclid=CjwKCAjwvpCkBhB4EiwAujULMvnSOh0bUvYdiAsywSFWLtMa1S42VvPQRjoslVDJNeRWZEx5A1VvPhoCdtoQAvD_BwE

www.gesio.com, D. con. (s. f.). *Fachada Sandwich in situ*. Recuperado 6 de abril de 2023, de <https://www.incoperfil.com/fachada-sandwich/>

ANEXO I