



Universidad de Valladolid

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO

**PREFABRICACION DE VIVIENDAS PASSIVHAUS
MEDIANTE REUTILIZACION DE CONTAINERS.**

AUTORA: MARTA CAYÓN GARCIA

TUTOR: ALBERTO MEISS RODRIGUEZ

JUNIO 2019

Universidad de Valladolid

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS
PASSIVHAUS MEDIANTE
REUTILIZACIÓN DE CONTAINERS.

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

MARTA CAYÓN GARCIA
7-6-2019

RESUMEN

Este trabajo trata sobre la construcción de viviendas a partir de containers marítimos. Un nuevo sistema de construcción en auge.

En sus comienzos su finalidad estaba relacionada con dar refugio, usados como viviendas temporales en conflictos bélicos, desastres naturales... Pudiendo llegar a crearse pequeñas ciudades refugio. Con el paso del tiempo se fueron dando nuevos usos a este tipo de containers, como pequeñas tiendas, viviendas mínimas, hasta llegar a la actualidad. En la cual encontramos viviendas construidas a base de container que nada tienen que ver con una vivienda mínima, incluso llegando a la construcción de centros comerciales.

Nos centraremos en la construcción de una vivienda pasiva, a partir de módulos realizados con containers. Hablaremos de los diferentes sistemas y elementos que la componen. Y aplicaremos todos estos conceptos a un ejemplo en particular, el cual certificaremos mediante el programa pphp.

PALABRAS CLAVE

Containers marítimo

Construcción modular

Instalaciones

Ahorro Energético

Passivhaus

ABSTRACT

This paper deals with the construction of housing from marine containers. A new construction system is on the rise.

In its beginnings its purpose was related to give refuge, used as temporary houses in war conflicts, natural disasters... Being able to create small cities of refuge. With the passage of time, new uses were given to this type of containers, such as small shops, minimal housing, until today. In which we find houses built on the basis of containers that have nothing to do with a minimum housing, even reaching the construction of shopping centers.

We will focus on the construction of a passive house, from modules made with containers. We will talk about the different systems and elements that compose it. And we will apply all these concepts to a particular example, which we will certify through the pphp program.

KEY WORDS

Maritime Containers

Modular construction

Facilities

Energy Saving

Passivhaus

INDICE

1. INTRODUCCION	11
2. CARACTERISTICAS CONTAINERS	15
2.1. TIPOLOGIAS	15
2.2. TRANSPORTE	18
3. CARACTERISTICAS PASSIVHAUS	21
3.1. ¿QUÉ ES UNA PASSIVHAUS?.....	21
3.2. CERTIFICADO PASSIVHAUS	23
3.3. REQUISITOS BÁSICOS PASSIVHAUS.....	25
3.3.1. <i>Demanda de Calefacción:</i>	26
3.3.2. <i>Demanda de Refrigeración</i>	26
3.3.3. <i>Demanda de energía primaria</i>	26
3.3.4. <i>Estanqueidad</i>	26
3.3.5. <i>Confort térmico</i>	27
4. DISEÑO DE UNA VIVIENDA CON CONTAINERS.	29
4.1. ELECCIÓN	30
4.2. MÓDULOS BÁSICOS.....	32
4.3. PROPUESTAS DE DISEÑO DE VIVIENDAS.....	34
5. CONSTRUCCION Y MONTAJE	37
5.1. NORMATIVA	37
5.2. CIMENTACIÓN.....	39
5.2.1. <i>Preparación de la parcela.</i>	39
5.2.2. <i>Preparación y transformación de los módulos.</i>	40
5.2.3. <i>Unión entre containers.</i>	41
5.3. MONTAJE	41
5.4. AISLAMIENTO	43
4.4.1. <i>Aislamiento por el interior.</i>	44
4.4.2. <i>Aislamiento por el exterior.</i>	45
5.6. INSTALACIONES	47
5.7. ENERGÍAS LIMPIAS.....	53
6. PROPUESTA	57
6.1. UBICACIÓN	57
6.2. PLANIMETRÍA	59
6.3. CIMENTACIÓN.....	60
6.4. CUBIERTA.....	62
6.5. FACHADA	65
6.6. TRASDOSADOS INTERIORES.....	67
6.7. ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO	68
6.8. CUMPLIMIENTO DEL CERTIFICADO PASSIVHAUS.....	70
7. CONCLUSIONES	73
8. BIBLIOGRAFIA	77
9. ANEXOS	80

1. INTRODUCCION

Las viviendas prefabricadas o de rápida construcción comenzaron a diseñarse en el siglo XIX con la finalidad de poder llegar a lugares apartados y con relieves difíciles, donde es más difícil la construcción de una vivienda o edificio con el sistema tradicional. También se empezaron a usar pequeños módulos habitables durante conflictos bélicos o desastres naturales, ya que aporta refugio a las víctimas, teniendo como ventaja en estos casos la rapidez de montaje y la facilidad de poder desmontarlas sin crear alteraciones en el lugar.

Fue en el siglo XX cuando comenzaron a comercializarse y construirse este tipo de viviendas de manera más popular, destinadas al público general, podemos encontrar durante esta época algunas casas prefabricadas de arquitectos conocidos como la Case Study House nº8, de Charles y Ray Emes, construida con materiales bélicos, reutilizados tras la guerra. Esto proporcionó una mayor visibilidad de este tipo de viviendas, lo que aumentó el número de ventas de esta tipología.

Si hablamos de España, esta nueva manera de construir llegó asociada a la idea de la construcción de vivienda mínima, asentadas en terrenos no urbanizables y en su gran mayoría teniendo un carácter vacacional.

No fue hasta los comienzos del siglo XXI, cuando estas viviendas empezaron a tener una mayor importancia y dejaron de tener el carácter de vivienda mínima, para comenzar a crecer tanto en superficie como en altura.

En cuanto al aspecto de estas viviendas ha ido evolucionando desde que comenzaron a construirse, modificándose también los materiales que utilizan. En un comienzo las viviendas prefabricadas se construían con madera, uno de los materiales más económicos y populares para la construcción de viviendas sobre todo en América, el país que más viviendas de este tipo construye. Posteriormente comenzaron a construirse con PVC y con prefabricación en hormigón, materiales que no necesitan tantos tratamientos de protección como ocurre en el primer caso, además su aspecto final una vez construidas es muy parecido al de las viviendas tradicionales. Actualmente, el material más usado para este tipo de viviendas es el acero, su fabricación se lleva a cabo en un taller cerrado, lo que reduce el tiempo de construcción al no influir en el proceso las condiciones climáticas. La vivienda se construye por módulos, que una vez acabados se transportan a la parcela y se acoplan y se maclan entre sí.

Una opción novedosa de vivienda prefabricada es la construida con containers marítimos de acero. No hay una fecha concreta que indique el comienzo de la construcción de containers, aunque en 1987, concretamente el 23 de Noviembre de 1987, Phillip Clark solicitó una patente, bajo el nombre de "Método para convertir uno o más contenedores metálicos marítimos en un edificio habitable", siendo aceptada en Agosto de 1989.

El número de viviendas de este tipo ha aumentado considerablemente en los últimos años. Su ventaja es, al igual que en los anteriores tipos mencionados, la rapidez de construcción, con la ventaja adicional de que la estructura y módulos ya están contruidos, siendo también esto un arma de doble filo ya que el diseño se tiene que amoldar a las dimensiones y limitaciones de los containers. También es una ventaja su precio aún más económicas que las viviendas tradicionales, y siendo más económicas

las viviendas construidas con containers de segunda mano que utilizando nuevos, como es obvio.

El uso de containers de segunda mano permite la reutilización de material de desecho, lo cual es positivo para el medio ambiente, al igual que su sistema de montaje donde los residuos que se generan son mínimos. Como se construyen en taller es más sencillo que su resultado energético sea mayor, respecto las viviendas tradicionales construidas in situ, ya que en su construcción influye aspectos ajenos a la obra.

Podemos encontrar diferentes tipologías de viviendas construidas con containers, las primeras que mencionaremos, ya que fueron el origen de la construcción con containers marítimos, son las viviendas-refugio. Estas se suelen agrupar, correspondiendo cada container a un módulo de vivienda y apilándose todas ellas en altura, según múltiples configuraciones.



Ciudad de containers

Fuente: Plataforma de Arquitectura.

Las imágenes corresponden a una ciudad desmontable pensada para poder ser construida en cualquier tipo de clima y terreno. Podría decirse que es un posible prototipo de ciudad refugio para ambientes bélicos.

Parecido en forma, pero con un fin totalmente diferente al anterior encontramos los edificios de viviendas, donde suelen apilarse en varias alturas con zonas de comunicación exteriores que permiten el acceso a cada uno de los containers. Podemos encontrar diferentes ejemplos de esta tipología en su mayoría destinados a estudiantes, o parejas jóvenes sin hijos ya que el tamaño de estas viviendas es reducido.

Como ejemplo podemos hablar de una residencia de estudiantes situada en Le Havre, Francia, la cual cuenta con cuatro plantas en las que se distribuyen los diferentes contenedores, y donde encontramos dos tipos diferentes de módulos: el primero de ellos está formado por un único container con un área de aproximadamente 11m^2 , que corresponde con una habitación individual, el segundo módulo consta con 25m^2 , que corresponde pequeños estudios con cocina, baño y una pequeña habitación.



También encontramos ejemplos de este tipo en otros países como por ejemplo en Holanda, donde se encuentra la “Tempohousing” la conocida como “ciudad de los contenedores”.



“Tempohousing”, Holanda

Fuente: Plataforma de Arquitectura

Por último, hay que mencionar, las viviendas unifamiliares aisladas, en las cuales se centra este trabajo, el objetivo es la realización de una vivienda con containers está relacionada con la vivienda de dimensiones mínimas, o de carácter temporal. La idea principal de este proyecto desmonta en parte esta idea, ya que se quiere plantear una serie de módulos que permitan la creación de diferentes tipos de vivienda, pudiendo ser de carácter reducido o una vivienda de grandes dimensiones, esto permite al cliente, dentro de las limitaciones de los módulos ya diseñados, crear una vivienda adecuada a sus necesidades.



Casa con contenedor marítimo, Estados Unidos

Fuente: Arquitectura y Empresa

Cabe finalmente añadir que la construcción con containers no es exclusiva de viviendas, sino que podemos encontrar otros usos. Como ejemplo está el uso comercial dentro del cual podemos encontrar los “pop up shops”, módulos temporales usados para publicitar o promocionar diferentes productos, que suelen ser módulos constituidos por un container.



Diferentes PoPus



Fuente: Google imágenes

También existen ejemplos en los que se maclan una cantidad importante de containers, como el centro comercial Boxpark de Shoreditch, Londres, formado por un total de 60 containers divididos en dos plantas, actualmente encontramos tres Boxpark, todos ellos con un carácter permanente.



Diferentes PoPus



Fuente: Google imágenes

Pero el primer centro comercial construido con containers con carácter permanente, se sitúa en Corea del sur y recibe el nombre de Common Ground, en el cual se usaron 200 containers marítimos, llegando a obtener una superficie de 5300m².)



Common Ground



Fuente: Google imágenes

2. CARACTERÍSTICAS CONTAINERS



Iconografía container.

Fuente: Propia

Los containers, están diseñados para el transporte de mercancías durante trayectos de larga duración, su ventaja es la facilidad de trasporte y apilación que tienen realizando el cambio de trasporte o posición mediante una serie de grúas de gran tamaño, esta facilidad se debe a su forma regular, aun con variaciones de tamaño, ya que en el mercado encontramos diferentes tipos de containers con diferentes medidas y diferentes acabados, preparados cada uno de ellos para un tipo de mercancía.

Los más comunes son los containers construidos en acero corten, reforzados con fibra de vidrio y con un recubrimiento interior antihumedad que protege los productos que se encuentran en el interior, además cuentan con refuerzos estructurales en todas las aristas, en cuyos encuentros se sitúan una serie de presillas que permiten la manipulación y ensamblaje de los containers, permitiendo apilarlos en alturas de incluso más de 20 alturas sin sufrir ninguna deformación y manteniéndose totalmente estables , siempre y cuando el arriostamiento entre ellos sea el adecuado.

2.1. TIPOLOGIAS

Podemos encontrar diferentes medidas de container dependiendo del tipo y clasificarlos en diferentes categorías, los más comunes son:

CONTENEDORES DRYVAN:

Son los más comunes, están diseñados para un trasporte general de cargas sólidas, se clasifican en dos tipos dependiendo de la altura.



Contenedor DRYVAN.
Fuente: Propia

ISO SATANDAR:

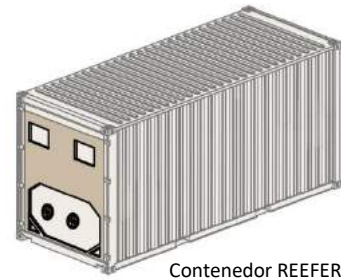
MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5898mm	2352mm	2393mm	30480 Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
12032mm	2352mm	2393mm	32500 Kg

HIGH CUBE:

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5898mm	2352mm	2698mm	30480 Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
12032mm	2352mm	2698mm	32500 Kg

CONTENEDORES REEFER:

Cuentan con equipos propios para la refrigeración, permitiendo el transporte de cargas especiales ya que se tiene un control constante de la temperatura en el interior del container, sobre todo son destinados a la alimentación (carne, pescados, frutas...). Encontramos también dos posibilidades de altura.



Contenedor REEFER.
Fuente: Propia

ISO SATANDAR:

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5444mm	2268mm	2272mm	30480 Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
11561mm	2280mm	2249mm	32500 Kg

HIGH CUBE:

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5898mm	2352mm	2698mm	30480 Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
11561mm	2268mm	2553mm	34000 Kg

CONTENEDORES INSULADOS PHORTOLE O CONAIR:

Son parecidos a los anteriores, ya que, aunque no cuentan con un equipo de refrigeración están preparados para mantener una temperatura constante esto se consigue mediante un equipo tipo "CLIP ON" con una tensión de 220/240V que sirve tanto para los modelos de 20' y 40', permitiendo de esta manera el transporte de alimentos como frutas o verduras. El tamaño es menor que en casos anteriores.

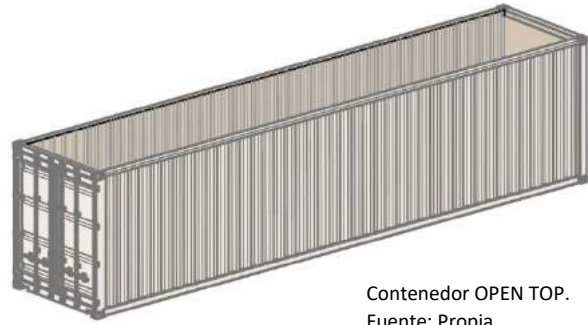


Contenedor PHORTOLE.
Fuente: Propia

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5750mm	2260mm	2110mm	24000 Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
11561mm	2280mm	2249mm	27700 Kg

CONTENEDORES OPEN TOP:

Como bien dice el nombre son contenedores con la parte superior abierta, aunque protegida mediante lonas resistentes a la intemperie, dando una mayor flexibilidad de uso, permitiendo el transporte de elementos voluminosos como pueden ser materiales de construcción, maquinaria... los cuales tienen un volumen irregular y quedan encajados en uno prismático mejorando y facilitando su transporte. Aunque su uso no es muy habitual.

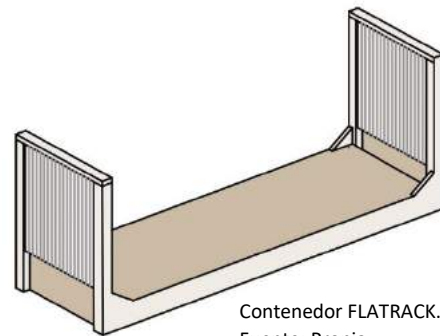


Contenedor OPEN TOP.
Fuente: Propia

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5889mm	2345mm	2346mm	30480Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
12024mm	2352mm	2324mm	32500 Kg

CONTENEDORES FLATRACK:

Encontramos varios modelos de esta tipología de container, que consiste en una carcasa que carece tanto de parte superior como de laterales, teniendo solo la plataforma inferior y los lados de menor tamaño, y en esto se diferencian las dos tipologías, ya que una de ellas mantiene fijos estos laterales, mientras que la otra les tiene rebatibles permitiendo una mayor libertad. Estos containers están diseñados para el transporte de grandes cargas, como puede ser la maquinaria.

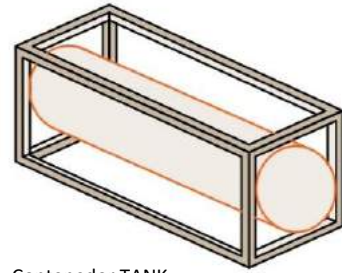


Contenedor FLATRACK.
Fuente: Propia

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5940mm	2345mm	2346mm	32500Kg
MEDIDAS INTERNAS 40'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
12132mm	2400mm	2135mm	45000 Kg

CONTENEDORES TANK:

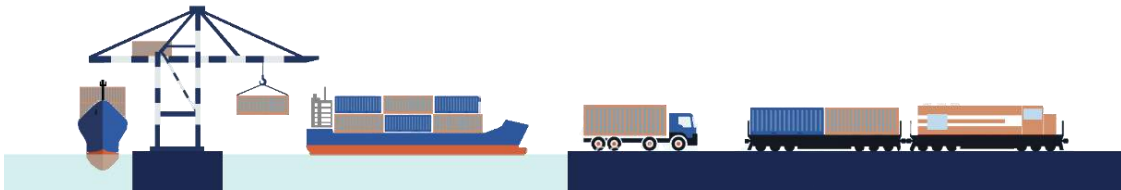
Consiste en una armadura geométrica en cuyo interior encontramos un tanque con diferentes acabados internos que dependen del tipo de producto que se transporte, tiene múltiples usos ya que permite el transporte de líquidos como el aceite, la leche o el vino, productos químicos corrosivos... Puede contar con equipos de refrigeración o calefacción para la adecuada conservación de la carga. Existe la posibilidad de encontrar este contenedor con las medidas de 20' y 40'.



Contenedor TANK.
Fuente: Propia

MEDIDAS INTERNAS 20'			
LARGO	ANCHO	ALTURA	CARGA MAX. P.B.
5940mm	2438mm	2438mm	26290Kg

2.2. TRANSPORTE



Transporte de containers

Fuente: propia

Una de las principales ventajas que tienen los containers marítimos es su facilidad de transporte usando diferentes medios. Esto se debe principalmente a su sencilla forma geométrica, los materiales que los conforman y las propiedades técnicas que estos les confieren.



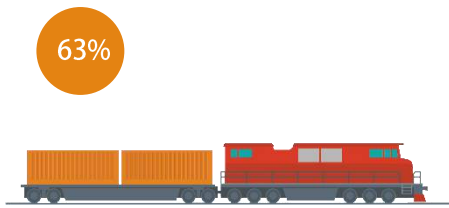
Transporte de containers.
Fuente: Propia

El principal medio de transporte utilizado es el marítimo, de ahí el nombre más utilizado para denominarles, containers marítimos.

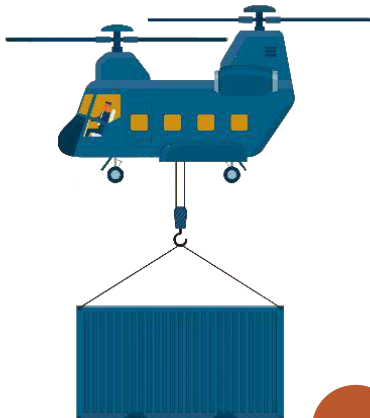
Este método se basa en la apilación de varios de ellos pudiendo llegar hasta las 20 alturas asegurando la posibilidad de no volcar. Pudiendo llegar a transportarse un gran número de ellos en cada uno de sus trayectos (Este medio de transporte realiza los trayectos de mayor duración).



Los container cuentan con cuatro anclajes colocados en las esquinas de la cara inferior y superior que permiten la unión entre ellos y garantizan su seguridad. Además, son el lugar donde se anclan los cables de las grúas que servirán para su manipulación, tanto en el puerto, colocándolos dentro de un barco carguero o movilizándolos desde este último a alguno de los transportes terrestres. Estos pueden ser ferrocarriles o camiones. El transporte marítimo representa un 85% del total del transporte de containers.



Dentro de los transportes terrestres el más común es el sistema ferroviario, debido a la mayor rapidez frente al transporte por carretera.



Aunque son complementarios ya que el sistema ferroviario está condicionado por el relieve y las líneas ferroviarias construidas, siendo el transporte en camión complementario a este, pudiendo llevar la carga donde el anterior no puede. Uno de los contras que tiene el transporte en camión es la limitación de longitud, pudiendo ser esta como máximo de 30m. El transporte mediante camiones representa un 37% del transporte terrestre mientras que el sistema ferroviario representa el 63%.

Aun así, este tipo de transportes son más lentos que el transporte marítimo

Un método menos usado es el aéreo. Representando únicamente el 15% de los métodos de transporte usados. Se utiliza para distancias reducidas, normalmente se ejecuta con un helicóptero, y queda limitado a la carga máxima que pueda soportar.

Suele ser usado en conflictos bélicos para transporte de alimentos o como viviendas de emergencia.

Transporte de containers
Fuente: propia

3. CARACTERÍSTICAS PASSIVHAUS

3.1. ¿Qué es una passivhaus?

Passivhaus es un certificado de origen alemán que se concede a edificios (de nueva construcción o rehabilitación) que cumplen una serie de requisitos relacionados con la eficiencia energética, ya que tienen un consumo de energía en calefacción y refrigeración un 90% menor que el de una vivienda tradicional. Esto se consigue con el aprovechamiento de fuentes naturales de energía como el sol, complementadas con nuevos modelos eficientes de instalaciones, como pueden ser los recuperadores de calor y diseños bioclimáticos en las viviendas como los *brise soleil*, que controlan la incidencia del sol dependiendo de la época del año.

Todo esto provoca, además de una eficiencia energética mayor, un ahorro económico al consumidor, aunque bien es cierto que la construcción de estas viviendas tiene unos costes algo superiores a los de otros tipos de vivienda. Esta mayor inversión se ve recompensada debido a los niveles de confort que se alcanzan en las Passivhaus, teniendo unos parámetros higrotérmicos constantes durante las diferentes estaciones del año, y en toda la superficie de la vivienda.

La primera vivienda Passivhaus fue diseñada en 1991 por el físico y astrónomo alemán Dr. Wolfgang Feist y, el fundador del estándar passivhaus y Bo Asam son profesor de la universidad de Lund en Suecia.

Lo que llevo al Dr. a preocuparse por el aumento de la eficiencia energética en las viviendas no fue el aumento del coste de la energía obtenida de los combustibles fósiles la cual es una razón de peso por la que muchos usuarios en la actualidad escogen este tipo de vivienda, sino el fin anunciado que tiene este tipo de energía, además de que esta manera de hacer energía tiene otro contra importante que son las emisiones contaminantes de CO₂ que se comenzaba a intuir ya en los últimos años del siglo XX.

El Dr. Wolfgang Feist y Klaus Traube realizaron diferentes estudios y análisis sobre cuáles eran los principales destinos a los que se destinaba este tipo de energía. Los resultados fueron esclarecedores: el porcentaje más elevado del consumo de las energías basadas en combustibles fósiles correspondía a el acondicionamiento de edificios. Este resultado creó un interés por mejorar los sistemas de acondicionamiento, los cerramientos y usar de una manera lógica la arquitectura pasiva que había quedado con el paso de los años en un segundo plano. Todas estas conclusiones le impulsaron a construir el primer edificio Passivhaus, junto con otras tres familias, las cuales no se conocían con anterioridad.

“[...] La ciudad de Darmstadt ¹asignó un sitio de construcción y había una larga lista de solicitantes para los lotes de arrendamiento a largo plazo. Las familias con un ingreso restringido eran elegibles para solicitar las parcelas de construcción. La búsqueda de propietarios de edificios conjuntos todavía resultó difícil. Solo cuando finalmente reunimos el coraje para construirnos y superar nuestras inhibiciones, surgieron tres familias que estaban listas para participar en este proyecto. Todos ellos tenían profesiones completamente diferentes y no conocíamos ninguna de ellas anteriormente.”

Entrevista realizada por Katrin Krämer a el Dr. Wolfgang Feist.



Primera vivienda passivhaus

Fuente:Google

En el diseño y construcción de la vivienda intervinieron arquitectos, además de algunos profesores especializados en campos relacionados con la sostenibilidad. Además, al tratarse del primer edificio sostenible, el Ministerio de Economía de Hesse aportó fondos, y el Ministerio de Vivienda y Medio Ambiente Alemán permitió la investigación asociada a este proyecto. Durante la etapa de diseño sufrió diferentes cambios, además de recibir una serie de críticas ya que era una manera de construir revolucionaria para la época.

¹ Se escogió esta ciudad ya que el Ayuntamiento ofrecía una serie de facilidades, como por ejemplo la reserva de tierras para la construcción de viviendas experimentales como es el caso.

El resultado fue un éxito. El edificio contaba con cuatro viviendas, una para cada socio e iguales entre sí. Compartían los diferentes espacios comunes de los que constaba el edificio como por ejemplo la zona de lavandería, (esto es muy común en algunos lugares, como por ejemplo en América del norte, favorece la creación de relaciones personales y de amistad entre los diferentes propietarios).

Tras la construcción el Dr. Wolfgang habla sobre el paso adelante que supuso la construcción y el buen resultado que tuvo, corroborado por el buen funcionamiento que tuvo este edificio. Tiene un valor añadido ya que en esa época era considerado como un proyecto experimental más que una construcción normal de un edificio. A diferencia de algunos aspectos que pueden potenciar la construcción de estas viviendas en la actualidad, el ahorro energético no es uno de ellos debido a que las energías fósiles tenían precios más bajos y la inversión en sistemas pasivos estaba más ligada al ahorro en consumo energético que a la repercusión de este en el bolsillo. También habló sobre los diferentes cambios o instalaciones que realizaría el Doctor si volviera a construir el edificio en la actualidad, estas son sus palabras:

“Hoy me gustaría orientar el techo inclinado ligeramente hacia el sur, para hacer uso de la tecnología fotovoltaica más avanzada. Y, obviamente, usaría los componentes certificados de la Casa Pasiva que están disponibles en la actualidad. Estos componentes son casi un 50% mejores que las soluciones que construimos nosotros mismos, particularmente las ventanas. Simplificaría aún más el sistema de ventilación y utilizaría bombas de calor para la calefacción. Pero definitivamente sería una casa pasiva de nuevo. Ha demostrado ser el más exitoso: aire fresco constante, un clima interior permanentemente cómodo y costos de calefacción insignificantes.”

Entrevista realizada por Katrin Krämer a el Dr. Wolfgang Feist.

3.2. Certificado passivhaus

El certificado passivhaus se otorga a edificios sostenibles, que cumplen una serie de condiciones específicas sobre el rendimiento energético y la sostenibilidad, siendo objeto de estudio elementos como la calidad del aire en el interior de la vivienda, la inexistencia de puentes térmicos con un buen aislamiento térmico que garantice la estanqueidad de la vivienda, o el uso de la arquitectura pasiva con el fin de potenciar el ahorro en la demanda energética.

La certificación de los diferentes parámetros se lleva a cabo por personal técnico especializado passivhaus, el cual se dedicará al control tanto en el proyecto como en la obra del cumplimiento de los parámetros que indica dicho certificado, enviando la documentación obtenida en cada fase al Passivhouse Institute (PHI) o una entidad certificadora, conocidas como Passivhaus certifier, con la finalidad de que concedan el título de passivhaus.



Todo este control se realiza mediante estudios realizados a lo largo del proceso de construcción, la realización de estos controles debe hacerse por personal acreditado específicamente por el Passivhouse Institute (PHI)

El origen de dicho certificado no está muy lejano a nuestros días, ya que fue en 1994 cuando el Dr. Wolfgang Feist y Bo Adamson, profesor en Lund University, fundaron el Passivhouse Institute (PHI), siendo este posterior a la primera passivhaus mencionada anteriormente y la cual recibió el certificado en 1996.

Con el tiempo este certificado ha ido aumentando su relevancia y extendiéndose gran parte del mundo, haciendo que cada día sean más las viviendas certificadas, ya no solo con la ventaja de ser sostenibles, sino que además los diferentes parámetros otorgan a la vivienda como una calidad y confort superiores a la de una vivienda no sostenible, y con la reducción del coste económico, ya que al tener un consumo de energía un 90% que otra vivienda sin certificado, la hipoteca energética se ve reducida considerablemente.

3.3.Requisitos básicos Passivhaus

Como hemos mencionado con anterioridad para obtener el certificado Passivhaus, es necesario cumplir una serie de parámetros, que son los siguientes:

Space Heating Demand	Demanda de Calefacción	not to exceed 15kWh annually OR 10W (peak demand) per square metre of usable living space	La demanda no debe superar los 15KWh/m ² .a o 10W/m ² (demanda máxima).
Space Cooling Demand	Demanda de Refrigeración	roughly matches the heat demand with an additional, climate-dependent allowance for dehumidification	La demanda de refrigeración coincide con la de calor con una pequeña variación dependiendo de la humedad del clima.
Primary Energy Demand	Demanda de energía primaria	not to exceed 120kWh annually for all domestic applications (heating, cooling, hot water and domestic electricity) per square meter of usable living space	No debe exceder los 120KWh/m ² . a para todas las aplicaciones domesticas (Calefacción, refrigeración, agua caliente y electricidad domestica).
Airtightness	Estanqueidad	maximum of 0.6 air changes per hour at 50 Pascals pressure (as verified with an onsite pressure test in both pressurised and depressurised states)	Se permite un máximo de 0.6 renovaciones de aire por hora con una presión de 50 Pascales (Verificado con una prueba de presión en el sitio, tanto en un estado presurizado como despresurizado)
Thermal Comfort	Confort térmico	Thermal comfort must be met in all housing areas throughout the year, with no more than 10% of the hours in a given year, at more than 25 ° C *	El confort térmico debe cumplirse en todas las áreas de la vivienda durante todo el año, con no más del 10% de las horas con temperaturas superiores a 25º

Fuente: Internatonal Passive House Assotiation

En la tabla anterior podemos apreciar los requisitos que hay que alcanzar para conseguir que un edificio obtenga el certificado de passivhaus, aunque algunos de estos parámetros como es el caso de la demanda energética por refrigeración, sufren variaciones dependiendo del clima en el que se encuentre el edificio.

A continuación, especificaremos un poco más en cada uno de esos puntos:

3.3.1. Demanda de Calefacción

La demanda de calefacción se encuentra limitada a $15\text{Kwh/m}^2\text{a}$, siendo este el resultado que se obtiene del balance entre las ganancias y las pérdidas que tiene el edificio. Esta demanda puede alcanzarse con un único sistema de ventilación.

Las ganancias de un edificio están provocadas por las fuentes de calor internas como puede ser el sistema de calefacción de un edificio, la incidencia del sol o las que generan los propios ocupantes. Para calcular las ganancias se usa una ponderación de W/m^2 que varía dependiendo del uso del edificio, el número de ocupantes que tiene, el cálculo de este último por general se hace con una estimación de $35\text{m}^2/\text{personas}$, aunque puede verse afectado por el tipo de edificio.

Es importante tener en cuenta las ganancias solares para evitar las sobrecalentadas, esto se puede evitar haciendo un estudio de la ubicación, sobre ambiente, clima...

Las pérdidas se producen por la envolvente térmica tanto en techos, suelos y elementos verticales, por ello hay que tener especial cuidado de evitar los puentes térmicos, mediante un buen aislamiento.

3.3.2. Demanda de Refrigeración

Al igual que la demanda de calefacción esta se encuentra limitada a $15\text{Kwh/m}^2\text{a}$ aunque este punto sufre variaciones dependiendo de la ubicación y el clima en el que se encuentre el edificio, ya que en un comienzo el certificado Passivhaus estaba pensado para climas centroeuropeos con un clima más frío, por lo que para adaptar el certificado al resto de Europa se han modificado los valores para climas mediterráneos característicos del sur Europa, en los que toma especial importancia el sombreado y la arquitectura pasiva para evitar sobrecalentamientos por la incidencia solar.

3.3.3. Demanda de energía primaria

La demanda de energía primaria no debe ser mayor de $120\text{KWh/m}^2\text{a}$.

Sabemos que además de las ganancias provocadas por el uso, también encontramos ganancias "secundarias" provocadas por el calor que desprenden los diferentes aparatos domésticos que encontramos en los edificios, por ello es importante equipar los edificios con aparatos catalogados como eficientes, ya que su demanda de energía es menor.

3.3.4. Estanqueidad

Es uno de los puntos más importantes a la hora de obtener el certificado Passivhaus. Para asegurar la estanqueidad del edificio, se lleva a cabo un control riguroso por técnicos certificados por passivhaus, tanto en proyecto controlando los niveles de aislamiento que se calculan, como en la ejecución de la obra donde se realiza el "Test Blowerdoor", cuyo resultado debe ser menor que 0.6 renovaciones de aire por hora con una presión de 50 Pascales, para la succión y la sobrepresión.

3.3.5. Confort térmico

Este punto está relacionado con la extensión del certificado passivhaus a climas del sur de Europa, ya que en los climas más fríos de centro Europa un sobrecalentamiento es más bien una ventaja, ya que las temperaturas no son tan elevadas. El certificado Passivhaus limita el sobrecalentamiento a un máximo de un 10%, sobre los valores de confort, siendo estos 21º en invierno y 23º durante la época estival. Las Passivhaus gracias a esta limitación tienen unos valores de confort superiores a los de los edificios tradicionales quedando estos reflejados en el descanso, salud y bienestar de los usuarios de estos edificios.

4. DISEÑO DE UNA VIVIENDA CON CONTAINERS.

Se suele asociar a las viviendas construidas a base de containers, con las viviendas mínimas, o de carácter temporal.

La idea principal de este proyecto desmonta en parte esta idea. Ya que se quiere plantear una serie de módulos que permitan la creación de diferentes tipos de vivienda, pudiendo ser de carácter reducido o una vivienda de grandes dimensiones, esto permite al cliente, dentro de las limitaciones de los módulos ya diseñados, crear una vivienda adecuada a sus necesidades.

Una de las principales ventajas de la creación de viviendas a partir de containers es la rapidez de fabricación. Esto se debe a que la estructura principal la trae consigo el container, lo que más tiempo consumiría sería la instalación de los diferentes sistemas, y al poderse realizar todo ello en un taller, sin estar condicionado por las limitaciones meteorológicas, tiempos de fraguado... el tiempo disminuye considerablemente. Pudiendo trabajar en el lugar de la implantación y en la vivienda simultáneamente.

Otra ventaja es la mayor facilidad para el cumplimiento de los requisitos solicitados por el Passivhaus Institute (PHI) ya que no influyen en ellas las condiciones meteorológicas. El tiempo de construcción aproximada de este tipo de viviendas ronda las 14 semanas, siendo en algunos casos menor que el tiempo de concesión de licencias.

Respecto a la estética de estas viviendas, aun estando compuestas por módulos iguales, puede ser muy diferente debido a la amplia gama de soluciones para la fachada.

Existe la posibilidad de mantener el carácter industrial de los container dejando la chapa de acero vista al exterior, siempre y cuando se haya aplicado sobre ella un tratamiento para la exposición a el exterior evitando así la corrosión. Una de las desventajas de esta elección es la perdida de espacio en el exterior debido a la necesidad de acondicionar la casa por el interior.

Si por el contrario no es una condición la apariencia industrial, se abre una amplia gama de posibilidades para el recubrimiento de la fachada, bien puede ser una doble fachada de madera, composite, o incluso la aplicación de algún sistema continuo sobre el aislante.

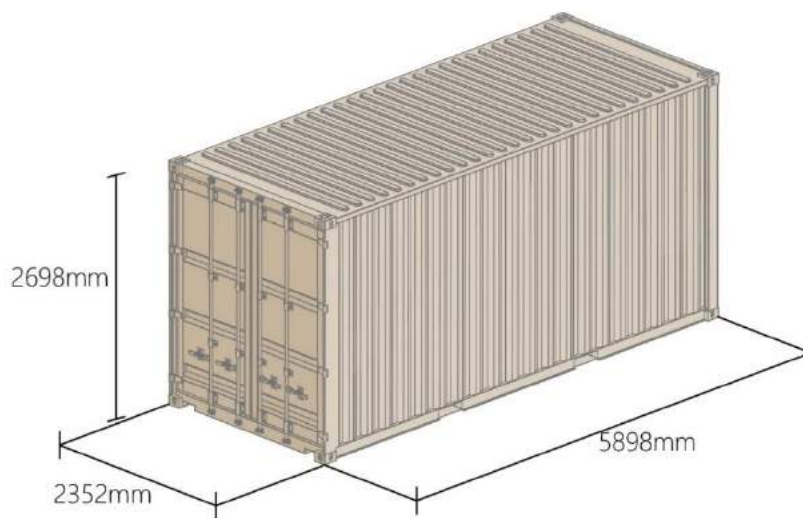
Como vemos una vivienda puede variar mucho ya no solo por los diferentes módulos que usemos, sino también por los diferentes acabados que escojamos, pudiendo ser dos viviendas compuestas y distribuidas de igual manera totalmente opuestas entre sí.



Viviendas con containers con diferentes acabados

Fuente: propia

4.1. Elección

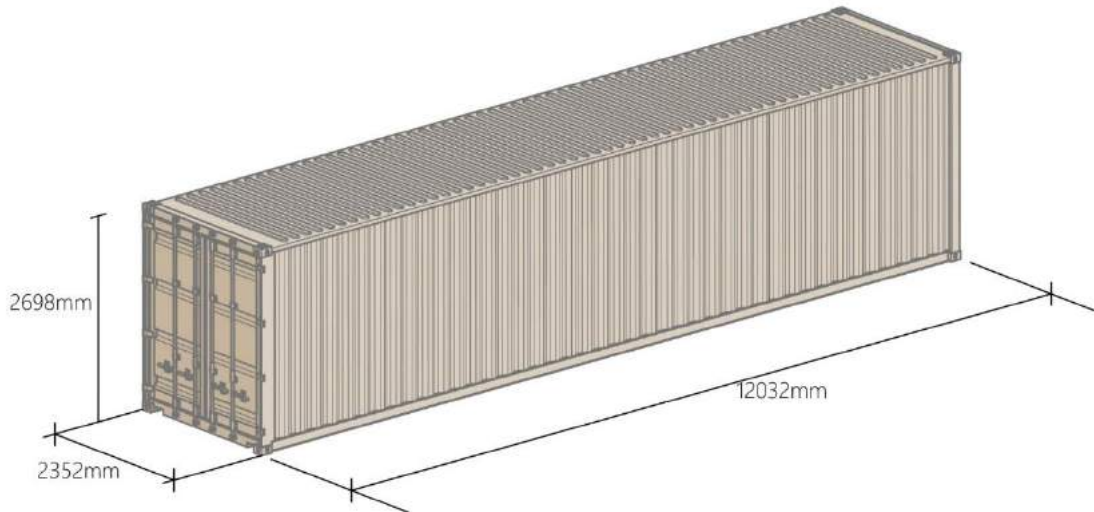


ISO CONTAINER HIGH CUBE 20'

Fuente: propia

En nuestro caso el container escogido será el tipo Estándar ya que es el que mejor se adapta a las necesidades, de entre los dos subtipos que encontramos escogemos el High Cube ya que su altura es la más adecuada para que pueda ser habitable, ya que por el CTE la limitación de altura mínima está en 2.50m, usaremos los dos largos disponibles tanto el de 6m como el de 12m.

El material del que está constituido dicho container es acero corten lo que permitirá una mayor durabilidad y protección frente la corrosión, aunque normalmente en la realización de viviendas este material queda protegido por una fachada ventilada. Además, al estar diseñados para el transporte de diferentes mercancías son estancos, impidiendo el paso del agua al interior, aunque a la hora de convertirlo en vivienda pierde esta propiedad debido a la apertura de huecos.

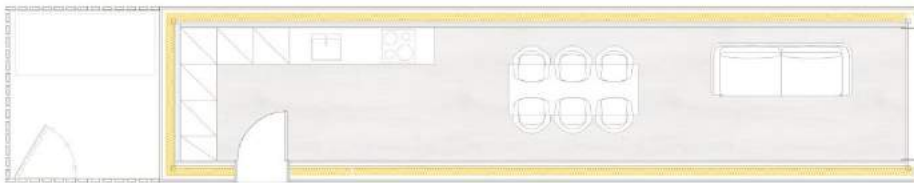


ISO CONTAINER HIGH CUBE 20'
Fuente: propia

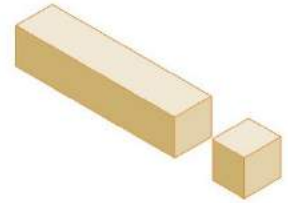
A la hora de transformar un container en vivienda hay que tener en cuenta su estructura, la cual está formada como si fuera un cajón, cuenta con cuatro pilares metálicos en los extremos y vigas que les atan, además se encuentran reforzados en muchos casos mediante montantes verticales y correas en los planos horizontales. Pese a eso encontramos una serie de limitaciones que hay que tener en consideración, como puede ser la apertura de huecos, que debe ser moderada, y estar reforzada en todo su perímetro, también se exige un mínimo de 15cm de chapa como dintel.

4.2. Módulos básicos

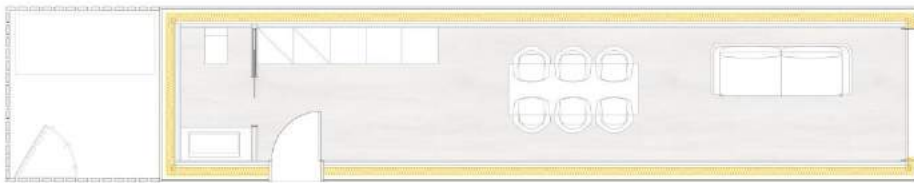
Las posibilidades de diseño al construir una vivienda con Containers son infinitas. Hay varias opciones para el diseño de estas viviendas, obviamente se pueden diseñar al igual que las viviendas convencionales, con un carácter más exclusivo. Aunque también se pueden crear una gran amplitud de diseños de viviendas a partir de una serie de módulos prediseñados. A continuación, se muestran unos ejemplos de módulos prediseñados respondiendo a las diferentes estancias y zonas necesarias en una vivienda.



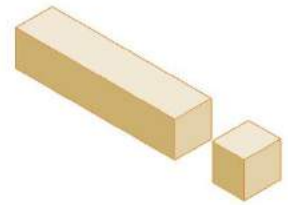
TIPO 1A: Hall + Cocina + Comedor + Salón



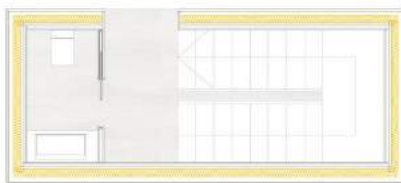
ISO CONTAINER HC 40' + ISO CONTAINER HC 10'



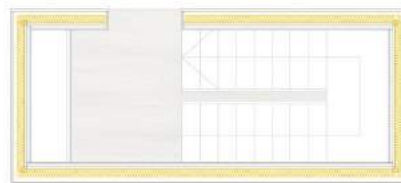
TIPO 1B: Aseo + Cocina + Comedor + Salón



ISO CONTAINER HC 40' + ISO CONTAINER HC 10'



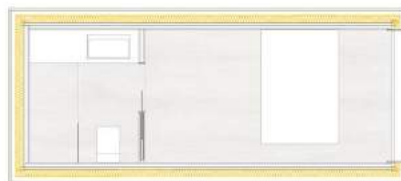
TIPO 2A: Aseo + Escalera



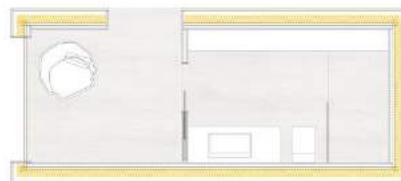
TIPO 2B: Armario + Escalera



ISO CONTAINER HC 20'



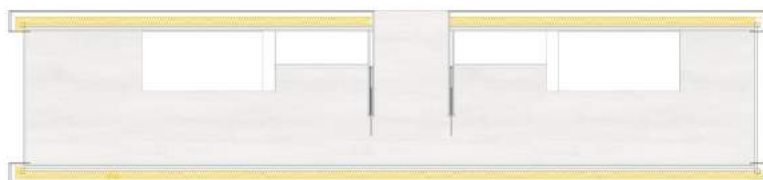
TIPO 3: Baño + Dormitorio Principal



TIPO 4: Baño + Zona desconexión



ISO CONTAINER HC 20'



TIPO 5: Dormitorio Individual + Dormitorio Individual



ISO CONTAINER HC 40'

Diferentes tipos de módulos. Escala 1/100.

Fuente: propia

Hemos creado cinco tipos, teniendo alguno de ellos algún subtipo.

-Tipo 1A. El primer módulo se compone de una pequeña zona de recibidor con almacenaje para aprovechar al máximo el pequeño espacio que queda en una vivienda construida con containers, también cuenta con cocina, comedor y un salón.

-Tipo 1B. Es muy parecido al anterior con la diferencia de añadir un pequeño aseo que da servicio a la zona de día.

-Tipo 2. Está pensado para viviendas de varias plantas, ya que, debido a su posibilidad de apilamiento en varias alturas, la mayoría de las viviendas cuentan con varias alturas. Encontramos dos variantes dentro de este módulo al que podríamos denominar módulo de comunicaciones, uno de ellos cuenta con una zona de armarios pensado para viviendas con un menor número de usuarios, mientras que el otro cuenta con un pequeño aseo, pensado para situarse en la planta baja como aseo de invitados.

-Tipo 3. Comprende un dormitorio principal con baño completo, aunque depende del mobiliario que se coloque en el interior podría cumplir la función de dormitorio doble.

-Tipo 4. Pensado para viviendas con varios dormitorios, corresponde a un baño completo de un tamaño bastante amplio. También cuenta con una pequeña zona de “relax” en la que se puede situar una mesa de despacho o incluso una pequeña zona de lectura.

-Tipo 5. Este módulo cuenta con dos dormitorios individuales.

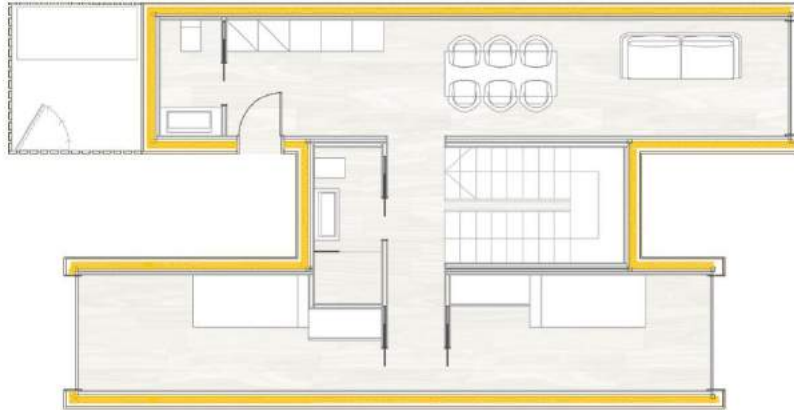
Como vemos existen diferentes tipos de módulos los cuales se pueden unir y se maclan dando solución a las múltiples necesidades que puedan tener los usuarios. Su unión puede ser tanto en horizontal como en vertical, quizá uno de los inconvenientes de la primera opción sería la longitud que pueden llegar a alcanzar los espacios de conexión en viviendas con más de cinco containers y el espacio que estos pueden llegar a restar a espacios estanciales, también se pueden adherir container verticalmente gracias a sus características como método de transporte de mercancías, además esta opción da una mayor posibilidad de jugar con la estética que cobra el volumen final de la vivienda, además de poder aprovechar las cubiertas de los pisos inferiores como terrazas que sirven a las plantas superiores.

Respecto a la apertura de ventanas y puertas exteriores se diseñarán en función de la ubicación de la vivienda y de la posición del módulo dentro del conjunto de la vivienda.

Es importante en todos los casos y ejemplos un buen diseño previo a la obra para no desperdiciar el limitado espacio que tienen los containers.

4.3. Propuestas de diseño de viviendas

A continuación, podemos ver diferentes posibilidades de viviendas con estos módulos.



PLANTA +0.00



PLANTA +2.60

ESCALA 1/100

Ejemplo vivienda construida con containers.

Fuente: Propia

Ejemplo1. La casa se compone por cinco containers de diferentes tamaños, dos de ellos de 6m de largo, mientras que los dos restantes de 12m. Cuenta con cocina, comedor, salón, un aseo, dos baños completos, dos dormitorios individuales y uno principal completo. Además, aprovecha la cubierta de containers de la planta baja como terraza en la parte superior. En las cubiertas restantes podrían situarse paneles solares



PLANTA +0.00



PLANTA +2.60

ESCALA 1/100

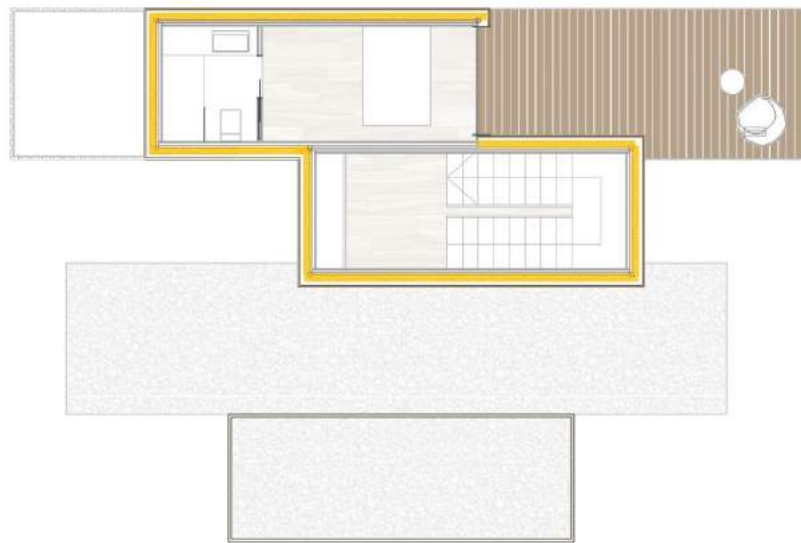
Ejemplo vivienda construida con containers.

Fuente: Propia

Ejemplo2. Como vemos en este ejemplo se añaden dos módulos más, correspondiendo uno de ellos a un baño completo compuesto por ducha, lavabo e inodoro además de tener una zona de esparcimiento a la entrada de este evitando que vuelque a estancias sensibles y quedando totalmente integrado en la zona de noche, además en la zona superior se añade otro modulo que da servicio al dormitorio principal contando además de con un baño completo con un amplio vestidor.



PLANTA +0.00



PLANTA +2.60

ESCALA 1/100

Ejemplo vivienda construida con containers.

Fuente: Propia

Ejemplo 3. Este ejemplo es similar al anterior con alguna pequeña diferencia, con la diferencia de que en la parte superior encontramos el vestidor nada más subir las escaleras, a continuación, encontramos el dormitorio principal, este tiene una mayor amplitud que en el ejemplo anterior al eliminar el vestidor de su interior. El baño se encuentra en el interior de la vivienda teniendo un carácter más privado al igual que al amplia terraza. Encontramos dos cubiertas de graba una de ellas dedicada a la colocación de las instalaciones, las cuales quedaran camufladas con la ampliación en la parte superior del cerramiento.

5. CONSTRUCCION Y MONTAJE

5.1. Normativa

Una de las incógnitas que surgen a la hora de construir una vivienda con containers es la normativa con la que se regulan. Esta normativa, obviamente, varía dependiendo de cada país.

Si nos centramos en España la que se aplicará dependerá de si la consideramos inmuebles o bien mueble. En el caso de que la vivienda se apoye sobre una cimentación, y tenga garantizados los servicios tanto de agua como luz, estaremos ante la clasificación de bien inmueble. Por lo que a ojos de la normativa deberá cumplir el CTE y la LOE al igual que una vivienda tradicional, cumpliendo los requisitos de habitabilidad, seguridad y accesibilidad.

Todos estos requisitos les podemos encontrar en el Código Técnico de la Edificación con su *ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE)*, regula la construcción de viviendas con ISO containers.

En el primer apartado, la seguridad, se tratan diferentes temas como la seguridad estructural, contra incendios y de uso. Es muy importante dentro de este apartado el asegurar la resistencia de la vivienda a diferentes esfuerzos, como los debidos al viento o los sísmicos. Para que esto ocurra es importante la elección y la unión entre containers.

En primer lugar, respecto a la elección variara dependiendo del número de plantas que tenga la vivienda. En el caso en el que la vivienda solo cuente con una única planta es indiferente el uso de containers nuevos o containers usados, aunque en este último caso es importante prestar un mayor interés en el cumplimiento de ciertos aspectos, ya que debido al uso la estructura puede estar más debilitada.

Si estamos en el caso en el que la vivienda tendrá más de una planta es obligatorio el uso de containers nuevos en las plantas, salvo en la última planta donde pueden usarse containers usados.

Habiendo resuelto el tema de la elección de los containers, es importante tratar la unión entre ellos.

Según el Código Técnico de la Edificación es necesario la unión de cómo mínimo dos containers para estar dentro del cumplimiento de la normativa, esto es un requisito sencillo de cumplir ya que para crear una vivienda con de unas dimensiones mínimas es común el uso de más de dos containers. La unión entre ellos se puede realizar tanto por anclajes como por soldadura, asegurándonos siempre del trabajo de todos los containers como una única unidad.

En cuanto a la salubridad de la vivienda es importante asegurar un acondicionamiento acústico, térmico y un ahorro energético, asegurándonos con esto el cumplimiento de las condiciones de confort. Estas condiciones son:

Confort Higrotérmico: siendo la temperatura idónea en el interior 23° en verano y 21° en invierno, y encontrándose la humedad relativa entre el 50%-70%. Para ellos es importante el control de la transmitancia entre el interior y exterior tanto de la envolvente como de las carpinterías, en la cual tiene un papel protagonista el aislamiento térmico utilizado.

Salubridad: El aire del interior de la vivienda tiene que ser de calidad para ello cumple un papel muy importante los sistemas de ventilación que coloque en cada vivienda además de la estanqueidad de esta, el cual se encargara de eliminar el aire viciado, humos u olores , teniendo en cuenta siempre el diseño de la vivienda, su tamaño, los huecos y la distribución de estos, además de la ubicación en la que se encuentra (movimiento del aire en cada periodo del año, orientación de la vivienda y la planimetría, es decir la distribución de las diferentes estancias en la vivienda)

Iluminación: Este punto normalmente no recibe toda la importancia que tiene, ya que es necesaria la luz solar para poder vivir, además este punto repercute de manera directa en aspectos económicos de la vivienda, ya que una vivienda en la que tiene poca entrada de luz necesitara realizarla de manera artificial. Pero todo en exceso es malo ya que una excesiva superficie de huecos puede provocar un sobrecalentamiento de la vivienda y por tanto usar diferentes instalaciones de climatización para llegar a la temperatura de confort. Es muy importante tener en cuenta el clima del emplazamiento de la vivienda.

Habitabilidad: Es la condición más ligada a los usuarios, al ruido que puedan crear viviendas colindantes sobre la nuestra, el tráfico, los viandantes... también a la accesibilidad que tiene la vivienda... en este caso las instalaciones que más afectan son al igual que en la primera el aislamiento acústico, tanto para la envolvente como el de las carpinterías, respecto a la accesibilidad el papel más importante lo tiene el arquitecto.

Por último, tendremos que cumplir las condiciones de accesibilidad. Una vivienda accesible garantiza la autonomía de todas las personas, no solo de los usuarios de la vivienda y los invitados. Algunos elementos que garantizan la accesibilidad en el interior de la vivienda son los siguientes:

La distribución de la vivienda en una única planta, evitando la colocación de escaleras. Además, es importante tener en cuenta el espacio que necesitan los diferentes aparatos que se puedan necesitar, como grúas, o sillas de ruedas. Todas las carpinterías deben ser accesibles, y permitir un giro completo, garantizando el acceso a todas las dependencias. Además, ha de tenerse en cuenta la ubicación y altura del mobiliario, como de enchufes o interruptores.

Aunque la normativa solo obliga el cumplimiento de ciertas pautas de accesibilidad a en edificios residenciales.

Por el contrario, si la vivienda no se ancla al suelo, es decir tiene un carácter móvil a no depender de los servicios públicos de luz, o agua, se considerará un bien mueble por lo que no se le aplicará la normativa vista anteriormente, siendo más flexible.

5.2. Cimentación

La principal ventaja que nos encontramos a la hora de realizar la cimentación de una vivienda basada en la utilización de container frente a la cimentación de una vivienda tradicional es la posibilidad de emplazarla en un terreno rustico, ya que se considera un bien inmueble, lo que quiere decir que la vivienda no se puede transportar a otro lugar ya que si se hiciera supondría su deterioro, esto ocurre también con las famosas cabañas de madera prefabricadas. Dentro de la clasificación de bienes inmuebles entraría dentro de la clasificación de “bienes inmuebles por incorporación”². Aunque hay que tener en consideración el Plan General de Ordenación Urbana del lugar donde se quiera implantar la vivienda.

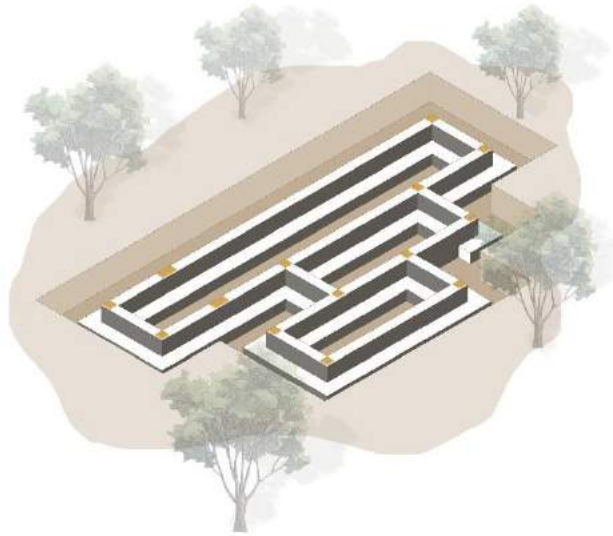
Es importante saber que es posible la implantación de este tipo de viviendas en un terreno rustico debido a los nuevos sistemas de instalaciones *off grid*, que permiten dotar a la vivienda de todas las comodidades requeridas para alcanzar el grado de confort en su interior, sin necesidad de tener que estar conectada a la red.

También existe la posibilidad de ubicar la vivienda en un terreno urbano, en este caso los sistemas de instalaciones utilizados si estarán conectados a la red, dando una mayor variedad de soluciones y, por tanto, dando la posibilidad de reducir costes. Otra diferencia de la implantación en un terreno urbano frente a un terreno rustico, es la necesidad de un proyecto de ejecución realizado por el técnico requerido para la obtención de las diferentes licencias que permiten la construcción.

5.2.1. Preparación de la parcela.

El sistema de cimentación empleado para las viviendas construidas con containers es un sistema sencillo, en el cual es necesario únicamente la utilización de cuatro zapatas en cada una de las esquinas de los containers utilizados sobre las cuales se colocaran una serie de anclajes de acero que las coronas permitiendo unirlos o bien mediante presillas o también mediante una soldadura, aunque es muy común la utilización de un forjado sanitario como sistema estructural, ya que un alto porcentaje de este tipo de viviendas carece de sótano, y permite garantizar unas mejores condiciones de asilamiento respecto al terreno, reduciendo el aislante que debemos colocar en ella para cumplir la normativa *passivhaus*, disminuyendo también el aporte energético que tienen que cumplir los sistemas de instalaciones para llegar a las condiciones de confort en la vivienda, además de aislar la vivienda mediante la cámara de aire de la humedad que se encuentra en el suelo, todo esto reduce los costes mensuales derivados de los sistemas de instalaciones que deberán asumir los usuarios de las viviendas.

² apartado primero del artículo 334, código civil.



Esquema de montaje de containers sobre cimentación.
Fuente: propia

Para la colocación de la vivienda sobre la cimentación se utilizan una serie de grúas que colocan cada container en su posición, es importante la planificación en obra ya que los factores climáticos afectan a la precisión en la colocación dificultando los trabajos, por lo tanto, es recomendable no implantar la vivienda en días ventosos o con precipitaciones, debido a que al ser una casa prefabricada en taller con zonas ya acabadas podrían sufrir desperfectos.

5.2.2. Preparación y transformación de los módulos.

En casi todos los diseños de viviendas con containers encontramos modificaciones en algunas de sus paredes debido a la realización de aperturas tanto para la conexión entre ellos, además de las aperturas para la instalación de ventanas y puertas.

Es importante tener en consideración el tamaño de estas aperturas ya que en casos en los que tienen grandes dimensiones es necesario la utilización de refuerzos mediante apoyos intermedios de acero que deben ser colocados antes de la realización de estas. También se puede reforzar la estructura en los casos en los que la vivienda se sitúe en una localización en la que deba soportar grandes esfuerzos horizontales como pueden ser los debidos al viento o también los debidos a actividades sísmicas. Para la realización de huecos es necesario la utilización de diferentes herramientas industriales como el cortador de plasma o el soplete, las cuales deben ser manejadas por técnicos especializados. Tras la realización de estos cortes es necesario la colocación de marcos y premarcos que se fijan a la fachada mediante pernos y tornillos tratados adecuadamente frente a la corrosión y sellándoles posteriormente para evitar el paso del agua por ellos.

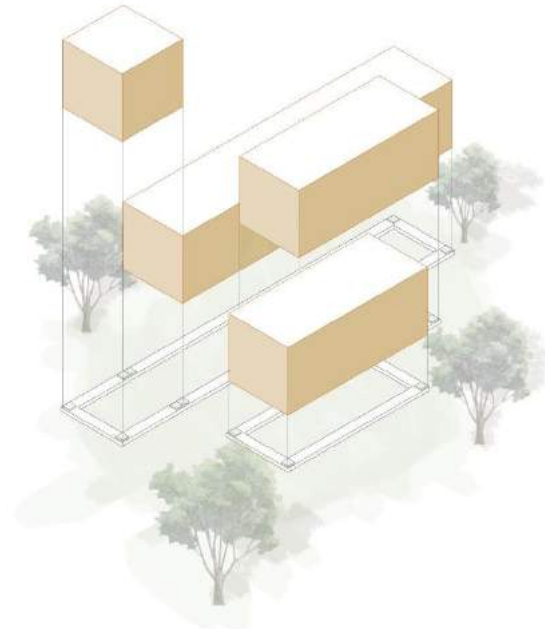
En algunas localizaciones como por ejemplo ubicaciones montañosas, la normativa exige que las viviendas cuenten con una cubierta inclinada, por lo que sería necesario crear un tejado sobre el container. En estos casos es necesario además de tener refuerzos en las paredes verticales, la colocación de refuerzos horizontales mediante vigas cajón, sobre las cuales se apoyará la estructura de la cubierta. En estos casos podemos aprovechar esa nueva estructura para dar una mayor altura a la vivienda, ya que es cierto que la altura en este tipo de viviendas está un poco limitada (2.59m), obviamente esta deberá estar aislada adecuadamente.

5.2.3. Unión entre containers.

Como hemos visto anteriormente el Código Técnico de la Edificación exige la utilización como mínimo de dos containers para la consideración de una vivienda constituida por módulos como una vivienda habitable. La unión entre los módulos se lleva a cabo mediante las presillas que tienen los containers en sus esquinas, esto se realiza una vez ya están colocadas en su emplazamiento definitivo, lugar al cual también quedan unidos. La unión con este lugar puede hacerse mediante cordones de soldadura lo que le da un carácter permanente, aunque es recomendable la utilización de la soldadura también en el caso de tener un carácter temporal, esta soldadura no es continua, sino por puntos ya que aun estando colocados juntos entre containers queda una separación de varios centímetros lo que impide que la soldadura continua sea la mejor solución, ha esto hemos

de añadir aspectos económicos ya que el coste de esta es mayor que la soldadura por puntos. No debemos olvidar que si queremos que la vivienda sea desmontable la opción a elegir es la utilización de pernos, presillas o abrazaderas.

El punto más crítico en la unión de containers es la junta que queda entre ambos containers, la cual debe quedar totalmente sellada para garantizar la estanqueidad y evitar que sean puntos críticos por pérdidas, para su sellado normalmente se utilizan materiales aislantes proyectados impermeables, aunque también tenemos encontramos la opción de bandas de acero.



Esquema de montaje de containers sobre cimentación.
Fuente: propia

5.3. Montaje

Una vez realizada la cimentación, la siguiente fase es el montaje de las viviendas. Las viviendas construidas a partir de containers pueden construirse de dos maneras.

La primera de ellas, la más común, consiste en la construcción de la vivienda “in situ”, es decir la realización de huecos, la colocación de los sistemas de instalaciones, aislamientos... se colocan en el lugar de implantación de la vivienda.

Los contenedores llegan a la parcela donde se localizará la vivienda normalmente mediante camiones, y se moverán a su posición mediante el uso de grúas. Como apoyo auxiliar a estas es necesaria la disposición de un equipo humano que guía el container hasta su posición final.

El siguiente paso es el anclaje de los containers tanto a la cimentación como entre sí, con la finalidad de asegurar la estabilidad, en este punto es importante tener en cuenta si la vivienda tiene un carácter temporal o no, ya que, en el primer caso, el método de unión deberá realizarse mediante perno so abrazaderas. Si no tuviéramos esta restricción se realizarán los anclajes mediante soldaduras de cordón continuo, realizadas por un experto bajo las condiciones adecuadas para asegurar la buena ejecución.

En este punto tendríamos en su posición los containers que forman la vivienda, el siguiente paso es la realización de huecos y por consiguiente el refuerzo de la estructura tras cada apertura, las chapas se cortan mediante el uso de diferentes herramientas como pueden ser la cortadora de plasma, el soplete o la amoladora (el menos utilizado).

Una vez se realicen todas las aperturas se realizarán los pasos interiores entre los diferentes containers, en los cuales también puede ser necesarios la realización de refuerzos. Es muy importante la colocación de estos para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Llegados a este punto, y con la finalidad de garantizar la máxima hermeticidad de la vivienda o edificio se aplican resinas exposi para sellar todas las juntas, en algunos casos esta resina se coloca por todo el suelo, consolidando una barrera más que la separe del terreno.

A continuación, se colocan las carpinterías en los huecos realizados con anterioridad. Tras esto se comienzan a colocar los sistemas de tabiquería y de instalaciones. Una vez estén todas las instalaciones realizadas se coloca el aislante y las placas de yeso laminado, también se realiza el suelo.

Llegados a este punto solo quedaría la colocación de los acabado y diferentes muebles en la vivienda.

El segundo caso, las viviendas ser realizan por módulos en un taller. Este método de construcción tiene un montaje más rápido ya que “únicamente” hay que maclar los diferentes módulos.

Como en el caso anterior, el montaje en el terreno comienza una vez esté acabada la cimentación de la vivienda.

La vivienda sale del taller acabada casi por completa, en algunos casos en los que las viviendas tienen un tamaño mayor, algunos sistemas de instalaciones están parcialmente colocados, y se finalizaran una vez encajados todos los módulos.

Los diferentes módulos se preparan para el transporte, cubriéndose con diferentes materiales para evitar golpes, y proteger los interiores. Mediante grúas se cargan y descargan de los camiones que los transportan.

Al igual que en el caso anterior es importante tener un equipo humano auxiliar que coloque con precisión los módulos, en este caso la unión es más complicada ya que deben cuadrarse los diferentes conductos e instalaciones. El proceso de colocación es el más complicado de estas viviendas, una vez están los módulos en su posición se anclan unos a otros para que trabajen como una unidad, se tratan las juntas para garantizar la hermeticidad del sistema y se finalizan los sistemas que habían quedado pendientes de acabar.

En los exteriores se colocan canalones, posibles porches, o elementos añadidos a la vivienda, por último, se introducen los diferentes elementos decorativos del anterior.

En ambos casos el tiempo de construcción es menor que el de una vivienda tradicional construida in situ, pero si tenemos que compararlas entre sí, la ganadora es la vivienda modular construida en taller, ya que el trabajo dentro de este es más rápido al no interceder en las condiciones climáticas, del terreno..., además cuenta con la posibilidad de tener un mayor uso de tecnología. Es necesario añadir que al estar casi acabadas en su totalidad el montaje dura únicamente entre uno o dos días. En cualquiera de los dos casos, si la vivienda fuera pasiva y se solicitara el certificado pertinente, el montaje duraría algo más ya que es necesario la realización de diferentes test a lo largo de las diferentes fases.

5.4. Aislamiento

Uno de los aspectos más importantes a la hora de construir una vivienda con containers marítimos es el cumplimiento de las condiciones de confort térmico que se deben cumplir en el interior de la vivienda, que son las siguientes:

Confort Higrotérmico: siendo la temperatura idónea en el interior 23° en verano y 21° en invierno, y encontrándose la humedad relativa entre el 50%-70%. Para ellos es importante el control de la transmitancia entre el interior y exterior tanto de la envolvente como de las carpinterías, en la cual tiene un papel protagonista el aislamiento térmico utilizado.

Teniendo que ser estas constantes a lo largo de todo el año, además es importante no solo en este aspecto, sino que también afecta a la eficiencia energética de la vivienda, en el caso de las viviendas passivhaus es realmente importante asegurar un buen aislamiento térmico respecto al exterior, para evitar picos de demanda energética debidos a fallos en la envolvente de la vivienda.

Este cumplimiento de las condiciones se consigue mediante el aislamiento térmico de la vivienda el cual puede aplicarse de diferentes maneras, el exterior y el interior, teniendo cada una de ellas diferentes inconvenientes y ventajas y eligiendo la mejor conforme a diferentes aspectos como el diseño, si la queremos dejar a la vista el metal del que está formado el container la idea más lógica es la de aislar la vivienda por el interior, otro aspecto sería el aprovechamiento de espacio interior, el coste...

4.4.1. Aislamiento por el interior.

En primer lugar, analizaremos la colocación del aislante por el interior del container, como hemos dicho anteriormente esta colocación permite que quede vista “la envolvente” del container, dando una imagen industrial a la vivienda que queremos construir, siendo esto un arma de doble filo ya que el metal que queda al exterior ha de ser tratado para protegerle de la corrosión debido al encontrarse expuesto, además el metal expuesto a las condiciones



Aislamiento térmico en una vivienda container

Fuente: Google

meteorológicas exteriores se calentara en las épocas de verano y quedara helado en las de invierno, por lo que habrá que tomar medidas para evitar que los usuarios puedan sufrir quemaduras por contacto directo con el metal caliente, además de evitar saltos de temperaturas tan grandes, aun así , la estética es la principal ventaja por la cual se elige el método de colocación por el exterior.

Por el contrario, al aislar por el interior nos encontramos con la disminución del espacio libre que queda en el interior, ya que al colocar un aislante de 10cm se perderían 20cm de ancho ,si nos encontramos en el caso de la unión de varios contenedores quizá no sea un gran inconveniente pero si hablamos del aislamiento del suelo y el techo la altura se reducirá considerablemente, llegando en algunos casos a no cumplir las exigencias del código técnico de la edificación, y haciendo de esta la opción menos usada a la hora de realizar este tipo de viviendas.

En cuanto a la manera de cómo colocar el aislante en el interior podemos usar diferentes materiales, pudiendo usar los mismos tanto en techos como en paredes, el suelo por el contrario deberá llevar un aislamiento diferente ya que tiene que soportar diferentes cargas sobre el tanto permanentes como variables.

Encontramos una gran gama de productos aislantes que podemos usar, algunos de ellos son la espuma de poliuretano con un aislamiento de 0,023 W/mK; espuma de resina fenólica con un 0,024 W/mK, poliestireno extruido cuyo aislamiento es de 0,036 W/mK; las lanas de fibras minerales y de vidrio con un aislamiento de 0,037 W/mK, mantas de celulosa, poliestireno extruido y expandido con un 0,046 W/mK, además de otros materiales como el corcho con un aislamiento de 0,045 W/mK. En cambio, a la hora de pensar en el aislamiento del suelo debemos primero tener claro el pavimento que vamos a colocar en la vivienda, para suelos flotantes las opciones más recomendables son las lanas minerales, los paneles de virutas de madera y el poliestireno extruido; para aislamientos de suelos calefactados encontramos como mejor opción las lanas minerales y el poliestireno extruido. Es importante comentar que el aislamiento del suelo del container por el interior es un aislamiento adicional en casos en los que el container se situó en contacto con el terreno, ya que es más eficaz y eficiente.

En cuanto el aislante utilizado para proteger al metal que conforma el container de las altas temperaturas se pueden utilizar diferentes tipos de pinturas con partículas aislantes, permitiendo dar un mayor grado de aislamiento sin modificar la estética, que como ya hemos mencionado es la razón principal por la que se elige el aislamiento por el interior.

4.4.2. Aislamiento por el exterior.



Aislamiento térmico en una vivienda container

Fuente: Google

Como es obvio la ventaja de colocar el aislamiento al exterior es el inconveniente de la anterior, en este caso la colocación por el exterior nos permite “ganar” un espacio muy valioso en el interior, en las paredes, pero sobre todo en el relación con la altura permitiendo la colocación de un pequeño falso techo por el cual colocar algunos sistemas de instalaciones como por ejemplo el eléctrico.

Otra de las ventajas de este sistema de colocación es la protección del metal que conforma el container del ambiente exterior y evitando los saltos térmicos de los que hablábamos en el apartado anterior, aunque esto puede ser a su vez el inconveniente para algunos usuarios ya que se pierde la estética industrial de los containers, y se puede llegar a pensar que se pierde “la esencia” de la reutilización.

Los materiales usados para aislar la vivienda por el exterior han de tener unas características diferentes a los usados en el interior, ya que tienen que soportar las condiciones debidas a su colocación a la intemperie. Algunos de los aislantes mejor considerados en la actualidad son los siguientes para los diferentes sistemas de fachadas:

- Sate-etics, es un sistema de aislamiento que se aplica directamente sobre la fachada de manera adhesiva, cuenta con varias capas aislantes protegidas todas ellas por un mortero. Es el mejor sistema que encontramos actualmente en el mercado, en su contra tiene el coste, aunque este se recupera en un periodo de tiempo de aproximadamente diez años.
- Sistemas con estructura auxiliar metálica: para este sistema como es obvio, se utiliza una estructura metálica sobre la cual se coloca el aislamiento, normalmente lanas de fibra mineral, la fachada además cuenta con una hoja de protección que separa el aislamiento con una cámara por donde circulara el aire en convención. Respecto al anterior tiene la desventaja de una mayor dimensión.

- Otro sistema de aislamiento para fachadas con cámara de aire es la inyección del aislante en el interior de esta, normalmente se utiliza espuma de poliuretano, como contra tiene que ha de realizarse una cámara de aire estanca en el exterior del container, convirtiéndolo en una opción inviable.
- Sistemas de revestimiento con aislante, encontramos diferentes acabados de fachada como por ejemplo las placas de fibrocemento, las cuales además de dar una imagen determinada a la vivienda permiten aislar la vivienda.

En cuanto al aislamiento de cubiertas, y teniendo en cuenta la sostenibilidad y el aspecto ecológico, una de las mejores opciones es la de cubierta ajardinada, teniendo un aislamiento acústico y térmico elevado, reduciendo los costes energéticos del edificio, mejora de la eficiencia energética, control del drenaje y la escorrentía, entre otras.

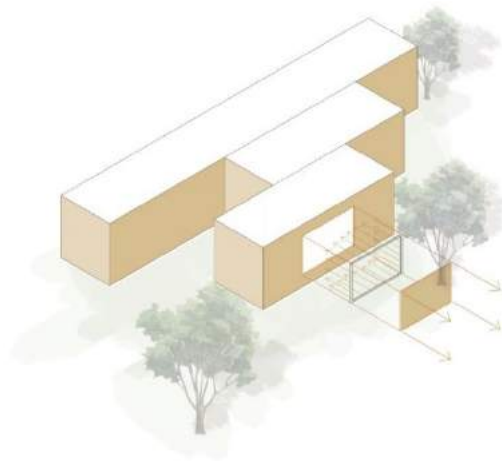
En el caso de que se quiera usar aislantes cuyo uso habitual es en el interior se debería crear una cámara estanca para su colocación, siendo esta una opción no muy racional debido al encarecimiento de costes pudiendo usar otro tipo de aislamientos diseñados específicamente para el exterior.

5.5. Huecos

Es importante a la hora de diseñar la vivienda tener en cuenta la superficie de huecos y su colocación en la fachada, ya que una superficie elevada de huecos podría suponer un problema para la estructura.

Para evitar estos problemas es importante la colocación de un marco de refuerzo constituido por perfiles rectangulares de acero soldados al contenedor con un cordón continuo, que además hará más fácil la colocación de las carpinterías.

Otro punto importante a tener en cuenta es el tamaño del dintel de chapa que queda por encima de los refuerzos de las ventanas, teniendo que tener un mínimo de 15cm.



Esquema de huecos en una vivienda con containers.
Fuente: propia

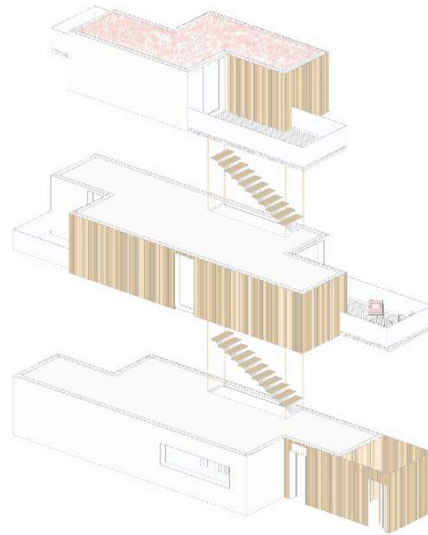
En cuanto a la realización de estos huecos es sencilla, solo es necesario la utilización de una sierra que perfora la chapa, posteriormente se lijan los bordes y se colocan los marcos de refuerzo. El siguiente paso es la colocación de carpinterías, comprobando que no existen puentes térmicos.

Es importante una vez colocados los huecos la comprobación de hermeticidad de la vivienda, imprescindible para el cumplimiento del certificado passivhaus.

En el caso en el que una vivienda tenga más de una planta, se deberán realizar huecos en los paramentos horizontales. En este caso es muy importante el refuerzo de la estructura y la colocación de un perfil rectangular de acero que reciba la estructura de la escalera.

Como termino general las escaleras suelen contar con una estructura principal compuesta por acero, siendo el método de conexión a la estructura mediante soldadura continua.

Es importante también en estos casos el cumplimiento de la normativa relacionada con la construcción de escaleras, ya que debido al tamaño menor de los contenedores a veces se olvidan parámetros importantes como puede ser la distancia máxima de cabezada.



Esquema de huecos en una vivienda con containers.
Fuente: propia

5.6. Instalaciones

Como ya hemos mencionado antes todas las viviendas sean passivhaus o no, deben cumplir una serie de características de confort para que sean viviendas saludables, asegurando de este modo una buena calidad de vida para los usuarios, ya hemos mencionado anteriormente algunas de las condiciones que han de cumplir, a continuación, haremos un breve resumen de todas ellas relacionado las con la instalación que más relación tiene que cada una de ellas, ya que en el fondo todas influyen en todas estas condiciones :

Confort Higrotérmico: siendo la temperatura idónea en el interior 23° en verano y 21° en invierno, y encontrándose la humedad relativa entre el 50%-70%. Para ellos es importante el control de la transmitancia entre el interior y exterior tanto de la envolvente como de las carpinterías, en la cual tiene un papel protagonista el aislamiento térmico utilizado.

Salubridad: El aire del interior de la vivienda tiene que ser de calidad para ello cumple un papel muy importante los sistemas de ventilación que coloque en cada vivienda además de la estanqueidad de esta, el cual se encargara de eliminar el aire viciado, humos u olores , teniendo en cuenta siempre el diseño de la vivienda, su tamaño, los huecos y la distribución de estos, además de la ubicación en la que se encuentra (movimiento del aire en cada periodo del año, orientación de la vivienda y la planimetría, es decir la distribución de las diferentes estancias en la vivienda)

Iluminación: Este punto normalmente no recibe toda la importancia que tiene, ya que es necesaria la luz solar para poder vivir, además este punto repercute de manera directa en aspectos económicos de la vivienda, ya que una vivienda en la que tiene poca entrada de luz necesitara realizarla de manera artificial. Pero todo en exceso es malo ya que una excesiva superficie de huecos puede provocar un sobrecalentamiento de la vivienda y por tanto usar diferentes instalaciones de climatización para llegar a la temperatura de confort. Es muy importante tener en cuenta el clima del emplazamiento de la vivienda.

Habitabilidad: Es la condición más ligada a los usuarios, al ruido que puedan crear viviendas colindantes sobre la nuestra, el tráfico, los viandantes... también a la accesibilidad que tiene la vivienda... en este caso las instalaciones que más afectan son al igual que en la primera el aislamiento acústico, tanto para la envolvente como el de las carpinterías, respecto a la accesibilidad el papel más importante lo tiene el arquitecto.

Ventilación / Recuperador de calor

En las viviendas el sistema de climatización representa la mitad del consumo energético total de la vivienda, en las viviendas pasivas se busca la reducción de este consumo, como hemos argumentado antes esto se consigue con un buen aislamiento térmico de la envolvente y las carpinterías, un adecuado diseño de elementos arquitectónicos pasivos, una buena estanqueidad...

Todas las condiciones que se deben cumplir para conseguir una ventilación adecuada quedan reflejadas en el Código Técnico de la Edificación, concretamente en la exigencia básica HS3 y HE 2, para viviendas residenciales y el resto de los edificios respectivamente.

Nos centraremos en el primero de ellos (HS 3) en el cual como ya hemos dicho anteriormente se menciona las exigencias para edificios residenciales. Habla de la disposición de dos sistemas de ventilación, en primer lugar, de la ventilación híbrida, que como bien dice la palabra utiliza tanto la ventilación natural como la mecánica para llegar a los niveles de salubridad adecuados, mientras que la ventilación mecánica llega a estos niveles por el uso de sistemas de impulsión del aire exterior y extracción del aire interior. En ambos casos la circulación del aire debe hacerse desde lugares o estancias secas (salones, dormitorios, despachos, bibliotecas...) hasta las estancias húmedas (baños,

aseos, cocinas.) y se consigue mediante aberturas en las carpinterías denominados aireadores cuya dimensión va ligada directamente al caudal mínimo necesario, el cual viene reflejado en la Tabla 2.1. Caudales de ventilación mínimos exigidos del documento Básico HS Salubridad.

		Caudal de Ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
LOCALES	Dormitorios	5	-	-
	Salas de estar y comedores	3	-	-
	Aseos y cuartos de baño	-	-	15 por local
	Cocinas	-	2 ₁	50 por local ₂
	Trasteros y zonas comunes	-	0.7	-
	Aparcamientos y garajes	-	-	120 por plaza
	Almacenes de residuos	-	10	-

1_ En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

2_ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Además de tener una ventilación entre estancias, algunas de ellas han de tener un sistema de ventilación directa con el exterior mediante ventanas o puertas practicables, siendo excluidos de esta exigencia los baños y aseos que pueden carecer de ella siempre y cuando tengan un sistema de ventilación mecánica. En el caso de las cocinas además de una ventilación natural se ha de colocar un sistema adicional para la extracción de los gases derivados del uso de esta, siendo este totalmente independiente a los sistemas de ventilación mecánica del resto de la vivienda.

Centrándonos en el caso de una vivienda passivhaus, el sistema utilizado es un sistema de ventilación controlado de doble flujo (VMC2). En este sistema la admisión de aire al exterior se realiza mediante un conducto que dirige el aire a un aparato el cual filtra y climatiza (en el caso de colocar un recuperador de calor, la opción más habitual) este aire conduciéndolo posteriormente a las diferentes estancias de la vivienda, por otro lado, la extracción se lleva a cabo mediante una serie de conductos que expulsan el aire viciado al exterior de manera mecánica cruzándose en el camino (sin estar en contacto directo) con el aire de entrada para cederle parte de su calor.

La elección de un sistema de recuperado de calor en este tipo de viviendas tiene una serie de ventajas frente a otros sistemas, algunas de estas ventajas son:

_La mejora de la calidad de aire debido a la posibilidad del filtrado de este mediante el uso de filtros en los conductos de admisión. Además del control de los diferentes niveles de CO₂, humedad, olores gracias a su posibilidad de regulación.

_Posibilidad de climatizar el aire de entrada mediante diferentes sistemas de intercambio.

_Respecto al edificio se mejora tanto la estanqueidad como el aislamiento ya que la entrada y salida de aire se realiza mediante conductos, teniendo las carpinterías un mayor grado de estanqueidad, reduciendo la posibilidad de estos de considerarse puntos débiles.

Un punto importante para que una vivienda sea una passivhaus es la adaptación de las exigencias a la climatología del lugar donde se encuentra la vivienda, para ello es necesario la regulación de la humedad. En una vivienda estándar las diferentes actividades diarias como la cocción de alimentos, lavado de ropa o la simple estancia de personas en la vivienda generan vapor de agua, dependiendo del lugar donde la vivienda se situó la regulación de la humedad se realizará mediante ventilación mecánica lo que no supondría la necesidad de colocar aparatos adicionales, pero en algunos casos podría necesitarse aparatos de desecado.

En el caso de España el clima es seco continental por lo que los sistemas de ventilación mecánica de doble flujo serán suficientes para la regulación de la humedad, es importante que para que esto sea así el dimensionado de las instalaciones de ventilación sea la correcta, aunque en algunas zonas como por ejemplo en las zonas costeras, donde hay un clima templado húmedo, la humedad del aire exterior en verano llega a niveles bastante elevados siendo necesario para garantizar un adecuado confort en el interior de la vivienda garantizar la estanqueidad además de tener un número mínimo de renovaciones, usando sistemas de refrigeración en el paso del aire del exterior al interior. Por el contrario, en el resto de la península, en invierno, la humedad del aire exterior es muy baja usando el mismo método de garantizar la estanqueidad además de tener un número mínimo de renovaciones se conseguirá mantener por un mayor tiempo la humedad de las estancias, aunque se podría ayudar el sistema por diferentes sistemas de humidificación si fuera necesario.

El uso de un sistema de ventilación para viviendas passivhaus presenta una serie de conflictos con las exigencias del Código Técnico de la Edificación. Esto se debe a la mayor exigencia de caudal del certificado, ya que en el caso de una vivienda Passivhaus la ocupación de las estancias es la que dicta las exigencias de ventilación, para ello la ocupación se calcula mediante las siguientes directrices (para viviendas o edificios residenciales):

La ocupación de una estancia viene dada en función de 1 persona/30m², el caudal mínimo corresponde a 30m³/h. persona, por lo tanto, el caudal de aire mínimo de renovación es 1m³/hm². Es importante decir que el certificado Passivhaus recomienda un mínimo de ocupación de dos personas por local, aunque al ser una recomendación podemos tomar el mínimo anterior.

En cuanto al caudal máximo podemos hacer una comparativa respecto a las exigencias del código técnico de la edificación.

Comparativa de los caudales de ventilación ³		
Diámetro (mm)	CTE	Certificado Passivhaus
	Qvmax (l/s)	Qvmax (l/s)
100	30	15
125	50	30
160	80	60
200	125	105

Como vemos el Código técnico permite unos caudales de ventilación mayor, teniendo una menor eficiencia energética además de obtener unas velocidades mayores, sobre todo en los conductos más pequeños, lo que a su vez genera un mayor ruido y por tanto incomodidades al usuario.

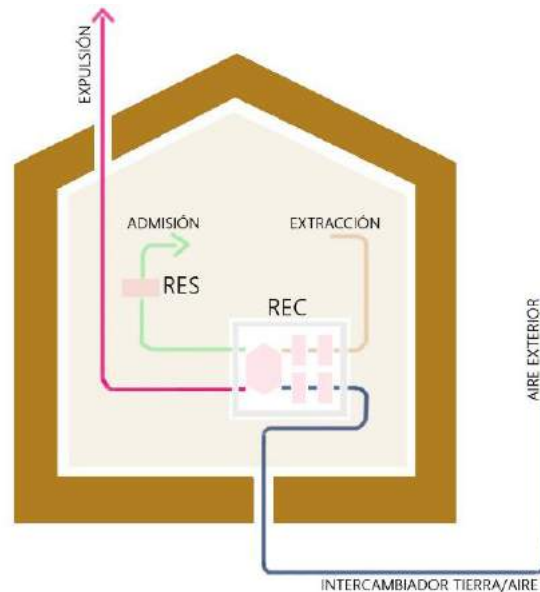
Otro de los conflictos surgidos en las viviendas Passivhaus relacionado con el sistema de recuperación de calor es el control de la presión, esto se debe a que si en nuestra vivienda contamos con diferentes aparatos que realizan combustión, como puede ser una chimenea, una estufa de pellets, o una cocina de gas, entre otros, consumirán todos ellos aire interior de la vivienda, al ser viviendas herméticas se produce una bajada de presión que se ha de controlar para no llegar a valores límites, para ello normalmente se recurre a la instalación de huecos auxiliares para la impulsión de aire cerca del punto de combustión controlado de manera automática mediante una serie de válvulas para mantener la presión adecuada. Pero no solo afectan los aparatos que realizan combustión, sino que también hemos de tener en cuenta los aparatos que aspiran en aire, como puede ser la campana de extracción colocada en las cocinas que se encarga de la eliminación de gases viciados y olores producidos en esta estancia para que no haya un conflicto igual que en el caso anterior deberá colocarse un conducto auxiliar de impulsión de aire, pero en este caso estará conectado con la campana extractora para que no haya depresiones. Otra manera de evitar el conflicto con la campana extractora es la disposición de un filtro de carbón activo que filtra el aire y lo dirige de nuevo a la cocina.

³ Fuente: Alter Technica

Climatización

Los sistemas de ventilación en las viviendas passivhaus están ligados a los sistemas de climatización debido a la necesidad de que su demanda anual sea inferior a $15\text{Kw}/\text{m}^2\text{a}$.

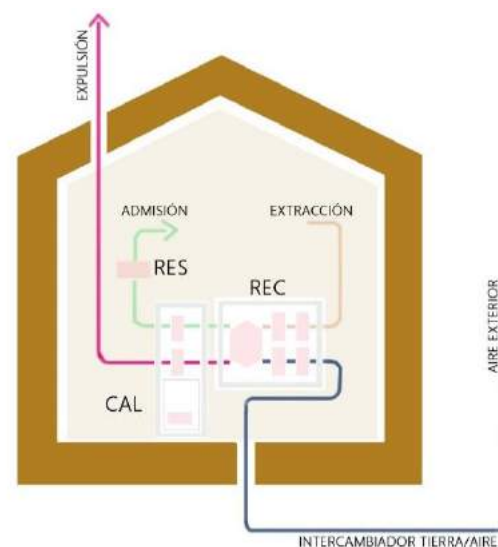
Como hemos hablado en el apartado anterior el sistema idóneo en estos casos es el sistema de recuperación de calor o de energía, el cual se conforma por un intercambiador de aire /aire, dos ventiladores de alta eficiencia y diferentes filtros que aseguran la calidad óptima del aire. La característica principal es la alta eficiencia de estos aparatos llegando a intercambiar entre un 85-90% de la energía. Es importante para asegurar esta eficiencia el aislamiento y hermeticidad de los conductos de impulsión y extracción del aire en las diferentes estancias, sobre todo en lugares no calefactados



Sistema de ventilación mecánica con resistencia eléctrica

Fuente: Propia

donde la diferencia de temperatura es mayor, también es importante a la hora de escoger un sistema de recuperación de calor la superficie de intercambio de energía, ya que cuanto mayor sea esta mayor será la energía intercambiada.



Sistema de ventilación mecánica con resistencia y calentador termodinámico

Fuente: Propia

Pero no solo encontramos recuperadores de calor aire/aire sino que podemos encontrar sistemas de recuperación tierra/aire cuya diferencia principal es el paso del conducto de admisión por el subsuelo que permite un intercambio de energía con el terreno siendo menor la diferencia de temperatura entre el aire admitido y expulsado cuando se encuentren en el intercambiador, debido a la inercia térmica del terreno de manera natural el paso por este del conducto en verano conseguirá un enfriamiento del

aire exterior, mientras que en el caso de invierno el aire sufrirá un aumento de

temperatura reduciendo considerablemente el uso de energía al ser menor el salto térmico.

Una de las diferencias el recuperador tierra/aire y el recuperador aire/aire es la composición de los conductos ya que aquellos que se encuentren en contacto con el directo deberán estar protegidos contra la corrosión además de la sobrecarga de tierra que tienen sobre ellos, además han de tener una pequeña pendiente como mínimo del 2% para poder eliminar posibles condensaciones.

Podemos encontrar sistemas en los que añadiendo una pequeña bomba de calor la cual utiliza la energía recuperada del aire de extracción y usándola en un tanque de agua sanitaria ayudando a los sistemas de ACS, en los que en viviendas de tamaño reducido puede llegar a cubrirse únicamente con instalaciones de placas fotovoltaicas.

5.7. Energías Limpias

Son Energías limpias o renovables todas aquellas que se producen a partir de una fuente natural inacabable. Podemos decir que en los años 70 se comienza a pensar en una serie de energías que sustituyan a las que se usaban en el momento, debido al impacto ambiental que estas causaban.

Con el tiempo las energías renovables han ido ganando protagonismo en diferentes sectores como la industria, el transporte o la construcción.

Las primeras menciones a este tipo de energías fueron en 1980, aunque no fue hasta los 2000 cuando estas se comenzaron a aplicar en arquitectura.

Incorporar estas energías en las viviendas ayuda a reducir el impacto ambiental, aumenta la eficiencia energética y disminuye el gasto económico derivado de los sistemas de instalaciones.

Es verdad que el uso de este tipo de energías supone un aumento en el precio de la vivienda, al igual que lo hacen las medidas necesarias para el cumplimiento del certificado Passivhaus. Este incremento se recupera en los primeros años de ocupación de la vivienda.

Las energías renovables más utilizadas en la construcción de viviendas son las siguientes:

Energía solar fotovoltaica: La primera vez que se usó este tipo de energía en fue en el siglo XIX, cuando se construyó la primera imprenta cuyo funcionamiento dependía de la energía solar.

La forma más común de abastecerse de este tipo de energía es el uso de paneles solares colocados en los tejados de los diferentes edificios para conseguir la mayor captación solar posible. Pueden tener batería o carecer de ella.

Estos paneles son los encargados de producir electricidad pudiendo llegar a dar servicio a un edificio completo de viviendas sin depender de la red pública.

Este tipo de placas tienen un precio bastante económico y se amortiza en un pequeño periodo de tiempo.

Solar térmica: Parecida a la anterior, se utilizan colectores solares situados también en la parte superior del edificio, la diferencia es la finalidad ya que con el uso de este tipo de energía podemos conseguir climatizar la vivienda, ya sea refrigeración o calefacción mediante el calentamiento/enfriamiento de aire/agua, o dotar a la vivienda de agua caliente. Su coste es menor que el de los colectores solares.

Biomasa: consisten en la combustión de materia orgánica para generar calor mediante calderas de biomasa. Hay diferentes fuentes de energía, la más común es el uso de pellets, aunque también se pueden usar diferentes residuos forestales, troncos de madera seca... La energía obtenida tiene los mismos usos que la energía solar térmica. De todas las energías renovables que vamos a mencionar esta es la más utilizada por los consumidores.

Mini - eólica: de todas, es la menos conocida y también menos utilizada. Consisten en una serie de pequeños molinos de baja potencia que generan electricidad. Permiten reducir el uso de energía de la red pública incluso pudiendo llegar a aislarse de esta en los casos en zonas de viento fuerte. El coste de este tipo de energía renovable es superior al de las demás.

Geotermia y Aerotermia: estos dos sistemas de energía limpia necesitan una bomba de calor, que necesitan energía eléctrica para funcionar. Aunque la energía que se produce cuadruplica la electricidad que se consume, considerándola rentable.

La diferencia entre ambas es el lugar de donde captan el calor, en el caso de la geotermia el calor se capta del subsuelo, mientras que en el de la aerotermia se capta del aire. Dependiendo de la localización de la vivienda será más recomendable el uso de una u otra, en el caso de localizaciones con veranos cálidos e inviernos fríos es mejor la utilización de geotermia, en cambio en zonas con un clima sin grandes cambios de temperatura tiene una mayor eficiencia el uso de aerotermia.

5.8. Economía

Como hemos mencionado con anterioridad, la construcción de una vivienda passivhaus, tienen unos costes superiores a los de una vivienda tradicional, aunque este es económicamente viable ya que se recuperara totalmente la inversión a corto medio plazo.

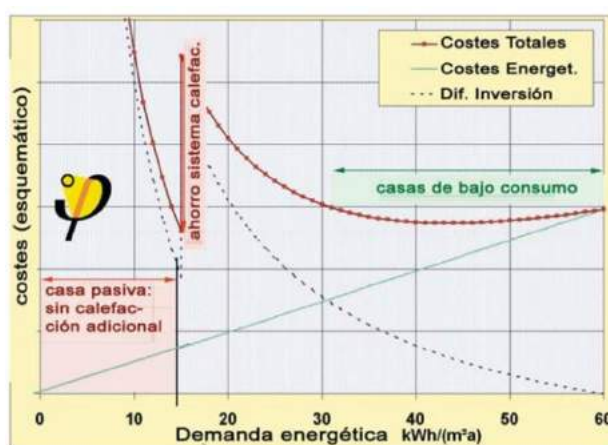
La diferencia de precio se puede reducir al mínimo, llegando a costar lo mismo que una vivienda tradicional que cumpla la normativa de edificación, esto se consigue con una buena planificación del presupuesto, reorganizando el porcentaje dedicado a cada sección.

El certificado Passivhaus nunca fue pensado como una manera de “sacar dinero” al usuario, sino como una serie de mejoras en las medidas ya utilizadas para

conseguir un mayor ahorro energético. Por ejemplo, las viviendas construidas sin certificado passivhaus llevan aislante, carpinterías de calidad incluso sistemas de ventilación, la diferencia con las viviendas con certificado passivhaus es que todos estos sistemas se plantean de manera conjunta.

Este planteamiento hace que se simplifiquen las instalaciones, sobre todo en el campo de la climatización. Esto no quiere decir que tengan un menor esfuerzo de planificación o ejecución, en realidad ocurre lo contrario.

¿Y cómo llegamos al punto de saber cuánto invertir en que la vivienda sea energéticamente eficiente? Para reducir el presupuesto en instalaciones de climatización habría que llevar la eficiencia hasta el punto en el que la esta pueda ser asumida por los sistemas de ventilación, quedando reducidos a un único sistema.



Costes acumulados a 20 años

Fuente: Estándar Passivhaus

En la imagen podemos ver los gastos económicos y el punto de equilibrio en el que se recupera la inversión.

La diagonal verde muestra la relación entre los costes y la demanda energética, esta relación es directamente proporcional cuanto más alta sea la demanda más elevados son los costes.

La línea azul puntuada es la diferencia que hay entre los costes de inversión y los costes necesarios para llegar a las condiciones de confort. Como vemos en el gráfico a partir de los 55 kWh/m²a, los costes comienzan a elevarse siendo mayor la diferencia en los costes haciendo que la inversión sea menos rentable. En cambio, las viviendas pasivas con una demanda menor son más rentables recuperando la inversión en un plazo de 3 a 4 años aproximadamente.

Para calcular estas diferencias de costes en primer lugar debemos calcular los sistemas que aplicaríamos a la vivienda para que cumpliera la normativa Española, ya que los acabados serán los mismos. Algunos de los sistemas que varían y que se verán reflejados en el coste son los siguientes:

Diferencias en el grosor del aislante.

Mejora en la calidad de las carpinterías.

Utilización de un sistema de recuperación de calor de alta eficiencia.

Realización de diferentes test para comprobar la hermeticidad, como el Test Blower Door.⁴

Estudios y pruebas necesarias para la obtención del certificado Passivhaus.

Una vez conocidas estas diferencias entre los gastos de una vivienda pasiva y una vivienda construida únicamente bajo la normativa Española, utilizamos el método de anualidades.

Este método divide el capital invertido de tal manera que los pagos recibidos y retirados se expresan como un valor constante llamado “anualidad”, se fijan una serie de objetivos en el tiempo que han de cumplirse en ciertos periodos de tiempo prefijados anteriormente. Es importante que se tengan en cuenta las variaciones en el coste de la energía y el precio de la vida.

⁴ Este test evalúa la permeabilidad del aire en edificios para ello se coloca un ventilador que despresuriza el edificio para estudiarla, dependiendo del tamaño del edificio se usaran más ventiladores.

6. PROPUESTA

A continuación, aplicaremos todos los conocimientos anteriores en una tipología de vivienda prefabricada con containers.

6.1.Ubicación

La vivienda se encuentra situada en Monleras, un pequeño municipio de 226 habitantes situado en el norte de la provincia de Salamanca próximo a Zamora, perteneciente a Castilla y León, además y se encuentra dentro de la comarca de la tierra de Ledesma.

Es un municipio dedicado tradicionalmente a la agricultura, teniendo una buena relación comercial y social con los diferentes municipios de la ribera del rio Tormes, esto se vio afectado en los años sesenta con la construcción del embalse de Almendra, bajo el cual desaparecieron algunos de los pueblos cercanos, quedando los demás con un alto grado de aislamiento y perdiendo parte de las tierras fértiles, molinos, aceñas... En la actualidad este problema se solvento con la construcción de un puente que comunicaba con Sayago, comarca de la provincia de Zamora. Creando una nueva conexión con otras provincias, y aprovechando el embalse de Almendra como un reclamo turístico para la realización de diferentes deportes acuáticos, rutas de senderismo, a caballo, diferentes actividades multinacionales como los campos de trabajo en las temporadas estivales... aunque su principal dedicación continúa siendo la agricultura y ganadería.



Imagen aérea del municipio de Monleras

Fuente: IBERPIX

El clima del municipio es templado, con grandes diferencias de temperatura entre las principales estaciones climáticas, en verano se alcanzan temperaturas máximas que rondan los 35º mientras que en invierno y mínimas de 10º, las diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas varían 10º. En cuanto a las precipitaciones

abundan en los meses de invierno mientras que escasean en verano, la distribución de días de sol es muy parecida a la de las lluvias abundando estos en verano, sobre el viento su velocidad media es de 19km/h siendo la mayor parte de las veces direccional de suroeste a noreste.

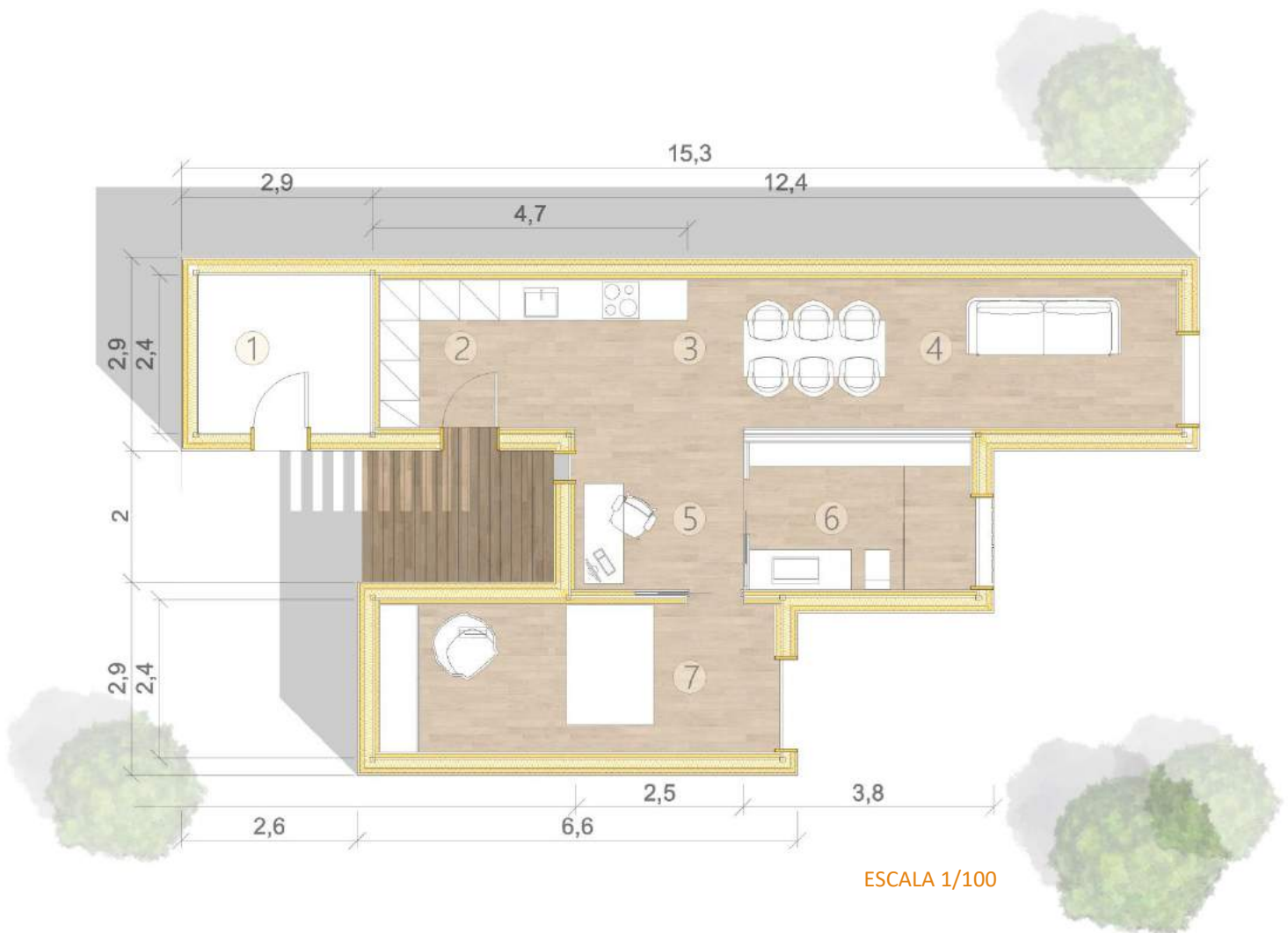
La parcela en la cual encontramos el proyecto se encuentra situada en la zona oeste del Municipio, que a su vez es la zona más cercana al embalse. Las parcelas colindantes son solares sin grandes edificaciones, de hecho, solo una de las parcelas de sus inmediaciones se encuentra construida y son cuatro pequeñas cabañas de no más de 12m² cada una, dedicadas a la hostelería. La parcela se encuentra rodeada de árboles que marcan visualmente sus límites, pero careciendo de ellos en cualquier otro punto de ellos en la parcela, por lo cual podemos considerar que la sombra producida por elementos externos a la construcción ya existentes será mínima, por lo cual no solo nos centraremos en el diseño de la vivienda sino también en el de la parcela, colocación de vegetación o diferentes elementos que den sombra.



AXONOMETRIA DE LA VIVIENDA

El acceso a la parcela se realiza mediante una carretera arbolada a ambos lados, que continua hasta el embalse de Ledesma, la entrada se sitúa en el lateral derecho de la misma y se encuentra flanqueado por árboles en sus dos extremos. Desde los límites de la parcela hasta la entrada de la vivienda discurre un paseo de tierra.

6.2. Planimetría



La vivienda está compuesta por cuatro containers de diferentes tamaños, cada uno de ellos está asociado con una zona de uso. La zona diaria se encuentra en un container High cube de 40", es decir, de doce metros de longitud; por otro lado, encontramos las zonas de noche y zonas húmedas contenidas cada una de ellas en un High cube de 20", lo que significa que tienen cada una de ellas seis metros de longitud. Por último y sin conexión directa con la vivienda encontramos la zona de máquinas constituida también por un container de siete metros cuadrados.

Los diferentes containers se encuentran desplazados para así conseguir sombras estratégicas de unos containers sobre otros en algunas horas del día.

Respecto a la distribución de estancias en la vivienda, se crea un flujo día y noche. El acceso se encuentra situado en un retranqueo de un container, sobre el cual se ha colocado una pérgola de madera para proporcionar sombra. La primera zona que vemos es un pequeño hall con armarios multifuncionales y proporcionando almacenaje, muy importante en viviendas con containers, debido a la dificultad de amueblar la vivienda por sus dimensiones. Contiguo a este recibidor encontramos la cocina, abierta a la zona

de comedor y salón que son las estancias comprendidas en el container de mayor tamaño.

Frente a la cocina encontramos un pequeño espacio destinado a despacho, aunque dependiendo de las necesidades del cliente podría ser una pequeña zona de lectura, de descanso... Esta estancia comparte contenedor con el baño, el único en la vivienda, pero de un tamaño generoso. Por último, en el interior de la vivienda encontramos el dormitorio principal, con una pequeña zona de descanso y otra de armarios.

Contiguo a la vivienda, pero no comunicado encontramos el cuarto de instalaciones, en el que encontramos las diferentes calderas y tanques.

SUPERFICIES		
1	Cuarto de maquinas	6.2m ²
2	Recibidor /Hall	2m ²
3	Cocina abierta	8.2m ²
4	Salón /Comedor	14.7m ²
5	Despacho	6.1m ²
6	Baño completo	7.7m ²
7	Dormitorio principal	13.3m ²
TOTAL VIVIENDA		58.2m ²

6.3.Cimentación

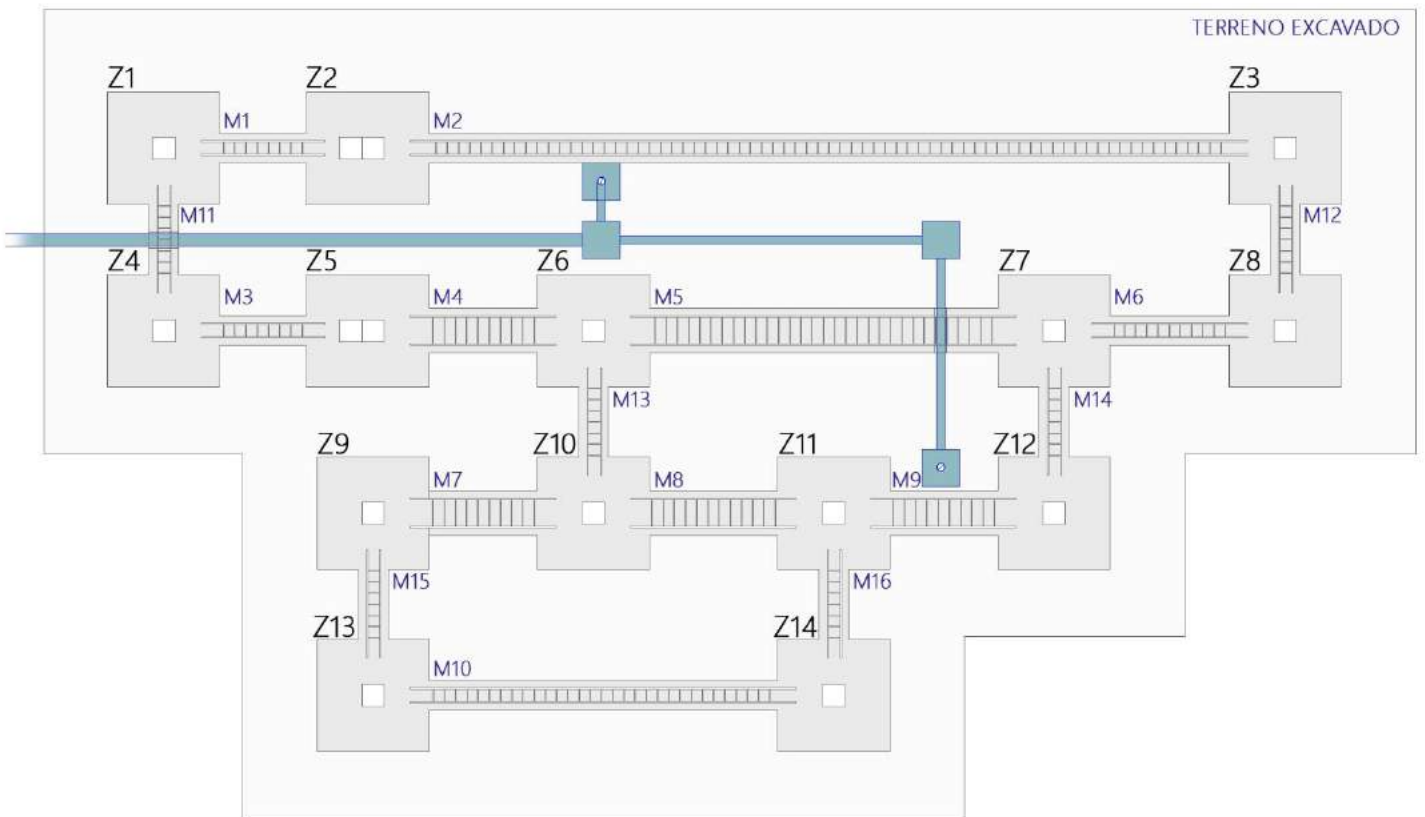
La cimentación se realiza in situ, consta de catorce zapatas, cada una de ellas colocada bajo las esquinas de los containers. Para realizar la cimentación es necesario realizar una excavación con un área de 163.2m², y un perímetro de 58.31m, coincidiendo con la figura realizada al separarse 1m del lugar donde se plantean las zapatas. Esta excavación permite la nivelación de toda la superficie, en esta excavación se rellena con hormigón de limpieza para que la obra quede más limpia.

Tras este primer paso comienza la fase de encofrado de zapatas de manera ordenada, se comienzan a realizar siguiendo direcciones horizontales, las zapatas quedaran unidas por muretes con una dimensión de 0.7m de alto, y una anchura variable dependiendo del muro en que nos encontremos y el peso que este soporte.

Z		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14
	B	1.5	1.65	1.5	1.5	1.65	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	A	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	H	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
M		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11/M12/M13/ M14/M15/M16			
	A	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4			
	L	1.15	10.7	1.15	1.45	4.65	1.6	1.45	1.71	1.4	4.65	0.93			

En esta fase además se incluyen las placas sobre las cuales se anclarán los diferentes módulos, siendo una en los extremos y dos en las zonas intermedias ya que se sustentan

dos módulos, sus dimensiones son de 0.25x0.25m con cuatro redondos del 25, tienen una longitud de 55cm, más 10cm de patilla. Los diferentes módulos irán soldados sobre estas placas.

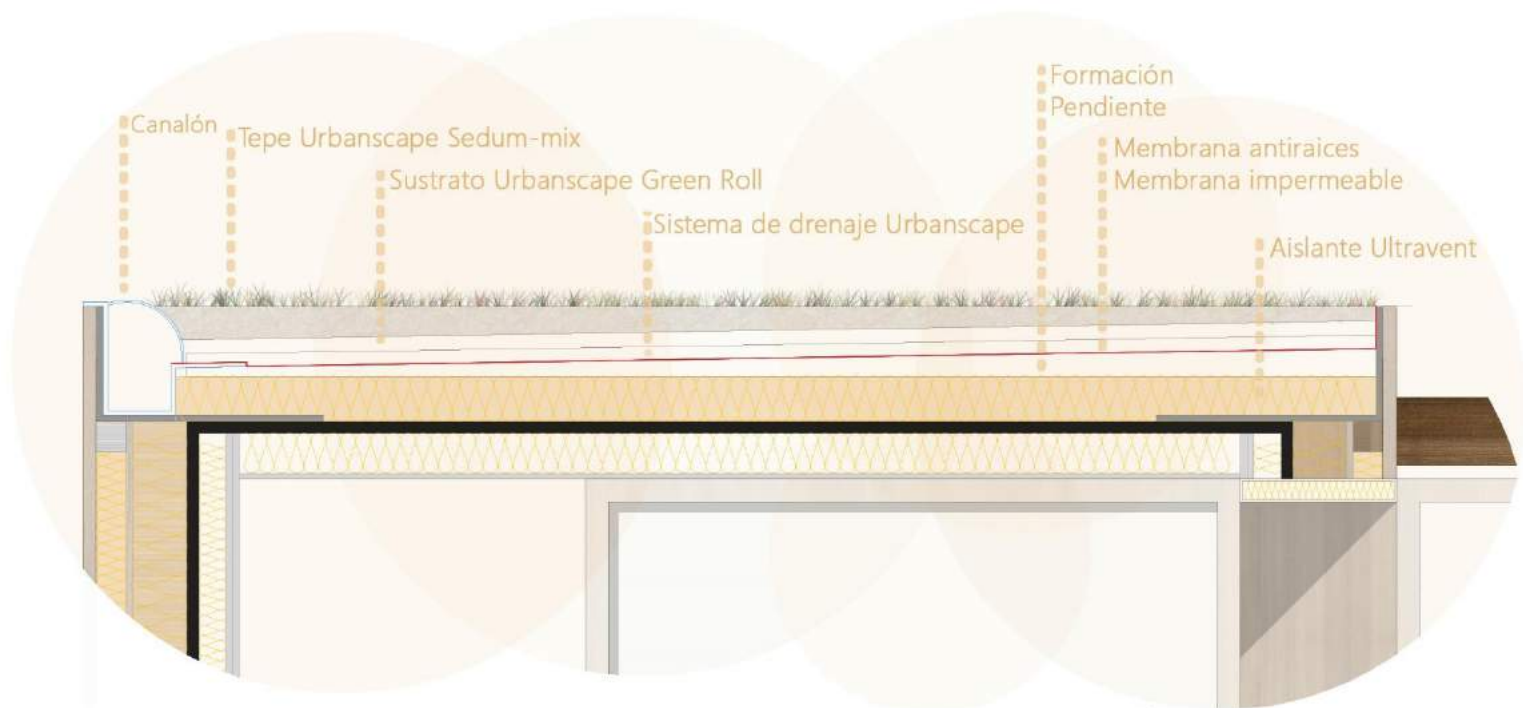


Es importante en esta fase realizar los pasos de las instalaciones de saneamiento por el murete, como son módulos prefabricados en taller, todas las instalaciones discurren por debajo de la vivienda, cada uno de los cuartos húmedos tiene una bajante a la zona de cimentación bajo la cual se coloca una arqueta de 0.5x0.5x0.5m, uniéndose todas ellas en un colector, en cada conexión también se colocará una arqueta. Finalmente, este colector conectará con la red de saneamiento municipal.

Además, también es importante realizar la toma a tierra, la cual se realizará colocando piquetas, unidas al armado de las zapatas mediante un cable de cobre, garantizando la seguridad de los usuarios de la vivienda.

6.4.Cubierta

La cubierta de la vivienda será plana debido al aprovechamiento de la estructura del container, para una mayor eficiencia térmica en la vivienda la cubierta será una cubierta jardín no transitable de la empresa Knauf Insulation, concretamente la cubierta verde Urbanscape. Es un sistema ligero por lo cual no es necesario usar ningún tipo de refuerzo en la estructura de los containers, siendo el mayor peso añadido el de la formación del pendiente. Además, este sistema tiene una serie de beneficios como por ejemplo un alto rendimiento térmico y acústico, además de una buena resistencia al fuego.



Detalla de la cubierta

Fuente: Propia

La cubierta se compone de una serie de capas, la primera de ellas es la formación de pendiente, la cubierta se dividirá en dos superficies, una primera de 4.2m² la cual vierte a una segunda superficie de mayor tamaño, concretamente de 72.2 m², el objetivo de estas es guiar el agua hasta un canalón longitudinal situado en el alzado norte que lleva el agua hasta un tanque con una capacidad de 1000l, siendo sus medidas 1.23m de altura, 1.95 de largo y un fondo de 0.62m, para su reutilización en la jardinería u otras labores. El tanque es de polietileno de densidad media, teniendo una vida duradera, sin sufrir corrosión o desgaste, teniendo unos trabajos de mantenimiento mínimos, además este tipo de tanques se fabrican bajo la normativa ISO 9001:2000 FM nº 57348.

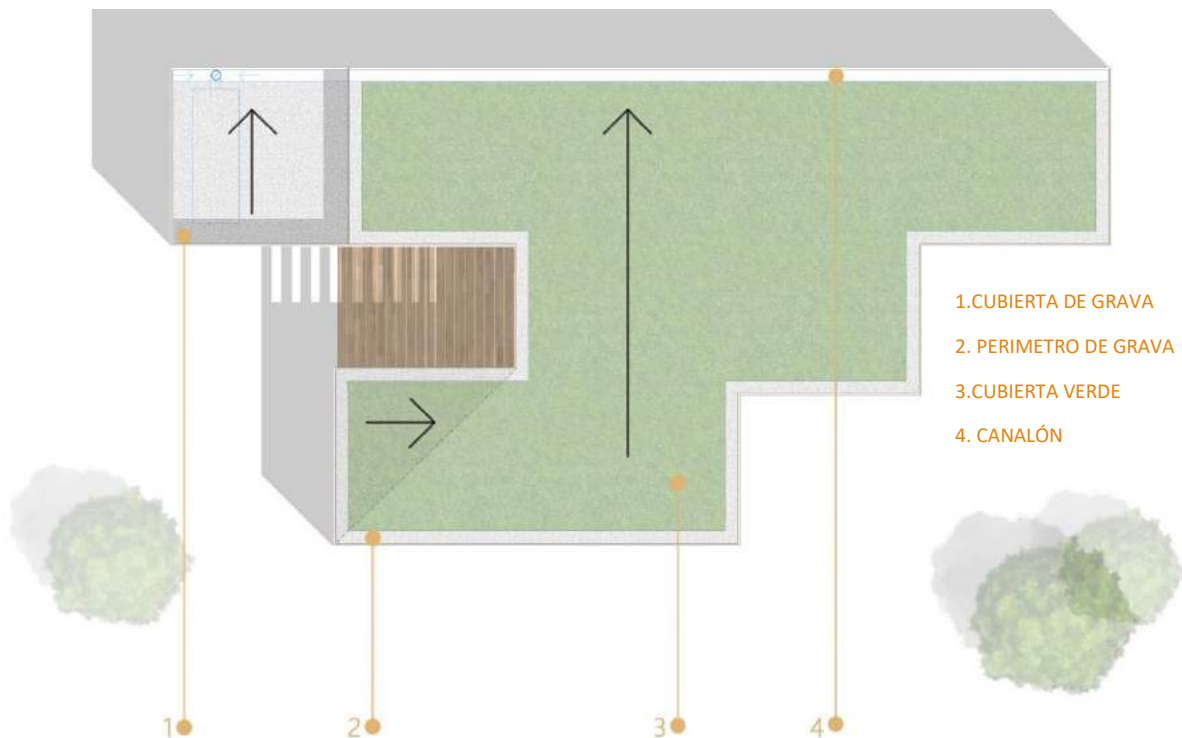
La segunda capa podríamos decir que está compuesta por varias membranas, la primera de ellas es una membrana impermeable que protegerá ante cualquier infiltración que pudiera atravesar la formación de pendiente y llegar al aislante, sobre esta se coloca la membrana antirraíces Urbanscape, que es una lámina artificial de polietileno de baja densidad que evita que las raíces penetren en las cubiertas verdes, es importante que en todos los laterales este recubierta por una membrana impermeable en al menos 1.5m, en las zonas de sumideros también quedaran cubiertas por ellos.

La tercera capa tiene una mayor importancia, es el sistema de drenaje también del sistema Urbanscape, el sistema elegido no tiene un sistema de depósito de agua, también está compuesto por polietileno de alta densidad, además de contar con una capa geotextil en la parte superior de las concavidades, garantizando un rápido drenaje del agua en épocas de lluvias además de permitir la aireación del sistema de raíces de plantas.

La siguiente capa que compone la cubierta es el sustrato Green Roll, juega un papel importante en el comportamiento de la cubierta, es un sustrato ligero para cubiertas verdes, compuesto por lana mineral de roca virgen formada por fibras que forman un fieltro compacto y no deformable, garantiza una excelente conservación y retención de agua en las cubiertas verdes, esto se debe a que entre sus componentes hay una serie de partículas superabsorbentes, que absorben el agua por capilaridad, y permiten un almacenamiento de agua extra liberando esa agua cuando es necesario, además evitan que el agua se evapore y se filtre cuando la temperatura se eleva. Es importante que el sustrato se separe un mínimo de 20cm de los límites de la cubierta.

Por último, encontramos el Tepe sedum-mix, es un tepe biodegradable que contiene entre diez y doce especies distintas de sedum. Las plantas de sebaceous sedum retienen fácilmente el agua en sus hojas por lo que son ideales para climas como el de Monleras, cambiante. En los límites de la cubierta no se colocará este tepe sino grava, quedando el tepe sobre el sustrato green roll.

Debajo de todas estas capas se coloca el aislante, en nuestro caso el aislante elegido será el Ultravent 032 también de Knauf insulation, es un aislamiento termoacústico de lana mineral revestido en una de sus caras por un velo de vidrio, es incombustible frente al fuego además de no absorber el agua por capilaridad.



Plano de cubiertas

Fuente: Propia

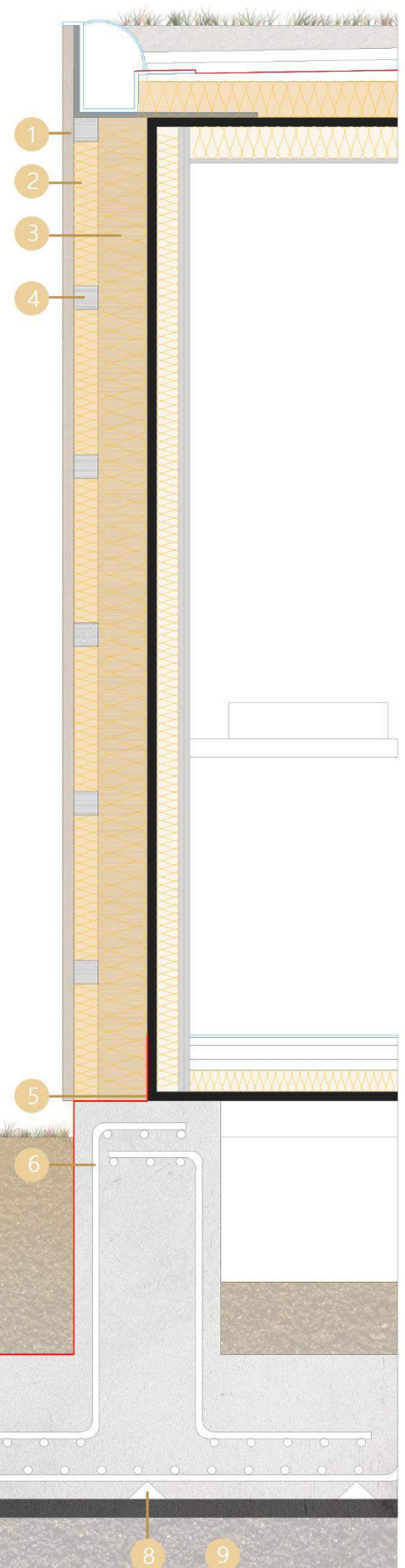
Como vemos en el plano superior la cubierta queda dividida en dos planos de cubierta, hay una pequeña parte del plano de mayor tamaño que queda reservada para el plano de instalaciones, la cual queda bordeada por el recubrimiento de fachada que se eleva en este punto 1m más que en el resto de los límites, en el plano corresponde con el punto uno, el pavimento en esta zona es de grava para una mejor instalación de la maquinaria. En el resto de la cubierta vemos como se combina el la cubierta urbanscape con su tepe urbanscape y una pequeña parte de grava, la grava rodea los límites de la cubierta evitando que la parte vegetal pueda sobresalir por encima de la fachada intercediendo en la estética de la vivienda, y reduciendo al mínimo el mantenimiento de esta, que de por si es mínimo. Por último, con el número cuatro podemos observar el canalón longitudinal del que hemos hablado con anterioridad y que recorre todo el alzado norte, guiando el agua al tanque situado en el cuarto de máquinas.

6.5.Fachada

La envolvente costará de dos tipos diferentes de fachada, una de ellas está constituida por lamas de madera mientras que la segunda, que a su vez será de una superficie de menor tamaño estará compuesta por un sistema continuo de fachada.

Los containers como ya sabemos están formados por una chapa grecada en todos sus laterales, contando con una o varias puertas en los laterales de menor tamaño dependiendo del modelo. El primer paso para la conversión del container en cada uno de estos dos tipos de fachada es la aplicación de una pintura de caucho anti-humedades sobre “la carcasa” del container para proteger a esta de la de la corrosión, hongos...

En el caso de la fachada de madera, el segundo paso es la colocación de un sistema doble de montantes cuadrados huecos, en el primer nivel de montantes tienen una dimensión de 12x12cm y se colocan de manera vertical, unidos a la fachada mediante una serie de anclajes sellados que evitan el paso de aire, agua... y asegurando el cumplimiento del certificado passivhaus. A continuación, se aplicará en los diferentes huecos que dejan entre ellos una primera capa de Poliuretano Expandido con Hidroflurocarbono aplicado mediante pistola y que aporta un primer aislamiento a la vivienda, el segundo sistema de montantes se coloca de manera perpendicular al ya mencionado antes, de manera horizontal, tiene



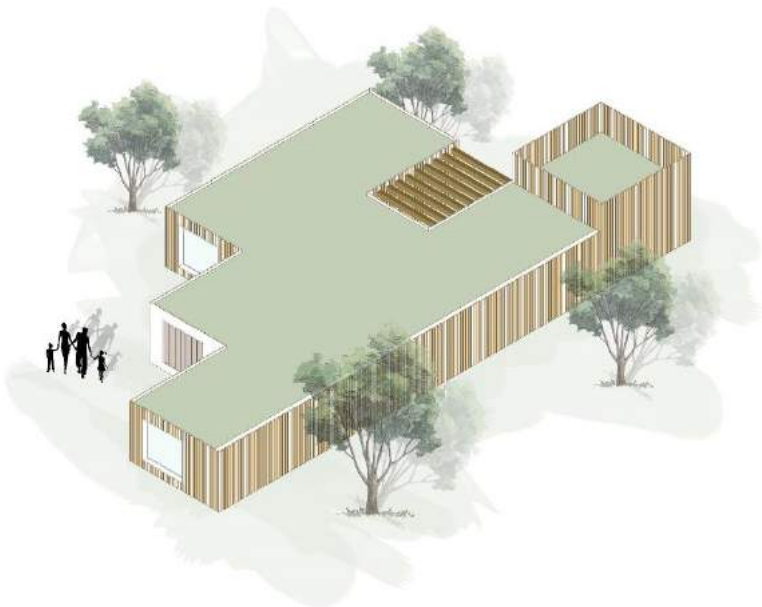
Leyenda:

- 1_Fachada Parkle/ Facade Gold. Dim 0.15x3m.
- 2_Poliuretano Expandido con Hidroflurocarbono
- 3_Primer sistema de montantes. Dim 0.12x0.12m
- 4_Primer sistema de montantes. Dim 0.065x0.065m
- 5_Membrana impermeable.
- 6_Armadura de la cimentación.
- 7_Hormigón de limpieza. Dim 5cm.
- 8_Separadores.
- 9_Terreno.

Una dimensión menor, concretamente de 6.5x6.35cm, y se encuentran anclados a los montantes de mayor tamaño, como en el primer caso se aplica a los huecos Poliuretano Expandido con Hidroflurocarbono alcanzando el aislamiento deseado para la vivienda, por último se colocan las lamas de fachada, , en esta caso las lamas de madera seleccionadas pertenecen a la marca Parklex, una reconocida empresa que cuenta con soluciones para fachadas de madera que compatibilizan las características nobles de la madera, como su tacto o calidez con los requisitos técnicos necesarios para una buena instalación, durabilidad y su correcto mantenimiento. En concreto el modelo escogido son las lamas Facade/Gold de unas dimensiones de 0.15x3m colocadas de manera vertical. Estas lamas no llegan a estar en contacto con el suelo dejando entre ellas y el terreno 10cm.

En la fachada continua se aplicará el sistema sate, para ello sobre la chapa de acero protegida con pintura de caucho como en el caso anterior, se coloca el aislamiento que al igual que el caso anterior será de Poliuretano Expandido con Hidroflurocarbo, teniendo el mismo grosor total que en el caso anterior y garantizando igualmente el cumplimiento del certificado passivhaus. Sobre esta aislamiento se coloca una capa de mortero de adhesión para sobre ella colocar una malla de refuerzo sobre el cual se aplicará el acabado continuo de mortero aclicónico que quedará agarrado a esta malla, este sistema cuenta con una serie de perfiles tanto en la zona inferior como en la zona superior, de arranque y coronación respectivamente para la sujeción del sistema. Respecto a la estética que tendrán las fachadas será de un color blanco que contrastará con el color de las lamas de madera de las otras fachadas.

Ambas fachadas garantizan la impermeabilidad de la fachada, además de proporcionar el nivel de aislamiento térmico y acústico deseado para la vivienda, además se solucionan los puentes térmicos gracias a la aplicación del aislante con pistola por toda la superficie de container, esto además consigue disminuir el riesgo de condensación en el interior de la vivienda. El coste del primer sistema es algo mayor que el sistema de fachada continuo, aunque ambos tienen un bajo coste y tiempo dedicado al mantenimiento debido a la calidad de los materiales usados.



Axonometría de la vivienda parte trasera

Fuente: Google

6.6. Trasdosados interiores

Para las paredes y techos de la vivienda se han utilizado varios sistemas de la empresa Knauf. Para la zona perimetral de la vivienda, se utiliza un trasdosado solo por una cara autoportante, el cual permite colocar una pequeña capa de aislamiento adicional entre los montantes de esta estructura, el sistema elegido es el trasdosado autoportante W625.es, con doble placa también de la empresa Knauf. Los montantes se colocan a una distancia de 60cm entre sí, y por ellos discurren las instalaciones tanto eléctricas como de saneamiento, y las cuales quedan aisladas acústicamente por el aislante adicional mencionado antes. En cuanto a las placas usadas todas ellas tienen un espesor de 12.5mm, y tienen un tamaño de 1.2x2.6m, se colocan de manera maclada entre sí, atornilladas a los diferentes montantes por la tornillería facilitada por la marca y sellada por una cinta que hace invisible la unión entre placas tras la aplicación de los acabados, la única variante de estas placas la encontramos en la zona de cocina y baño, ya que en estas zonas las placas Knauf serán aquellas con tratamiento frente a la humedad. Como es obvio en estos dos casos los acabados de la vivienda serán diferentes ya que en ambos casos sobre estas placas se colocará una lámina impermeable, en la que se aplicará cemento cola, que servirá de material de unión para los azulejos cerámicos escogidos para estas zonas. En el resto de la vivienda se aplicará una primera capa de pintura para homogenizar el color, sobre la cual se podrán colocar otras pinturas pigmentadas o diferentes papeles pintados a elección del usuario.

En cuanto a l techo, es el sistema Knauf, a diferencia del sistema de trasdosado interno el techo solo tendrá una capa, al solo tener una placa de 12.5mm el peso total del techo incluida la estructura es de 15Kg/m³, en este peso se incluyen el peso de las placas de lana de roca usadas como aislamiento en el techo, además de las instalaciones, en este caso los conductos del sistema de recuperador de calor con el que cuenta la vivienda. Sabiendo el peso que soporta el techo suspendido se calcula la separación entre la estructura, es decir entre cuelgues y perfiles, en nuestro caso se utilizaran cuelgues de tipo Suspensión B cuya carga máxima es 40kg, con una separación de 30cm entre cada cuelgue, este sistema permite una altura de 17.5mm, por lo que es válido para nuestro proyecto el cual cuenta con una altura de 10cm. La distribución de placas es la misma que en el caso de los trasdosados ya que son la misma, aunque con la diferencia que el acabado en baños y cocinas no será de azulejos, sino que se aplicara una primera capa de pintura antihumedad.

Por último el sistema de escogido para el suelo también pertenece a Knauf, es un sistema compuesto por varias capas, la primera de ellas una capa de **Poliuretano Expandido con Hidrofluorocarbono**, sobre esta se coloca una placa Brio de Lana mineral, con cantos escalonados que permiten atornillar las placas a la parte inferior del containers. Sobre esta se colocará una capa de mortero nivelador en el cual se podrían introducir las diferentes instalaciones, la última capa correspondería al pavimento escogido que en este caso sería la tarima flotante.

6.7.Acondicionamiento térmico

En la vivienda se ha utilizado un sistema de recuperación de calor para conseguir las condiciones de acondicionamiento térmico, para ello se ha escogido un sistema de ventilación de confort con recuperación de calor de alta eficiencia de la marca Zendher.

La utilización de este sistema tiene ciertas ventajas sobre ciertos aspectos de la vida cotidiana, el primero de ellos y con una mayor repercusión en el usuario es la mejora en el bienestar, el sueño, el rendimiento y la concentración debido al aire fresco y sin corrientes, esto se consigue mediante una serie de filtros que retienen el polvo fino además del polen, además un intercambiador de calor entálpico permite regular la humedad, evitando la sequedad del aire en invierno y el exceso de humedad en verano. A su vez esto hace que al reducir la excesiva humedad del aire se evita la formación de moho debida a la falta de ventilación.

Otra ventaja de este tipo de sistemas es el ahorro energético, sumado a las diferentes soluciones elegidas en la vivienda se crea un espacio prácticamente hermético, el recuperador de calor con una eficiencia del 95% permite un ahorro significativo en consumos energéticos.

La utilización de estos sistemas está ligada al cumplimiento de una serie de condiciones generales contempladas en el DB HS 3, estas condiciones son:

-La circulación del aire se realizará aportando aire a los locales secos (salón, comedor, dormitorios...) y se extraerá el aire de los locales húmedos (baños y cocinas). Entre los locales de admisión y extracción se colocarán una serie de aberturas de paso para asegurar una correcta circulación del aire entre las estancias.

-El aire extraído de los locales húmedos se canalizará individualmente a través de los tubos de extracción hasta el colector de distribución alojado a la salida del equipo de ventilación con un recuperador de alta eficiencia y se expulsará al exterior mediante el tubo de salida de la unidad de ventilación.

-La extracción de la cocina dispone de un sistema adicional específico de ventilación, una extracción mecánica para los vapores y humos provocados por las diferentes acciones llevadas a cabo en la cocina, La campana extractora estará conectada a un conducto de extracción independiente de los de ventilación de la vivienda que no podrá utilizarse para la extracción de aire de otras estancias de la vivienda.

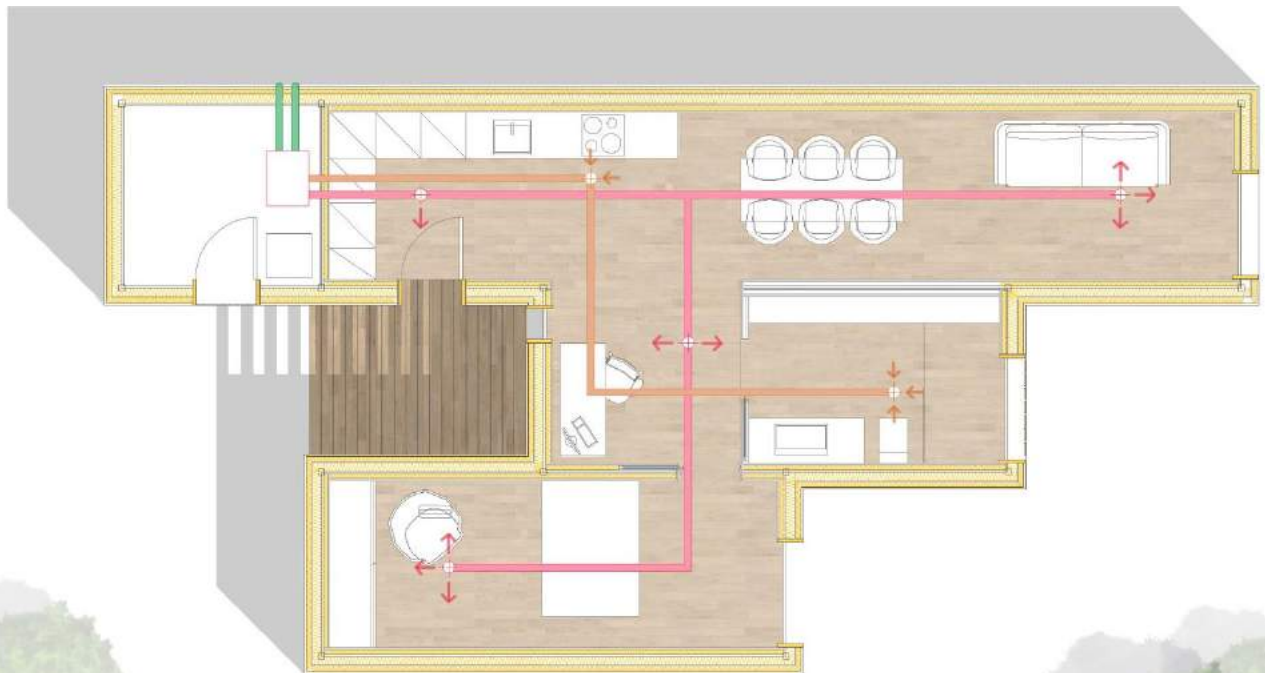
-Los locales secos (salón, comedor, dormitorios...) y la cocina tienen además un sistema de ventilación complementario de ventilación natural, que se realizara mediante la carpintería exterior practicable, esta superficie en puertas y ventanas debe de ser superior al en cada local a 1/20 de la superficie útil del mismo, es decir:

VENTILACIÓN NATURAL			
LOCALES SECOS		Sup. Útil.	Sup. Vent.
1	Recibidor /Hall	2m ²	0.1 m ²
2	Cocina abierta	8.2m ²	0.41 m ²
3	Salón /Comedor	14.7m ²	0.735 m ²
4	Despacho	6.1m ²	0.305 m ²
5	Dormitorio principal	13.3m ²	0.665 m ²

En los locales habitables de la vivienda debe aportarse un caudal de aire exterior que permita conseguir una concentración media anual de CO₂ sea menor que 900ppm y que el acumulado que sea mayor a 1600 ppm y tenga un caudal menor a 500000 ppm.h, siempre que se cumplan las condiciones de diseño apéndice c. Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar vapores no relacionados directamente con la presencia humana, se considera que esto se cumple si se establece un caudal mínimo de 1.5 l/s por local habitable en los periodos en los que la vivienda no está ocupada. Siguiendo la tabla 2.1. sobre caudales mínimos para una ventilación de caudal constante en locales habitables donde se establece el caudal mínimo, se logra el cumplimiento de las dos condiciones anteriores, en el caso de nuestra vivienda los caudales mínimos serían:

CAUDAL MINIMO Qv en l/s.					
TIPO DE VIVIENDA	LOCALES SECOS			LOCALES HÚMEDOS	
	D.PPAL	D. SECND	S. ESTAR/ COM	MIN TOTL	MIN LOCL
0 ó 1 dormitorio	8	-	6	12	6

La condición referida a cocinas en las que se exige disponer de un sistema que permite extraer los vapores generados durante el uso, de forma independiente a los locales habitables, se considera satisfecha si se dispone de un sistema en la zona de cocción que permita extraer un mínimo de 50l/s.



ESCALA 1/100

El recuperador elegido es el ComfoAir 180 Luxe, con un caudal de aire máximo de 196 m³ y una presión disponible de 179Pa para dicho caudal, además esta unidad cuenta con un By-pass con free-cooling, su eficiencia es superior al 95% y un SFP de 0.27 wh/m³. Cuenta con cuatro conexiones de aire en la parte superior y una salida en la parte inferior de suministro de aire a la vivienda.

Los tubos de distribución de aire elegidos son flexibles, estancos a gases, con un exterior corrugado e interior liso cumpliendo la norma DIN EN 60529. Se colocarán sobre el falso techo. Su diámetro exterior es de 90mm, mientras que su diámetro interior de 74mm.

La pérdida de carga de este tubo está directamente relacionada con el caudal de aire en m³/h. En esta vivienda el caudal será:

Estancia	Alt	m ²	m ³	Ventilación CTE (m ³ /h)		Ventilación recomendada (m ³ /h)	
				Impulsiones	Extracción	Impulsiones	Extracción
C. maquinas	2.4	6.2	14.88				
Hall	2.4	2.0	4.8				
Cocina	2.4	8.2	19.68		21.6		60
Salón/Comedor	2.4	14.7	35.28	21.6		60	30
Despacho	2.4	6.1	14.64	21.6		30	
Baño	2.4	7.7	18.48		21.6		30
Dormitorio	2.4	13.3	31.92	28.8		30	
TOTAL		58.2	139.68	72	43	120	120

Siendo el caudal de cada conducto de 30 m³/h. y teniendo 0.86 renovaciones por hora. Aunque el sistema también cuenta con un controlador de caudal y una programación horaria semanal que permite al usuario decir sobre las condiciones de confort de la vivienda.

Los problemas de ruido provocados por el caudal también quedan solucionados con el silenciador que lleva incorporado el sistema (Silenciador Comfowell 4)

6.8. Cumplimiento del certificado passivhaus

Para “certificar” que una vivienda ya sea de nueva construcción o rehabilitada, cumple las condiciones necesarias con el mínimo coste energético durante un año completo.

Para obtener el certificado passivhaus hemos utilizado el programa PHPP, diseñado por el Passivhaus Institute que mediante una simulación en la que se incluyen todos los datos referidos a la construcción y acontecimiento de la vivienda nos permiten saber si la vivienda cumpliría todos los criterios.

Encontramos diferentes sellos dependiendo de la certificación que obtengamos, el más sencillo sería el Sello de casa pasiva. En segundo lugar, tendríamos el sello EnerPHit y por último encontramos el certificado EnerPHit+i.

Estos dos últimos solo son aplicados a rehabilitaciones de viviendas, en algunos casos estos certificados son entregados a diferentes proyectos aun no llegando a cumplir los diferentes criterios de passivhaus por imposibilidad de la edificación o por llevar un coste económico desorbitado. La diferencia entre ambos certificados es la colocación del aislamiento, llevando el aislamiento en el interior⁵ en el certificado EnerPHit+i.



Sellos de certificación de Passivhaus

Fuente: Passive house Institute

La certificación solo puede realizarse por técnicos acreditados por el Passive house Institute, asociado a un organismo certificador en el cual se presenten y comprueben todos los documentos requeridos.

Gracias al programa PHPP, uno de los requeridos en los primeros pasos para certificar una passivhaus, se pueden aconsejar modificaciones para aumentar el ahorro energético, confort en la vivienda... además al realizarse en fase de proyección las variaciones no suponen un golpe tan fuerte como pudiera ocurrir en si estuviera en fase de construcción.

Una vez se realizan las mejoras y variaciones, se comienza la obra, la cual será supervisada para asegurar una correcta ejecución y evitar posibles puntos débiles. Además, se realizan diferentes test a lo largo de la ejecución para ir comprobando el aislamiento, hermeticidad... Superadas estas pruebas se otorga el certificado a la vivienda estudiada.

Aunque es necesario añadir que el cumplimiento de todos los criterios no garantiza una mala práctica del usuario, pudiendo llegar a ocurrir que estos realicen modificaciones en la vivienda que no cumplan con el estándar passivhaus,

A continuación, se muestra la comprobación del cumplimiento del certificado passivhaus en la propuesta de vivienda que hemos desarrollado a lo largo del trabajo. Para la comprobación se ha usado el programa PHPP y se han ido introduciendo los diferentes elementos y sistemas que componían la vivienda, al igual que la ubicación, el sombreado y otros factores ligados al exterior de esta. Como podemos ver, la vivienda cumpliría los criterios y obtendría el certificado sin ningún problema.

⁵ El aislamiento debe ser superior al 25% de la superficie de fachada.

Comprobación Passivhaus



Edificio:	Vivienda con containers		
Calle:	Calle del Monte, Monleras.		
CP / Ciudad:	37171		
País:	España		
Tipo de edificio:	Viviendas aislada		
Clima:	[ES] - Salamanca, Salamanca D2	Altitud del sitio del edificio (en [m] sobre el nivel del mar):	-
Propietario / cliente:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Arquitectura:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Instalaciones:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Año construcción:	2019	Temperatura interior invierno:	20,0 °C
Nr. de viviendas:	1	Temperatura interior verano:	25,0 °C
Nr. de personas:	1,5	GIC invierno:	2,1 W/m ²
Capacidad específica:	204 Wh/K por m ² de SRE	GIC verano:	2,1 W/m ²
		Volumen exterior V _e m ³ :	665,0
		Refrigeración mecánica:	

Valores característicos del edificio con relación a la superficie de referencia energética y año				
	Superficie de referencia energética	53,7 m ²	Requerimientos	¿Cumplido?*
Calefacción	Demanda de calefacción	10 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	sí
	Carga de calefacción	10 W/m ²	10 W/m ²	sí
Refrigeración	Demanda total refrigeración	kWh/(m ² a)	-	-
	Carga de refrigeración	W/m ²	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	0,4 %	-	-
Energía primaria	Calef., ref., deshum., ACS, elect. auxiliar, ilum., aparatos eléct.	70 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	sí
	ACS, calefacción y electricidad auxiliar	45 kWh/(m ² a)	-	-
	Ahorro de EP a través de electricidad solar	137 kWh/(m ² a)	-	-
Hermeticidad	Resultado ensayo de presión n50	0,6 1/h	0,6 1/h	sí

* Campo vacío: faltan datos; '-': sin requerimiento

Passivhaus?	sí
-------------	----

<p>Confirmamos que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos con PHPP están adjuntos a esta aplicación.</p>	Nombre:		PHPP Versión 8.5
	Apellidos:		Número de registro PHPP:
	Compañía:		Expedido en:
			Firma:

--

7. CONCLUSIONES

Durante el siglo XX la construcción de viviendas en España se ha realizado normalmente mediante estructuras de hormigón y ladrillo. Actualmente, la evolución tecnológica y la conciencia de optimizar los recursos da lugar a “nuevos” métodos constructivos, como por ejemplo las casas modulares.

Un ejemplo de este tipo de vivienda son las construidas con containers. En un primer momento estas viviendas surgieron con un carácter temporal, siendo usadas en caso de emergencia, como conflictos bélicos o catástrofes naturales. En la actualidad, su tamaño se ha visto incrementado, desapareciendo el carácter temporal y mejorando considerablemente los sistemas de confort.

La construcción de estas viviendas está ligada a una normativa estatal (CTE) y a una normativa especial, la cual puede variar dependiendo de la comunidad autónoma en la que se vaya a implantar la vivienda, el carácter que estas puedan tener, ya que se pueden considerar o bien inmueble o como bien mueble; (siendo el primero de ellos en el que la vivienda tiene un carácter fijo y se engancha a los servicios públicos, mientras que siendo un bien mueble la vivienda podría decirse que es autosuficiente y puede variar su ubicación).

También se regula el tipo de contenedor (nuevo o usado) y el número de plantas resultantes de su agrupación puesto que no solo se construyen viviendas unifamiliares con este método, sino que también pueden realizarse grandes edificaciones como centros comerciales, residencias, hoteles...

Aparte de la normativa, puede ser deseable ver la viabilidad de aplicar parámetros adicionales como los estándares de los edificios pasivos.

En el trabajo aquí expuesto se presenta una metodología que permite alcanzar estos requisitos de manera satisfactoria, basada en la creación de una vivienda a partir de una serie de modos prefabricados construidos directamente en taller y que minimizan la incidencia de factores externos en la preparación. Dentro de los componentes de estos módulos es muy importante tener en cuenta la calidad de los materiales usados, ya que cuanto mayor sea esta, menos energía se deberá aportar mediante sistemas de instalaciones.

Dentro de los diferentes componentes se podría hacer una subdivisión en dos grupos en función de la importancia, aunque todos ellos juegan un papel relevante.

En el primer grupo (mayor importancia) encontraríamos todos aquellos componentes que se relacionan directamente con la demanda energética de la vivienda, como son el aislamiento y las carpinterías.

El primero de ellos es especialmente relevante ya que, por la composición de los contenedores marítimos, estos acumulan calor en su interior en las estaciones calurosas y viceversa en las estaciones con menores temperaturas, alcanzando temperaturas extremas. Por ello es necesario la aplicación de un buen aislamiento tanto térmico como acústico para garantizar el confort en el interior, evitando siempre los puentes térmicos para eliminando las posibles pérdidas de energía.

En cuanto a las carpinterías tienen bastante importancia, como en el caso anterior han de evitar los puentes térmicos, añadiendo además la característica de hermeticidad para obtener una mayor eficiencia de los sistemas de recuperación de calor. Además, las diferentes aperturas proporcionan iluminación natural a la vivienda, por ello es importante la localización y orientación de estas en la vivienda, para evitar o disminuir los sobrecalentamientos producidos por la radiación solar en las temporadas cálidas y potenciarlos en las temporadas frías.

Directamente relacionado con estos dos aspectos encontramos el sistema de recuperador de calor, el cual se encarga de la ventilación mecánica de la vivienda asegurando en su interior unas condiciones de confort. Su eficiencia depende del aparato, como es obvio en este tipo de viviendas cuanto mayor sea esta menos sistemas complementarios usaremos en la vivienda, pudiendo utilizar complementos a los dispositivos para el acondicionamiento térmico de la vivienda sin necesidad de usar sistemas de calefacción/refrigeración como ocurre en el caso propuesto durante el trabajo.

En el segundo grupo englobaríamos los diferentes acabados tanto interiores como exteriores de la vivienda, que complementan las características del resto de componentes, como por ejemplo elementos de diseño de la propia arquitectura que pueden arrojar sombras sobre los diferentes acristalamientos en los meses de verano.

Todos estos sistemas y componentes hacen que la vivienda cumpla los parámetros del Passivhaus Institute, los cuales serán certificados mediante diferentes pruebas y test por un técnico formado por dicha institución.

Respecto al tema de la prefabricación con módulos tiene varias ventajas, una de ellas es la facilidad y rapidez de montaje, ya que la estructura principal de los containers es la que sirve a la vivienda, además la posibilidad de montarlas en taller ayuda a evitar posibles retrasos consecuencia del clima, como suspensión de la obra por condiciones climáticas adversas.

Respecto al tema económico, la construcción de una vivienda con containers varía mucho dependiendo del tamaño y materiales que se usen, pudiendo llegar a costar más que una vivienda tradicional, aunque bien es cierto que esto ocurre en pocas ocasiones.

Si hablamos del coste de esta relacionándolo con el concepto Passivhaus, se tiende a pensar que es mucho más costoso que una vivienda tradicional, pero este pensamiento es erróneo, ya que la diferencia económica será de un 10-15%, si hablamos desde el punto de vista constructivo, en el mercado inmobiliario este porcentaje se puede ver incrementado por diferentes motivos.

Por lo tanto, podríamos decir que este tipo de viviendas es competitivo con otros tipos de viviendas como el tradicional, se prevé un aumento de este en los próximos años gracias a las ventajas que presenta, en la cual priman la rapidez de construcción y referido a la construcción de casas pasivas, la facilidad de superar los estándares pasivos al tratarse de volumen concretos, aunque tienen como punto débil la unión entre los diferentes containers.

8. BIBLIOGRAFIA

- <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-85315/en-detalle-containers>
- <https://inarquia.es/casas-prefabricadas-contenedores-precios-disenos-casas-container>
- <http://www.mojuru.com/2018/04/uso-de-iso-containers-como-vivienda/>
- <http://www.mojuru.com/property/casa-contenedores-oxford/>
- <https://certificadodeeficienciaenergetica.com/blog/eficiencia-energetica-casas-pasivas-passive-house/>
- <https://passivehouse-international.org/>
- https://passivehouse-international.org/index.php?page_id=150&level1_id=78
- <https://ovacen.com/la-arquitectura-con-contenedores-ventajas-y-desventajas/>
- <http://www.yesosibericos.com/selectorsistemas/>
- <https://dracontainers.com/proyectos.php>
- <http://upcontainers.com.br/produto/toronto/>
- <https://intereconomia.com/noticia/lo-necesitas-saber-deseas-construir-casa-prefabricada-20180227-1615/>
- <https://www.yumpu.com/es/document/view/25524916/construcciones-modulares-prefabricadas-promateriales>
- <https://www.yumpu.com/es/document/view/33998617/vivienda-prefabricada-2011pmd-construccion-y->
- <https://www.youtube.com/watch?v=MSBB6KhglxE>
- https://passivehouse.com/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm
- <http://luisdegarrido.com/es/proyectos-realizados/2014-anonymous-ii-eco-house/#tab-id-4>
- <https://www.containerbasis.de/container-zeichnung-2d3d-cad-pdf-dwg-stp/>
- <http://www.saftec.com.ec/containers.pdf>
- <http://www.affari.com.ar/conttt.htm>
- <https://blog.passivehouse-international.org/first-passive-house-wolfgang-feist/>
- <file:///C:/Users/HP/Desktop/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf>
- <https://www.youtube.com/watch?v=SIWJki-HKtU>

<https://enriquealario.com/construir-viviendas-con-iso-containers/>

<http://docplayer.es/19756172-Modelado-en-trnsys-de-la-primera-vivienda-passivhaus-certificada-en-espana.html>

<https://www.certificadosenergeticos.com/disenio-inteligente-de-edificios-agua-y-energia>

<https://www.arrevol.com/blog/7-materiales-compuestos-de-madera-para-una-arquitectura-sostenible-futuro>

<http://www.indafer.com/lacasaporeltejado/2012/07/cubiertas-aplicacion-del-cte-codigo-tecnico-de-la-edificacion-%E2%80%93parte-i-disenio/>

<https://www.mundohvacr.com.mx/2012/02/metodos-para-una-adecuada-distribucion-de-aire/>

<https://enriquealario.com/construir-viviendas-con-iso-containers/>

<http://www.mimbrea.com/contruccion-con-contenedores-martimos/>

<http://www.mimbrea.com/como-aislar-una-vivienda-de-contenedores-maritimos/>

<http://www.thcoat.com/aislantes-termicos/temp-coat-101-datos-tecnicos/#caracteristicas>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-54659/francia-mete-a-sus-estudiantes-en-contenedores>

<https://www.quetzalingeneria.es/5-energias-renovables-de-uso-domestico/>

<https://www.api.cat/noticias/como-introducir-las-energias-renovables-en-tu-vivienda/>

<https://erenovable.com/historia-energia-renovable/>

<https://blog.is-arquitectura.es/2014/02/24/como-hacer-una-cabana-con-tres-contenedores-de-carga/>

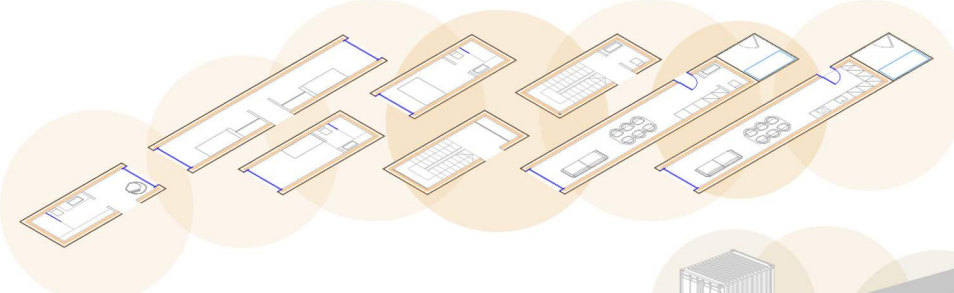
https://es.wikipedia.org/wiki/Casa_pasiva

<https://www.siberzone.es/vmc-doble-flujo/>

9.ANEXOS

PLANIMETRÍA DE LA VIVIENDA



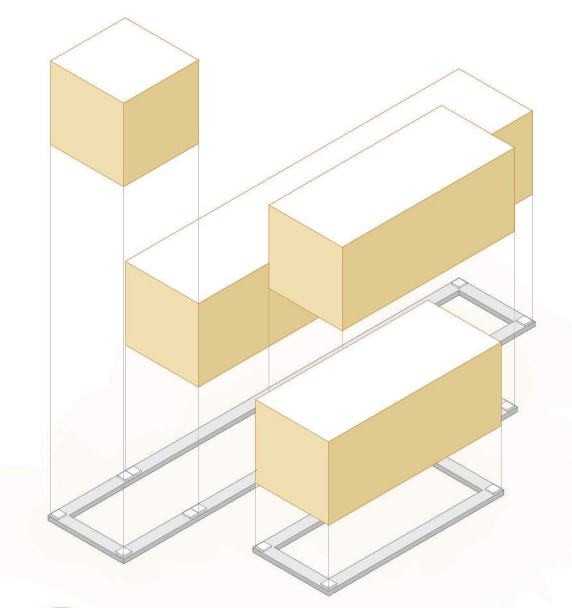
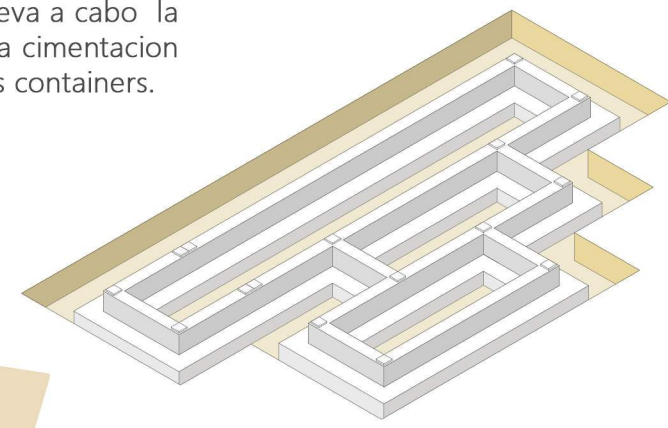
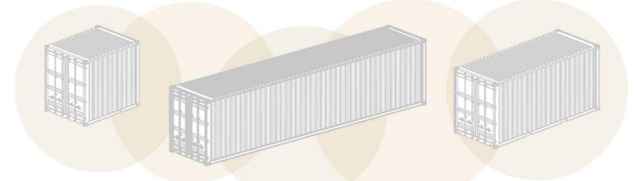


1 ELECCIÓN DEL CONTAINER

El primer paso a la hora de realizar una vivienda con containers, es el diseño de la vivienda. El diseño se puede realizar de mediante la combinación de modulos tipo o haciendo un diseño libre adaptado a las medidas de los containers.

2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

En la parcela escogida se lleva a cabo la preparacion del terreno y la cimentacion sobre la que se anclaran los containers.

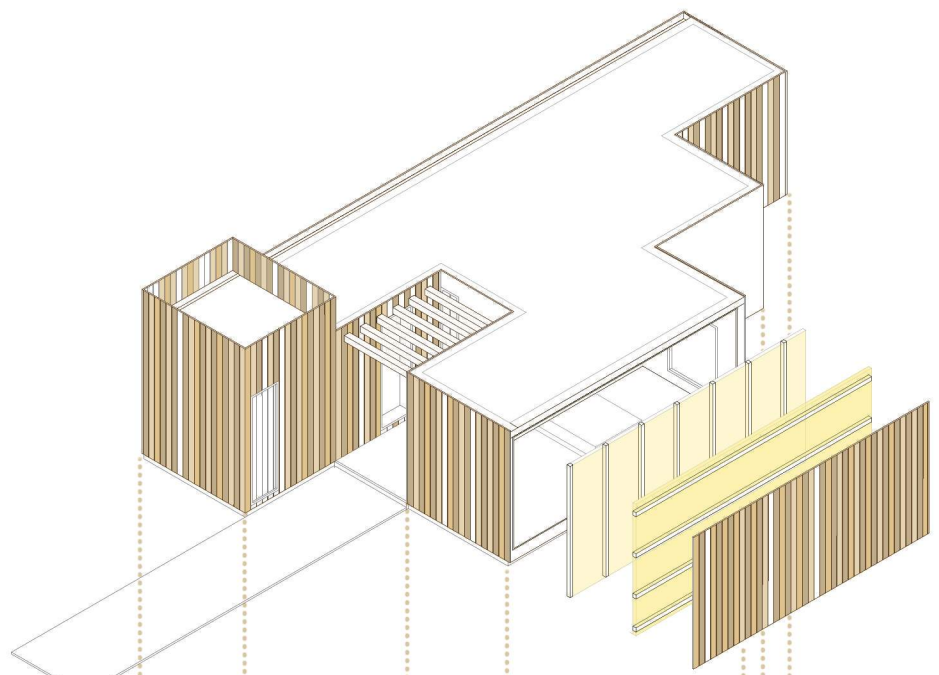
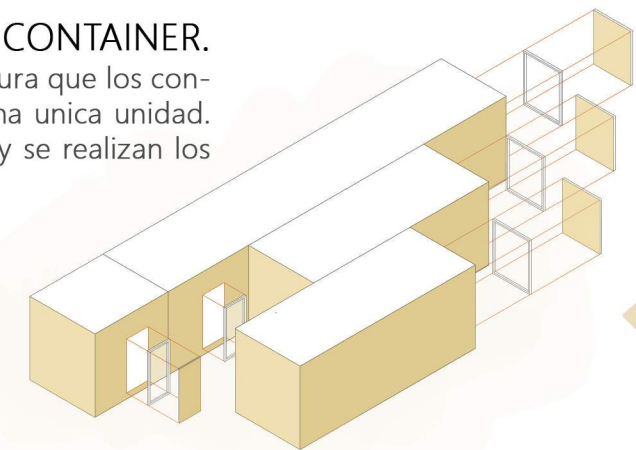


3 ANCLAJE AL TERRENO

Mediante grúas se transportan los contenedores al lugar de ubicación y se anclan a la cimentación. Si la unión es temporal se realizara mediante pernos, si es fija se realizara mediante soldadura continua.

4 PREPARACIÓN DEL CONTAINER.

Una vez anclado se asegura que los container trabajen como una unica unidad. Se trabaja en las juntas y se realizan los huecos.

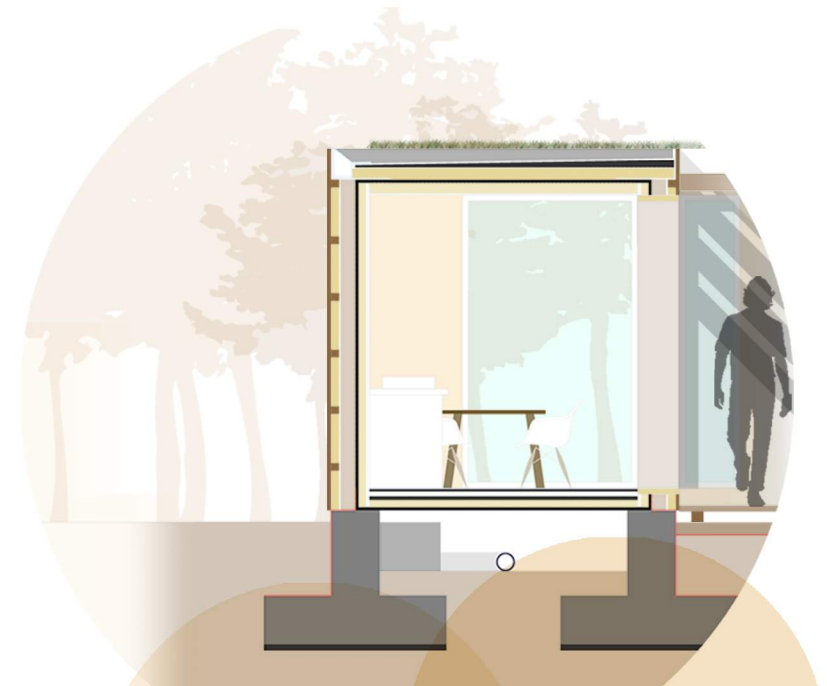


5 TRANSFORMACIÓN.

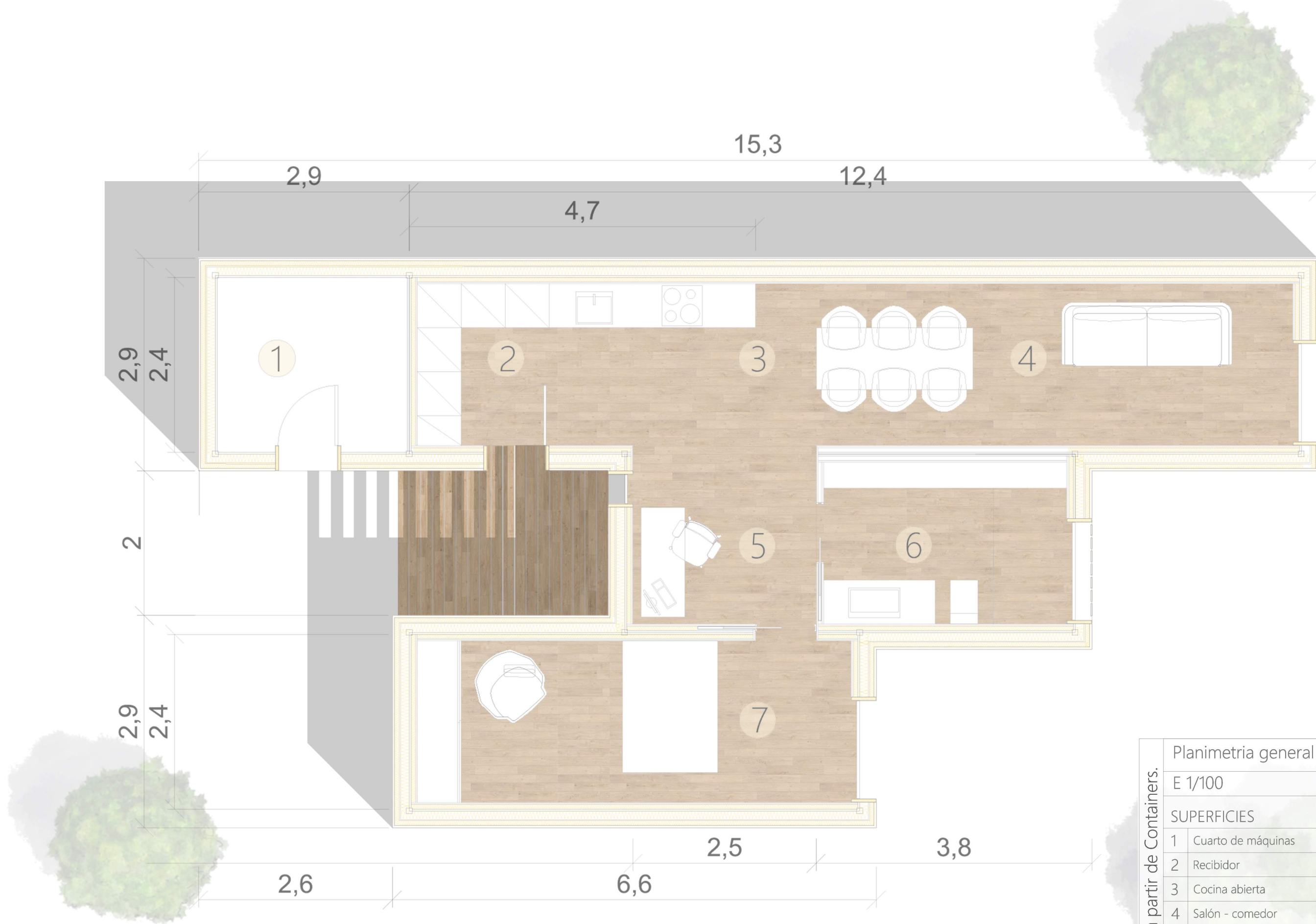
En el caso en el que la vivienda se realice "in situ", comienzan a intervenir todos los oficios tanto en el interior como en el exterior de la vivienda.



6 RESULTADO FINAL



CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA CON CONTAINERS.



Vivienda modular a partir de Containers.

Planimetria general		
E 1/100		
SUPERFICIES		
1	Cuarto de máquinas	6.2m ²
2	Recibidor	2m ²
3	Cocina abierta	8.2m ²
4	Salón - comedor	14.7m ²
5	Despacho	6.1m ²
6	Baño completo	7.7m ²
7	Dormitorio principal	13.3m ²
Total vivienda		58.2m ²
Ubicación:		
Calle de de la Hiedra 34 37171, Monleras, Salamanca. 41.185964, -6.231423		

UBICACIÓN



ESCALA 1/100



ALZADO ESTE.



ALZADO SUR.



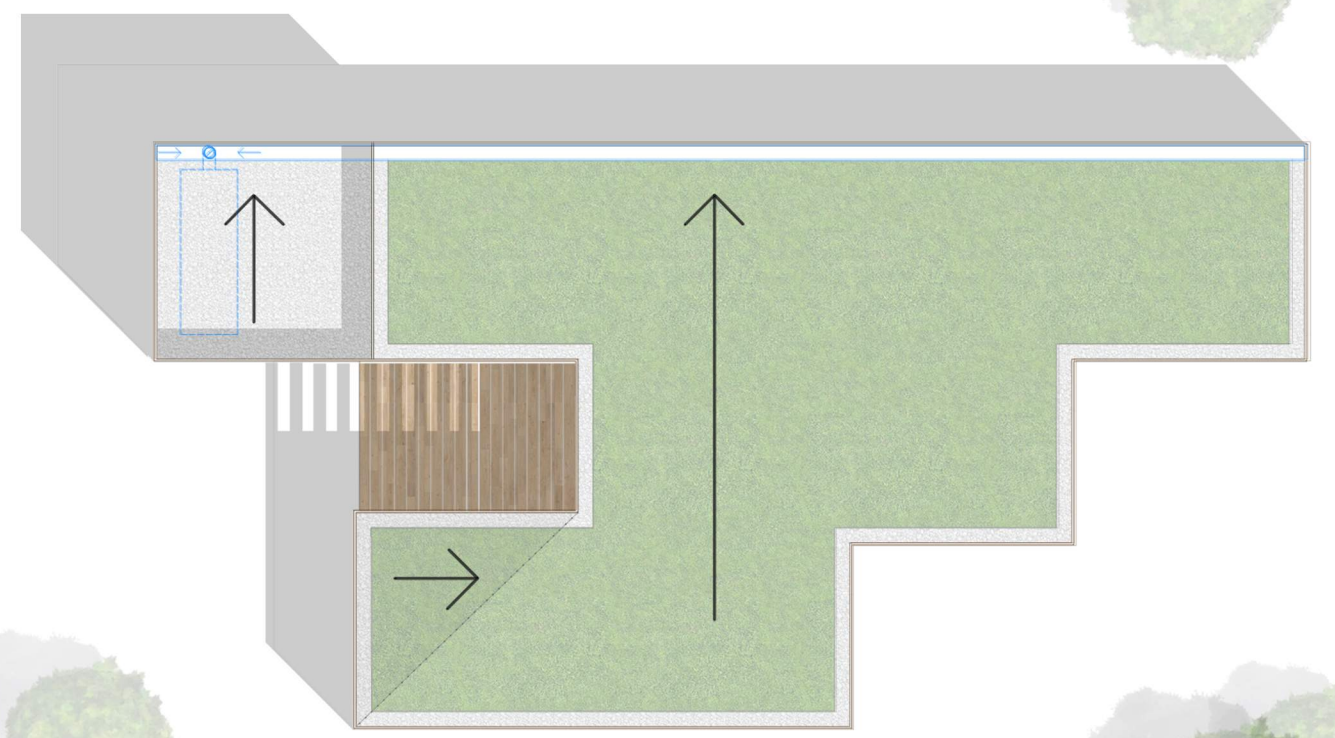
ALZADO OESTE.

PLANIMETRIA GENERAL

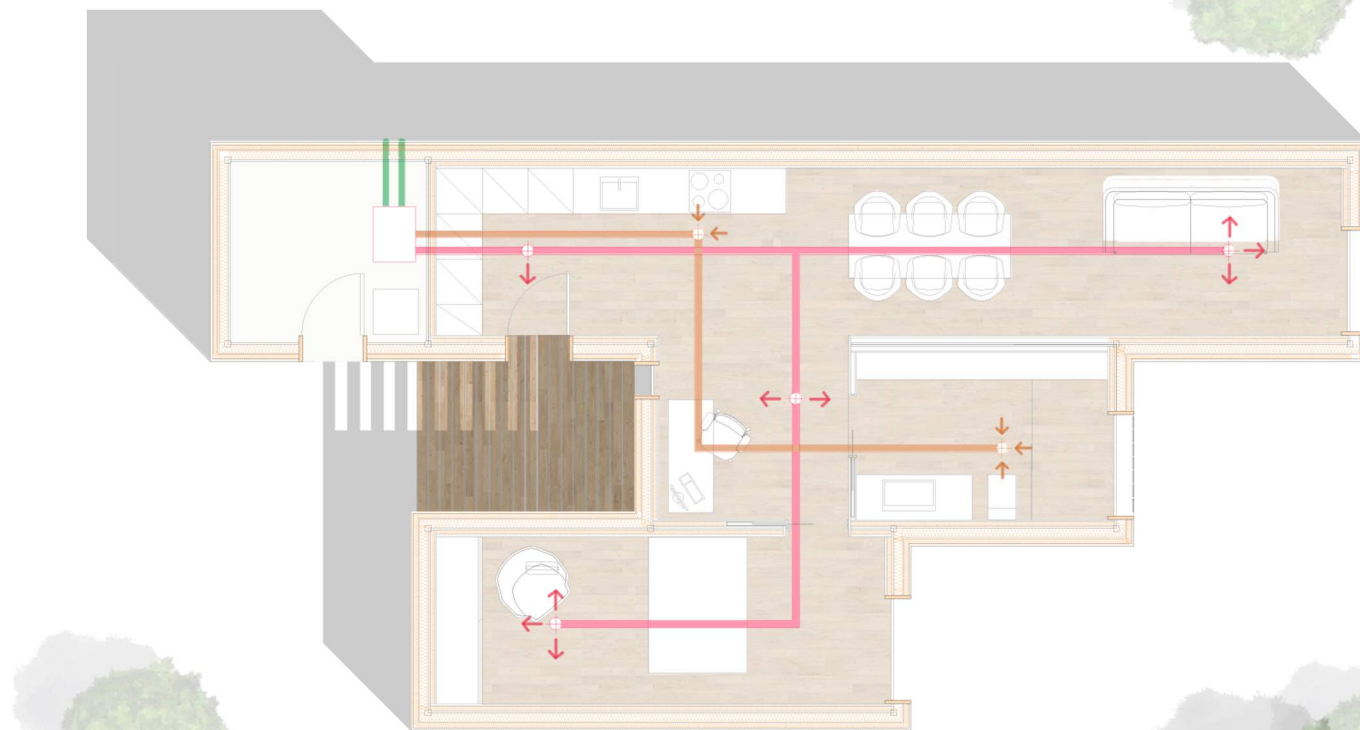




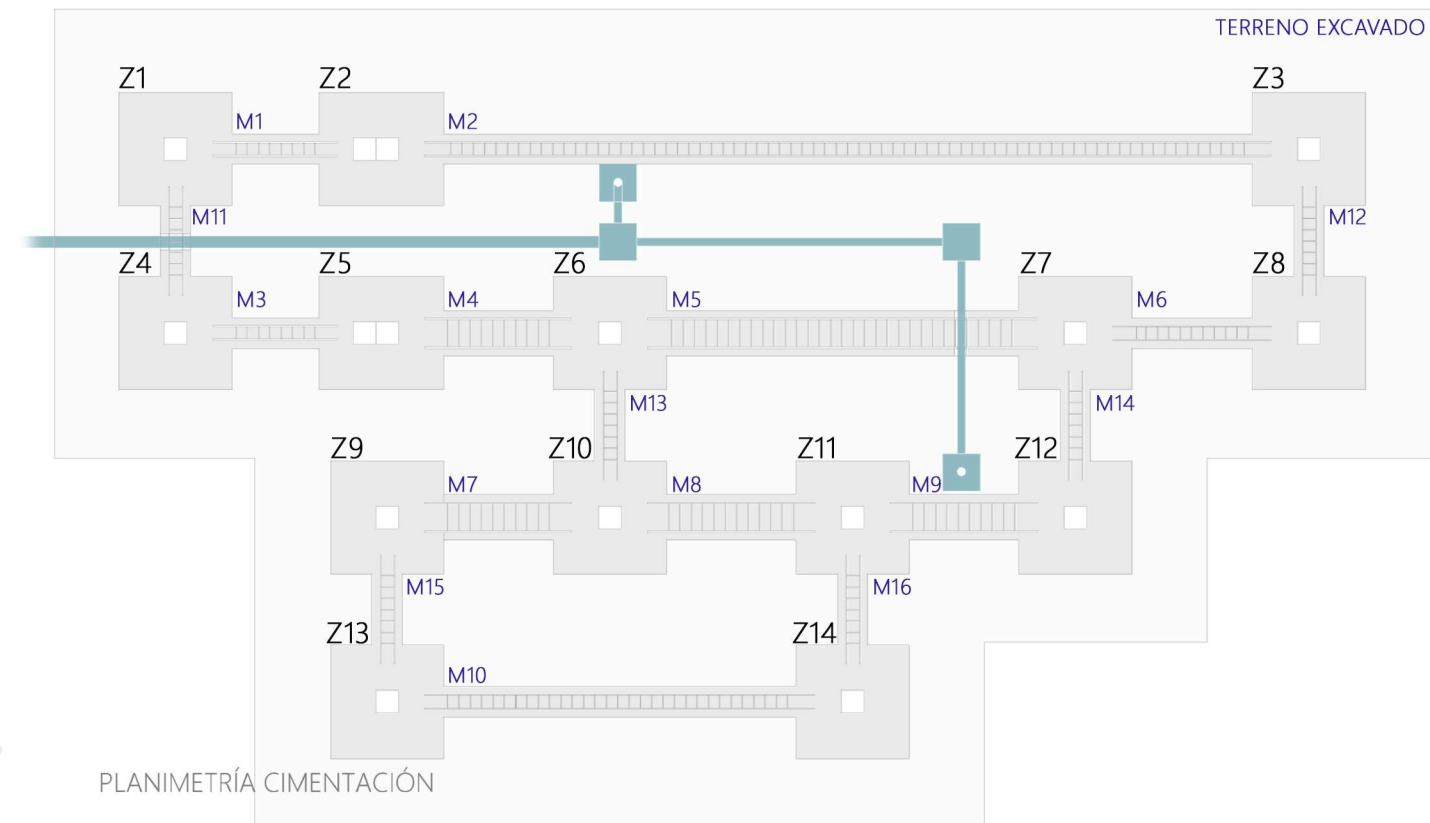
PLANIMETRÍA ACS Y AFS



PLANIMETRÍA EVACUACIÓN DE PLUVIALES



PLANIMETRÍA ACS Y AFS



PLANIMETRÍA CIMENTACIÓN

9.ANEXOS

PPHP_ Cumplimiento certificado Passivhaus



Comprobación Passivhaus



Edificio:	Vivienda con containers		
Calle:	Calle del Monte, Monleras.		
CP / Ciudad:	37171		
País:	España		
Tipo de edificio:	Viviendas aislada		
Clima:	[ES] - Salamanca, Salamanca D2	Altitud del sitio del edificio (en [m] sobre el nivel del mar):	-
Propietario / cliente:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Arquitectura:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Instalaciones:			
Calle:			
CP / Ciudad:			
Año construcción:	2019	Temperatura interior invierno:	20,0 °C
Nr. de viviendas	1	Temperatura interior verano:	25,0 °C
Nr. de personas:	1,5	GIC invierno:	2,1 W/m ²
Capacidad específica:	204 Wh/K por m ² de SRE	GIC verano:	2,7 W/m ²
		Volumen exterior V _e m ³ :	665,0
		Refrigeración mecánica:	

Valores característicos del edificio con relación a la superficie de referencia energética y año

	Superficie de referencia energética	53,7 m ²	Requerimientos	¿Cumplido?*
Calefacción	Demanda de calefacción	7 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	sí
	Carga de calefacción	8 W/m ²	10 W/m ²	sí
Refrigeración	Demanda total refrigeración	kWh/(m ² a)	-	-
	Carga de refrigeración	W/m ²	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	4,5 %	-	-
Energía primaria	Calef., ref., deshum., ACS, elect. auxiliar, ilum., aparatos eléct.	65 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	sí
	ACS, calefacción y electricidad auxiliar	30 kWh/(m ² a)	-	-
	Ahorro de EP a través de electricidad solar	137 kWh/(m ² a)	-	-
Hermeticidad	Resultado ensayo de presión n50	0,2 1/h	0,6 1/h	sí

* Campo vacío: faltan datos; '-': sin requerimiento

Passivhaus?

sí

Confirmamos que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos con PHPP están adjuntos a esta aplicación.

Nombre:

Apellidos:

Compañía:

PHPP Versión 8.5
Número de registro PHPP:

Expedido en:

Firma:

Edificio:

Clima de referencia: [ES] - Salamanca, Salamanca D2

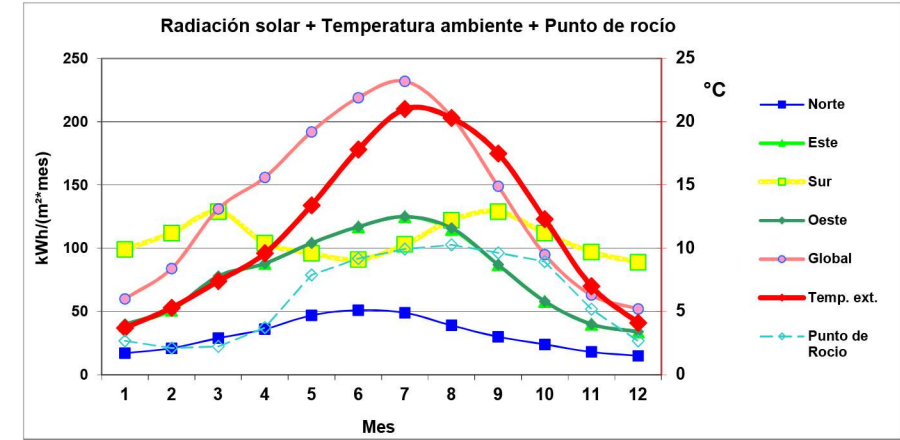
Datos mensuales: [ES] - Salamanca, Salamanca D2

Datos anuales: Utilizar Datos climát. anuales no

Resultados:
 Demanda de calefacción: 10,3 kWh/(m²a)
 Carga de calefacción: 9,8 W/m²
 Energía primaria: 69,7 kWh/(m²a)

Transferencia método anual (Calef. anual)

Cal _{días}	197	d/a
G _t	65	kKh/a
Norte	143	kWh/(m²a)
Este	344	kWh/(m²a)
Sur	656	kWh/(m²a)
Oeste	347	kWh/(m²a)
Horizontal	571	kWh/(m²a)



Región:

Conjunto de datos climáticos:

Estación meteorológica (altitud): m

Ubicación del edificio (altitud):

Parámetros para el cálculo de las temperaturas del terreno en el PHPP.	Mes	[ES] - Salamanca, Salamanca D2						Fluctuación diaria temperatura en verano (K)				Datos radiación: kWh/(m²mes)		Carga de calefacción		Carga de refrigeración			
		Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sit. met.1	Sit. met. 2	Sit. met.1	Sit. met. 2	
Cambio mensual de fases	Temp. ext.	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31	1,1	4,3	23,0	23,0
Amortiguación	Norte	3,7	5,3	7,4	9,6	13,4	17,8	21,0	20,3	17,5	12,3	7,0	4,1	1,1	4,3	23,0	23,0	80	80
Profundidad m	Este	17	21	29	36	47	51	49	39	30	24	18	15	20	15	80	80	210	210
[ES] - Albacete, Albacete D3	Sur	39	51	77	88	104	117	125	115	87	58	40	34	51	18	210	210	250	250
	Oeste	99	112	129	104	96	91	103	122	129	112	97	89	141	30	250	250	210	210
	Global	40	52	78	88	104	117	125	116	87	58	40	34	55	21	210	210	360	360
	Punto de Rocio	60	84	131	156	192	219	232	204	149	95	63	52	83	34	360	360	13,3	13,3
	Temperatura del cielo	2,7	2,1	2,2	3,7	7,9	9,2	9,9	10,3	9,6	8,9	5,2	2,7			9,5	13,3		
	Temperatura terreno	-8,1	-7,0	-5,1	-2,2	1,2	5,5	7,4	6,6	5,1	0,8	-4,9	-7,4			19,5	19,5		
	Comentario:	7,8	8,2	9,9	12,6	16,1	18,4	19,5	19,1	17,3	14,1	11,2	8,9	7,8	7,8				

Muestra

Para introducir nuevos datos, rellenar celdas amarillas.

	Mes	Ejemplo												Carga calef.	°C ó W/m²	Carga ref.	°C ó W/m²
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre				
° C	Temp. ext.	0,9	2	5,3	8,4	16,2	16,7	18,7	19,6	14,7	11	5,9	1,7	-6,0	-2,0	25,1	25,1
kWh/(m²mes)	Norte	9,0	15,0	23,0	41,0	56,0	50,0	49,0	43,0	31,0	21,0	11,0	7,0	10	5	104	104
kWh/(m²mes)	Este	14,0	21,0	31,0	55,0	106,0	72,0	78,0	70,0	50,0	35,0	17,0	12,0	15	5	185	185
kWh/(m²mes)	Sur	30,0	33,0	39,0	61,0	101,0	66,0	72,0	82,0	67,0	60,0	28,0	27,0	50	10	208	208
kWh/(m²mes)	Oeste	14,0	19,0	30,0	52,0	102,0	72,0	82,0	79,0	49,0	36,0	14,0	11,0	15	5	207	207
kWh/(m²mes)	Global	23,0	34,0	52,0	97,0	195,0	137,0	148,0	140,0	88,0	60,0	25,0	18,0	20	5	347	347
° C	Punto de Rocio	0,3	-0,9	1,5	3,0	7,2	11,1	12,5	12,4	10,0	8,2	3,4	-0,9				
° C	Temperatura del cielo	-9,0	-8,6	-4,7	-1,2	4,6	8,8	11,5	11,2	8,1	2,9	-3,3	-6,8				

Planificación Passivhaus: VALOR - U ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Edificio: **Vivienda con containers**

Capas en forma de cuña (aislamiento con pendiente)
 Capas de aire sin ventilar y áticos no calefactados

-> Cálculo auxiliar a la derecha

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
1	Muro exterior						Sí
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		0,13			
		exterior R _{se} :		0,04			
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	Trasdosado Interior Knauf	0,250					25
2.	Lana mineral vidrio_Ult	0,037					60
3.	Chapa grecada de acero	0,033					2
4.	Aislamiento termico Pol	0,028					200
5.	Doble piel de Madera Pa	0,130					50
6.							
7.							
8.							
	Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
	100%						33,7 cm
Suplemento al valor-U			Valor-U:		0,105	W/(m²K)	

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
2	Cubierta ajardinada						Sí
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		0,10			
		exterior R _{se} :		0,04			
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	Placa de yeso laminado	0,210					13
2.	Lana mineral vidrio_Ult	0,037					88
3.	Chapa de acero tratada	0,033					2
4.	Aislamiento Ultravent	0,032					100
5.	Formacion de pendiente	0,410					75
6.	Drenaje	0,000					22
7.	Tepe urbanscape seduce	0,800	Grava ligera	0,950			30
8.							
	Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
	98%		2,0%				32,9 cm
Suplemento al valor-U			Valor-U:		0,167	W/(m²K)	

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
3	Suelo						Sí
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		0,17			
		exterior R _{se} :		0,04			
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	Pavimento flotante porce	1,200					8
2.	Mortero compresion con	2,020					20
3.	Capa de nodulos aislant	0,033					40
4.	Mortero aridos ligeros	0,410					30
5.	Aislamiento termico ULT	0,035					60
6.	Chapa de acero tratada	0,033					2
7.							
8.							
	Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 2		Total
	100%						16,0 cm
Suplemento al valor-U			Valor-U:		0,304	W/(m²K)	

DETERMINACIÓN DE SUPERFICIES

Edificio: Dem. calefacción kWh/(m²a)

Cuadro resumen					Resumen de los elementos constructivos	Valor-U, promedio [W/(m²K)]	Ganancias por radiación período de calefacción [kWh/a]	Ganancias por radiación período de calefacción [kWh/a]	
Nr. de grupos	Grupo de superficies	Zona de temperatura	Superficie	Unidad	Comentario				
1	SRE (sup. de referencia energética)		53,67	m²	Superficie de referencia energética de acuerdo a manual PHPP.		7 meses	4 meses	
2	Ventanas al norte	A	0,00	m²	Los resultados vienen de la hoja 'Ventanas' Las superficies de ventanas se sustraen de las superficies opacas automáticamente que son mostrados en la hoja 'Ventanas'.	Ventanas al norte			
3	Ventanas al este	A	8,40	m²		Ventanas al este	0,795	1485	1588
4	Ventanas al sur	A	0,00	m²		Ventanas al sur			
5	Ventanas al oeste	A	1,00	m²		Ventanas al oeste	0,884	83	134
6	Ventanas horizontales	A	0,00	m²		Ventanas horizontales			
7	Puerta exterior	A	0,00	m²		Restar la superficie de la puerta exterior del elemento constructivo correspondiente	Puerta exterior		
8	Muro ext. - aire ext.	A	108,92	m²	La zona de temperatura "A" es la temperatura exterior	Muro ext. - aire ext.	0,105	26	28
9	Muro ext. - terreno	B	4,41	m²	La zona de temperatura "B" es el Terreno	Muro ext. - terreno	1,738		
10	Techo / cubierta - Aire ext.	A	56,68	m²		Techo / cubierta - Aire ext.	0,167	118	230
11	Solera / losa piso / forjado sanitario	B	0,00	m²		Solera / losa piso / forjado sanitario			
12			0,00	m²	Las zonas de temperatura "A", "B", "P" y "X" pueden utilizarse; NO puede utilizarse la "I"				
13			0,00	m²	Las zonas de temperatura "A", "B", "P" y "X" pueden utilizarse; NO puede utilizarse la "I"				
14		X	0,00	m²	Zona de temperatura "X". El usuario introduce el factor de temperatura ponderado (0 < ft < 1):	Factor para X	75%		
						Puentes térmicos - resumen	Ψ [W/(mK)]		
15	PTs ambiente exterior	A	0,00	m	Unidades en metros lineales	PTs ambiente exterior			
16	PTs perimetrales en el zócalo	P	0,00	m	Unidades en metros lineales, la zona de la temperatura "P" corresponde al perímetro (ver hoja de "terreno")	PTs perimetrales en el zócalo			
17	Puentes térmicos P/ES	B	40,51	m	Unidades en metros lineales	Puentes térmicos P/ES	0,019		
18	Muro divisorio entre viviendas	I	0,00	m²	Sin pérdida de calor, sólo se considera para el cálculo de la carga de calefacción.	Muro divisorio entre viviendas			
Total de la envolvente térmica						Promedio de la envolvente térmica	0,206		

[Ir a lista de componentes constructivos](#)

Introducción de superficies														Orden: A PARTIR DE ID									
Nr. de área	Denominación elemento constructivo	Al grupo Nr.	Asignación al grupo	Cantidad	x (	a [m]	x	b [m]	+	Definido por el usuario [m²]	-	Restado por el usuario [m²]	-	Superficie [m²]	Selección de elemento constructivo / sistema constructivo certificado	Valor-U [W/(m²K)]	Desviación respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Factor de reducción de sombras total	Absorción de la envolvente exterior	Emisividad de la envolvente exterior	
	Superficie de referencia energética	1	SRE (sup. de referencia energética)	1	x (		x		+	53,67	-		-	53,7									
	Ventanas al Norte	2	Ventanas al norte											0,0	De la hoja 'Ventanas'	0,000							
	Ventanas al Este	3	Ventanas al este											8,4	De la hoja 'Ventanas'	0,795							
	Ventanas al Sur	4	Ventanas al sur											0,0	De la hoja 'Ventanas'	0,000							
	Ventanas al Oeste	5	Ventanas al oeste											1,0	De la hoja 'Ventanas'	0,884							
	Ventanas horizontales	6	Ventanas horizontales											0,0	De la hoja 'Ventanas'	0,000							
	Puerta exterior	7	Puerta exterior		x (		x		+		-		-		Valor-U puerta exterior								
1	Muro exterior sur	8	Muro ext. - aire ext.	1	x (	2,68	x	15,04	+		-		-	40,3	01ud Muro exterior	0,105	180	90	Sur	0,90	0,40	0,90	
2	Muro exterior norte	8	Muro ext. - aire ext.	1	x (	2,68	x	14,95	+		-		-	40,1	01ud Muro exterior	0,105	0	90	Norte	0,90	0,40	0,90	
3	Muro exterior oeste	8	Muro ext. - aire ext.	1	x (	2,68	x	7,06	+		-		-	17,9	01ud Muro exterior	0,105	270	90	Oeste	0,90	0,40	0,90	
4	Muro exterior este	8	Muro ext. - aire ext.	1	x (	2,68	x	7,06	+		-		-	10,5	01ud Muro exterior	0,105	135	90	Este	0,90	0,40	0,90	
5	Cubierta	10	Techo / cubierta - Aire ext.	1	x (	2,35	x	24,10	+		-		-	56,7	02ud Cubierta ajardinada	0,167	0	0	Hor	1,00	0,80	0,90	
6	Murete de cimentación	9	Muro ext. - terreno	1	x (	0,10	x	15,04	+		-		-	1,5	04ud Murete perimetral de cimentación	1,738	180	90	Sur	0,90	0,95	0,90	
7		9	Muro ext. - terreno	1	x (	0,10	x	14,95	+		-		-	1,5	04ud Murete perimetral de cimentación	1,738	0	90	Norte	0,90	0,95	0,90	
8		9	Muro ext. - terreno	1	x (	0,10	x	7,06	+		-		-	0,7	04ud Murete perimetral de cimentación	1,738	270	90	Oeste	0,90	0,95	0,90	
9		9	Muro ext. - terreno	1	x (	0,10	x	7,06	+		-		-	0,7	04ud Murete perimetral de cimentación	1,738	135	90	Este	0,90	0,95	0,90	
10					x (		x		+		-		-	0,0									
11					x (		x		+		-		-	0,0									
12					x (		x		+		-		-	0,0									

Sección del edificio 1

Características del terreno			
Conductividad térmica	λ	2,0	W/(mK)
Capacidad térmica	ρc	2,0	MJ/(m³K)
Profundidad de penetración periódica	δ	3,17	m

Datos climáticos			
Temperatura media interior en invierno	T_i	20,0	°C
Temperatura media interior en verano	T_i	25,0	°C
Temperatura media de la superficie del terreno	$T_{ter,med}$	12,6	°C
Amplitud $T_{e, promedio}$	$T_{ter,\Delta}$	8,7	°C
Cambio de fases de $T_{e,m}$	τ	1,2	Meses
Duración del periodo de calefacción	η	6,5	Meses
Grados-hora de calefacción, exterior	G_e	65,0	kKh/a

Datos del edificio			
Superficie de losa de piso / entrepiso de sótano	A	78,0	m²
Longitud perimetral	P	52,0	m
valores característicos elem. cons. horizontal	B'	3,00	m
Valor-U solera o losa / techo sótano	$U_{l,s,fs}$	0,105	W/(m²K)
PTs solera o losa / techo sótano	$\Psi_{B'}^*$	0,77	W/K
Valor-U solera o losa / techo sótano incl. PT	$U_{l,s,fs}'$	0,115	W/(m²K)
Espesor efectivo del piso	d_t	17,41	m

Tipo de losa de piso / solera (marcar sólo un campo)

Losa de piso / solera en contacto con el terreno			
Espesor / profundidad aislamiento perimetral	D		m
Espesor aislamiento perimetral	d_n		m
Conductividad térmica aislamiento perimetral	λ_{borde}		W/(mK)
Posición del aislamiento perimetral	Horizontal		
(marcar con una "x")	Vertical	x	
Sótano calefactado o losa de piso completamente / parcialmente bajo el nivel de terreno			
Altura pared sótano sobre rasante	z	0,00	m
Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno	U_{sot}	0,000	W/(m²K)
x Sótano no calefactado			
Altura pared sótano sobre rasante	h	0,10	m
Valor-U pared sótano sobre rasante del terreno	U_{par}	1,700	W/(m²K)
Altura pared sótano bajo rasante	z	0,50	m
Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno	$U_{par,sot}$	1,000	W/(m²K)
Renovación de aire en sótano no calefactado	n		h⁻¹
Valor-U suelo sótano / losa de piso sótano	U_{ssot}	1,200	W/(m²K)
Volumen de aire sótano	V	47	m³
Losa de piso con cámara de aire ventilada (máx. 0.5 m por debajo de rasante)			
Valor-U losa de piso sobre cámara de aire	U_{hueco}		W/(m²K)
Sección aperturas de ventilación	εP	0,00	m²
Altura pared cámara de aire	h		m
Velocidad de viento a 10 m de altura	v	0,0	m/s
Altura pared cámara de aire	U_{par}		W/(m²K)
Factor de protección del viento	f_v	0,00	-

Pérdida de puente térmico adicional en el zócalo (perímetro del edificio)			
Cambio de fases	β	0,00	Meses
Fracción estacionaria	$\Psi_{P,stat}^*$	0,000	W/K
Cuota periódica	$\Psi_{P,harm}^*$	0,000	W/K

Corrección de nivel freático			
Profundidad del nivel freático	$z_{agua\ fr}$	3,0	m
Factor de corrección agua subterránea	$G_{agua\ fr}$	1,00173369	-
Velocidad de flujo NF	$q_{agua\ fr}$	0,05	m/d

Resultados temporales

Cambio de fases	β	0,00	Meses	Flujo de calor estacionario	Φ_{est}	59,4	W
Conductancia estacionaria	L_S	8,04	W/K	Flujo de calor periódico	Φ_{harm}	29,7	W
Conductancia estacionaria	L_S	5,85	W/K	Pérdida de calor durante el periodo de calefacción	Q_{tot}	421	kWh
Conductancia periódica exterior	L_0	8,96	W/K				

Temperaturas del terreno mensuales para cálculo de método mensual (elemento constructivo 1)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor medio
Invierno	7,8	8,2	9,9	12,6	15,5	17,9	19,0	18,6	16,8	14,1	11,2	8,9	13,4
Verano	8,3	8,7	10,4	13,2	16,1	18,4	19,5	19,1	17,3	14,6	11,7	9,4	13,9

Temperatura de cálculo del terreno para la hoja 'Carga-C'

7,8

Para hoja 'Carga-R'

19,5

Factor de reducción para hoja 'Calefacción anual'

0,72

Resultado total (todas las secciones del edificio)

Cambio de fases	β	0,00	Meses	Flujo de calor estacionario	Φ_{est}	59,4	W
Conductancia estacionaria	L_S	8,04	W/K	Flujo de calor periódico	Φ_{harm}	29,7	W
Conductancia periódica exterior	L_{pe}	5,85	W/K	Pérdida de calor durante el periodo de calefacción	Q_{tot}	421	kWh
Conductancia edificio	L_0	8,96	W/K	valores característicos elem. cons. horizontal	B'	3,00	m

Temperaturas del terreno mensuales para cálculo de método mensual (todos los elementos constructivos)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor medio
Invierno	7,8	8,2	9,9	12,6	15,5	17,9	19,0	18,6	16,8	14,1	11,2	8,9	13,4
Caso verano	8,3	8,7	10,4	13,2	16,1	18,4	19,5	19,1	17,3	14,6	11,7	9,4	13,9

Temperatura de cálculo del terreno para hoja 'Carga-C'

7,8

Para hoja 'Carga-R'

19,5

Factor de reducción para hoja 'Calefacción anual'

0,72

COMPONENTES PASSIVHAUS

Elementos constructivos (valores-U)					
ID	Sistema constructivo	Elemento constructivo	Espesor total	Valor-U	Aislamiento interior
Resumen de los elementos constructivos calculados en la hoja 'Valores-U'			m	W/(m²K)	-
01ud	Muro exterior	Muro exterior	0,337	0,105	Sí
02ud	Cubierta ajardinada	Cubierta ajardinada	0,329	0,167	Sí
03ud	Suelo	Suelo	0,160	0,304	Sí
04ud	Murete perimetral de cimentación	Murete perimetral de cimentación	0,400	1,738	No
05ud					

Acristalamiento		Acristalamiento	
ID	Determinación	Valor g	Valor-Ug
01ud	A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	0,58	0,71
02ud			
03ud			
04ud			
05ud			

Marcos de ventana		Marcos de ventana																	
ID	Determinación	Valor U _f				Espesor del marco				Puente térmico en borde de vidrio				Puente térmico de instalación				Fachadas muro cortina:	
		Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba	Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba	Ψ _{Borde vidrio izquierda}	Ψ _{Borde vidrio derecha}	Ψ _{Borde vidrio abajo}	Ψ _{Borde vidrio arriba}	Ψ _{Instalación izquierda}	Ψ _{Instalación derecha}	Ψ _{Instalación abajo}	Ψ _{Instalación arriba}	Valor-χ _{GT} Montante	
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/K
01ud	A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	0,71	0,71	0,71	0,71	0,084	0,084	0,084	0,084	0,024	0,024	0,024	0,024	0,029	0,029	0,012	0,012		
02ud																			
03ud																			
04ud																			
05ud																			

Aparatos de ventilación con recuperación de calor		Aparatos de ventilación con recuperación de calor												
ID	Determinación	Eficiencia de recuperación de calor (efectiva)	Eficiencia eléctrica	Área de introducción de datos para		presión externa por línea	Ajustes ΔP _{Interno}	Protección contra la congelación necesaria	Protección contra el ruido			Información adicional		
				m²/h	m³/h				Pa	Pa	35 dB(A)		Aire de impulsión dB(A)	Aire de extracción dB(A)
				%	Wh/m³				m³/h	m³/h	Pa		Pa	
01ud	Zehnder ComfoAir 180 Luxe con comfoTube Ø90mm	95%	0,40	30	30	179								
02ud														
03ud														
04ud														
05ud														

FACTOR DE REDUCCIÓN DE RADIACIÓN SOLAR; VALOR-U DE VENTANAS

Edificio:

Demanda de calefacción: kWh/(m²a)

Clima: [ES] - Salamanca, Salamanca D2																	
Orientación de la superficie de la ventana	Radiación global (puntos cardinales)	Sombras	Suciedad	Radiación incidente no perpendicular	Proporción de acristalamiento												
máx.:	kWh/(m²a)	0,75	0,95	0,85													
Norte	143	1,00	0,95	0,85	0,000												
Este	344	0,75	0,95	0,85	0,806												
Sur	656	1,00	0,95	0,85	0,000												
Oeste	347	0,75	0,95	0,85	0,608												
Horizontal	571	1,00	0,95	0,85	0,000												
Total o valor promedio de todas las ventanas																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Valor g</td> <td style="width: 15%;">Factor de reducción para radiación solar</td> <td style="width: 15%;">Superficie de ventana</td> <td style="width: 15%;">Valor-U de ventana</td> <td style="width: 15%;">Superficie de acristalamiento</td> <td style="width: 15%;">Radiación global promedio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,58</td> <td style="text-align: center;">0,48</td> <td style="text-align: center;">9,40</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">7,38</td> <td></td> </tr> </table>						Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Superficie de acristalamiento	Radiación global promedio	0,58	0,48	9,40	0,80	7,38	
Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Superficie de acristalamiento	Radiación global promedio												
0,58	0,48	9,40	0,80	7,38													

[Ir a lista de acristalamientos](#) [Ir a lista de marcos de ventana](#)

Cantidad	Determinación	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Medidas hueco de albañilería		Instalado en	Acristalamiento	Marco	Valor g	Valores-U		Ψ Borde de vidrio (pro- medio)	Situación de instalación				Ψ Instalación (promedio)	Resultados									
					Anchura	Altura					Selección a partir de hoja 'Superficies'	Selección a partir de hoja 'Componentes'		Selección a partir de hoja 'Componentes'	Radiación perpendicular	Acristalamiento	Marco (pro-medio)		valor definido por el usuario para Ψ _{instalación} ó '1': Ψ _{instalación} de hoja 'Componentes' '0': en el caso de ventanas adjuntas				Superficie de ventana	Superficie de acristalamiento	Valor-U de ventana	Proporción de acristalamiento por ventana	Pérdidas por transmisión	Ganancias solares
																			Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba						
		Grados	Grados		m	m		Orden: COMO EN LISTA	Orden: COMO EN LISTA	-	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(mK)	W/(mK) ó 1/0				W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%	kWh/a	kWh/a				
3	Este	135	90	Este	1,400	2,000	4-Muro exterior este	01ud A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	01ud A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	0,58	0,71	0,71	0,024	1	0	1	1	0,019	8,4	6,77	0,80	81%	434	1315				
1	Oeste	270	90	Oeste	0,500	2,000	3-Muro exterior oeste	01ud A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	01ud A84 Hoja Oculta Passivhaus Cortizo	0,58	0,71	0,71	0,024	1	0	1	1	0,023	1,0	0,61	0,88	61%	57	74				

CÁLCULO DE LOS FACTORES DE SOMBRA

Clima: [ES] - Salamanca, Salamanca D2

Edificio:

Latitud geográfica: °

Orientación	Superficie de acristalamiento m²	Factor de reducción invierno r _s	Factor de reducción de verano r _s
Norte	0,00	100%	100%
Este	6,77	75%	100%
Sur	0,00	100%	100%
Oeste	0,61	75%	100%
Horizontal	0,00	100%	100%

Demanda de calefacción: kWh/(m²a)
 Demanda de refrigeración útil: kWh/(m²a)
 Frecuencia de sobrecalentamiento: %

Cantidad	Determinación	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Ancho del vidrio	Altura del vidrio	Superficie de vidrio	Horizonte		Telares / Remetimientos		Voladizos / Volados		Factor de reducción adicional para sombreado en invierno	Factor de reducción adicional para sombreado en verano	Factor de reducción para protección solar temporal	Invierno				Verano			
								Altura del objeto que causa la sombra	Distancia horizontal	Profundidad de telares/remetimientos laterales	Distancia del borde del vidrio al telar/remetimiento	Profundidad del voladizo/volado	Distancia del borde superior del vidrio hasta voladizo/volado				Factor de reducción sombras horizonte	Factor de reducción sombras causado por remetimientos	Factor de reducción sombra causado por volados	Factor de reducción de sombras Total	Factor de reducción sombras horizonte	Factor reducción sombras por telares/remetimientos	Factor de reducción sombra por voladizos / volados	Factor de reducción de sombras Total
								m	m	m	m	m	m				%	%	%	%	%	%	%	%
		grados	grados		m	m	A _v	h _{Hor}	a _{Hor}	r _{emo}	d _{rem}	r _{vu}	a _{vu}	z	r _{Ho}	r _{mo}	r _o	r _s	r _{Ho}	r _{mo}	r _o	r _s		
3	Este	135	90	Este	1,23	1,83	6,8	2,30	0,00	0,23	0,230	0,23	0,23	50%				75%				94%	96%	
1	Oeste	270	90	Oeste	0,33	1,83	0,6	2,30	0,00	0,23	0,230	0,23	0,23	50%				75%				92%	98%	

Edificio:

Superficie de referencia energética A_{SRE}	m ²	<input type="text" value="54"/>	(Hoja 'Superficies')
Altura de la habitación h	m	<input type="text" value="2,47"/>	
Volumen de aire interior ventilación ($A_{SRE} \cdot h$) = Vv	m ³	<input type="text" value="133"/>	(Hoja 'Calefacción anual')

Tipo de sistema de ventilación

- Ventilación equilibrada tipo Passivhaus *Marque con una cruz*
- Sólo aire de extracción

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficientes de protección al viento e y f					
Coefficiente e de clase de protección de viento	Varios lados expuestos al viento	Sólo un lado expuesto al viento			
Sin protección de viento	0,10	0,03			
Protección de viento moderada	0,07	0,02			
Protección de viento alta	0,04	0,01			
Coefficiente f	15	20			
	PI demanda anual	PI periodo calefacción:			
Coefficiente de protección de viento e	<input type="text" value="0,07"/>	<input type="text" value="0,18"/>			
Coefficiente de protección de viento f	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>			
Tasa renovación aire ensayo presión n_{50}	1/h	<input type="text" value="0,86"/>	<input type="text" value="0,86"/>	<input type="text" value="133"/>	m ³
		PI demanda anual	PI periodo calefacción:		
Exceso de aire de extracción	1/h	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>		
Tasa renovación aire por infiltración $n_{V,Infiltración}$	1/h	<input type="text" value="0,060"/>	<input type="text" value="0,151"/>		

Volumen de aire neto para el ensayo de presión V_{n50}

Permeabilidad del aire q_{50} m³/(h·m²)

Selección de los datos de la ventilación - Resultados

El PHPP ofrece dos métodos posibles para la Planificación de los caudales de aire y la elección del aparato de ventilación. Con la Planificación estándar se puede calcular las renovaciones de aire para edificios residenciales y un aparato de ventilación como máximo. En la hoja 'Ventilación ad' se pueden considerar hasta 10 aparatos de ventilación. Los caudales de aire se pueden calcular por habitación o por zonas. Favor de seleccionar aquí el método de diseño.

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor	Renovación de aire media	Tasa de renovación de aire media	Exceso de aire de extracción Aparato extracción	Valor de eficiencia de RC efectiva de ventilación	Potencia específica	Valor de eficiencia de RC efectiva del ITA
	m ³ /h	1/h	1/h	[-]	Wh/m ³	
<input checked="" type="checkbox"/> Diseño estándar <i>(Hoja 'Ventilación', ver abajo)</i>	<input type="text" value="48"/>	<input type="text" value="0,36"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="87,3%"/>	<input type="text" value="0,40"/>	<input type="text" value="39,4%"/>
<input type="checkbox"/> Aparatos de ventilación múltiples, NR <i>(Hoja 'Vent-Adicional')</i>						

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA) η_{ITA}

DATOS ESTÁNDAR PARA VENTILACIÓN EQUILIBRADA

Dimensionado de la ventilación para sistemas con un solo aparato

Ocupación	m²/pers.	35			
Cantidad de personas	P	1,5			
Aire de impulsión por persona	m³/(P*h)	30			
Demanda de aire de impulsión	m³/h	46			
Habitaciones de extracción de aire			Cocina	Baño	Baño (sólo ducha)
Cantidad			1	1	1
Demanda de extracción de aire por habitación	m³/h	60		40	20
Demanda total de aire de extracción	m³/h	120			20
Caudal de aire de diseño (máx.)	m³/h	120			

Cálculo de la renovación de aire media

Tipos de operación	Horas diarias de funcionamiento h/d	Factores referenciados a Máximo	Caudal de aire		Renovación de aire	
			m³/h	1/h	m³/h	1/h
Máximo		1,00	120	0,91		
estándar	24,0	0,40	48	0,36		
Ventilación base		0,40	48	0,36		
min.		0,40	48	0,36		
Valor medio			48	0,36	Tasa de renovación de aire media (1/h)	

Selección de aparato de ventilación con recuperación de calor

<input checked="" type="checkbox"/>	Aparato en el interior de la envolvente térmica				
<input type="checkbox"/>	Aparato en el exterior de la envolvente térmica				
Orden: COMO EN LISTA					
Selección del aparato de ventilación		Orud Zehnder ComfoAir 180 Luxe			
		Ir a lista de aparatos de ventilación			

Selección del aparato de ventilación	Eficiencia de RC efectiva Aparato	Introducción de potencia específica [Wh/m³]	Rango de aplicación [m³/h]	Protección a la congelación necesaria	Ruido del aparato < 35dB(A)
Orud Zehnder ComfoAir 180 Luxe	0,95	0,40	30 - 30	n.a.	n.a.

Conductancia del ducto de aire de admisión ψ	W/(mK)	0,602	Cálculo, ver abajo	Temperatura interior (°C)	20
Longitud del ducto de aire de admisión	m	1,1		Temp. ext. media periodo calef. (°C)	7,2
Conductancia del ducto de aire de expulsión ψ	W/(mK)	0,602	Cálculo, ver abajo	Temp. media superficie terreno (°C)	12,6
Longitud del ducto de aire de expulsión	m	1,5			
Temp. del cuarto de instalaciones	°C	15			
(Sólo introducir si el aparato está ubicado en el exterior de la envolvente térmica)					

Valor efectivo de recuperación de calor $\eta_{HR,ef}$	87,3%	Ef. recuperación energía (humedad) η_{ERV}	
--	-------	---	--

Eficiencia del Recuperador del intercambiador geotérmico		
Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA)	η_{ITA}	93%
Eficiencia de recuperación de calor del ITA	η_{ITA}	39%

Cálculo secundario				Cálculo secundario			
Valor- Ψ del conducto de aire de admisión o de impulsión				Valor- Ψ del conducto de aire de expulsión o de extracción			
Diámetro interior:	125	mm		Diámetro interior:	125	mm	
Espesor del aislamiento:	15	mm		Espesor del aislamiento:	15	mm	
¿Reflectante? ¡indicarlo con una 'X'!				¿Reflectante? ¡indicarlo con una 'X'!			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sí			<input checked="" type="checkbox"/>	Sí		
<input type="checkbox"/>	No			<input type="checkbox"/>	No		
Conductividad térmica	0,037	W/(mK)		Conductividad térmica	0,037	W/(mK)	
Caudal de aire nominal	48	m³/h		Caudal de aire nominal	48	m³/h	
Δs	13	K		Δs	13	K	
Diámetro exterior del tubo	0,125	m		Diámetro exterior del tubo	0,125	m	
Diámetro exterior	0,155	m		Diámetro exterior	0,155	m	
α -interior	6,24	W/(m²K)		α -interior	6,24	W/(m²K)	
α -Superficie	6,28	W/(m²K)		α -Superficie	6,28	W/(m²K)	
Valor- Ψ	0,602	W/(mK)		Valor- Ψ	0,602	W/(mK)	
Diferencia de temp. Superficial	2,523	K		Diferencia de temp. Superficial	2,523	K	

(En esta hoja se muestran los totales para el periodo de refrigeración del método mensual)

Clima: [ES] - Salamanca, Salamanca D2	Tipo de edificio: Viviendas aislada
Edificio: Vivienda con containers	Superficie de referencia energética A _{SRE} : 53,7 m ²
Temperatura interior verano: 25 °C	Volumen del edificio: 133 m ³
Humedad nominal: 12 g/kg	Fuentes internas de humedad: 2,0 g/(m ³ h)
Capacidad específica: 204 Wh/(m ³ K)	

Clima: [ES] - Salamanca, Salamanca D2	Temperatura interior: 25 °C
Edificio: Vivienda con containers	Tipo de edificio: Viviendas aislada
	Superficie de referencia energética A _{SRE} : 54 m ²

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m ²	Valor-U W/(m ² K)	Factor de reducción mensual	G _i kWh/a	Por m ² de superficie de referencia energética kWh/m ² a	
1. Muro ext. - aire ext.	A	108,9	0,105	1,00	22	4,61	
2. Muro ext. - terreno	B	4,4	1,738	1,00	19	2,68	
3. Techo / cubierta - Aire ext.	A	56,7	0,167	1,00	22	3,81	
4. Solera / losa piso / forjado	B			1,00			
5.	A			1,00			
6.	A			1,00			
7.	X			0,75			
8. Ventanas	A	9,4	0,805	1,00	22	3,04	
9. Puerta exterior	A			1,00			
10. Puentes térmicos exteriores (L)	A			1,00		0,00	
11. Puentes térmicos perímetro (L)	P			1,00		0,00	
12. Puentes térmicos piso (longit)	B	40,5	0,019	1,00	19	0,27	
					Total	773	14,4

Pérdidas de calor por transmisión Q_T (negativo= cargas de calor)

Ventilación verano

Valores conductancia ap. de ventilación exterior H _{v,e}	0,3 W/K
Sin RC	2,6 W/K
Terreno HV,g	4,4 W/K
Sin RC	35,0 W/K
Valor de referencia de la ventilación, otros Exterior	64,1 W/K

Parámetros de la ventilación	15,4 K
Fluctuación diaria de la temperatura en verano	22,0 °C
Temperatura interior mínima permitida	0,33 Wh/(m ³ K)
Capacidad térmica aire	0,86 1/h
Renovación de aire de impulsión	1,46 1/h
Renovación de aire exterior	2,11 1/h
Renov. aire p/ ventilación noct. ventanas, manual @ 1K	0,00 1/h
Renovación aire ventilación mecánica controlada	1,00 Wh/m ³
Consumo energético específico para:	87%
η _{HR}	0%
η _{ERV}	93%
η _{TMA}	

Regulación de la ventilación en verano	RC/RH
Ninguno	
Regulable según temp.	
Regulable según entalpia	x
Siempre	
Ventilación adicional	
Regulable según temp.	
Regulable según humedad	x

Renovación higiénica del aire

Renovación de aire efectiva exterior n _{ventilación, efectiva}	0,860	93%	0,00	1,465	1,525
Renovación de aire efectiva terreno n _{ventilación, terreno}	0,860	93%	0,00		0,800

Pérdidas ventilación, ext. Q_{Vent,e}

Pérdidas ventilación, terreno Q _{Vent,ter}	133	1,525	0,33	17	1138	21,2	
Pérdidas ventilación adicional verano	133	0,800	0,33	36	1269	23,6	
	133	1,878	0,33	32	2597	48,4	
					Total	5003	93,2

Pérdidas de calor ventilación Q_{Vent}

Pérdidas totales de calor Q_p

Orientación de la superficie	Factor de reducción	Valor g (Radiación perpendicular)	Superficie m ²	Radiación global kWh/(m ² a)	kWh/a		
1. Norte	0,40	0,00	0,0	169	0		
2. Este	0,69	0,58	8,4	473	1588		
3. Sur	0,40	0,00	0,0	445	0		
4. Oeste	0,52	0,58	1,0	445	134		
5. Horizontal	0,40	0,00	0,0	804	0		
6. Total superficies opacas					386		
					Total	2108	39,3

Ganancias de calor por radiación solar Q_s

Ganancias internas de calor Q _i	0,024	122	2,1	53,7	330	6,1
--	-------	-----	-----	------	-----	-----

Total de cargas de calor Q_{disp}

Relación entre pérdidas y calor disponible	Q _p / Q _{disp}	2,37
Aprovechamiento efectivo de las pérdidas de calor η _{aprov}		42%

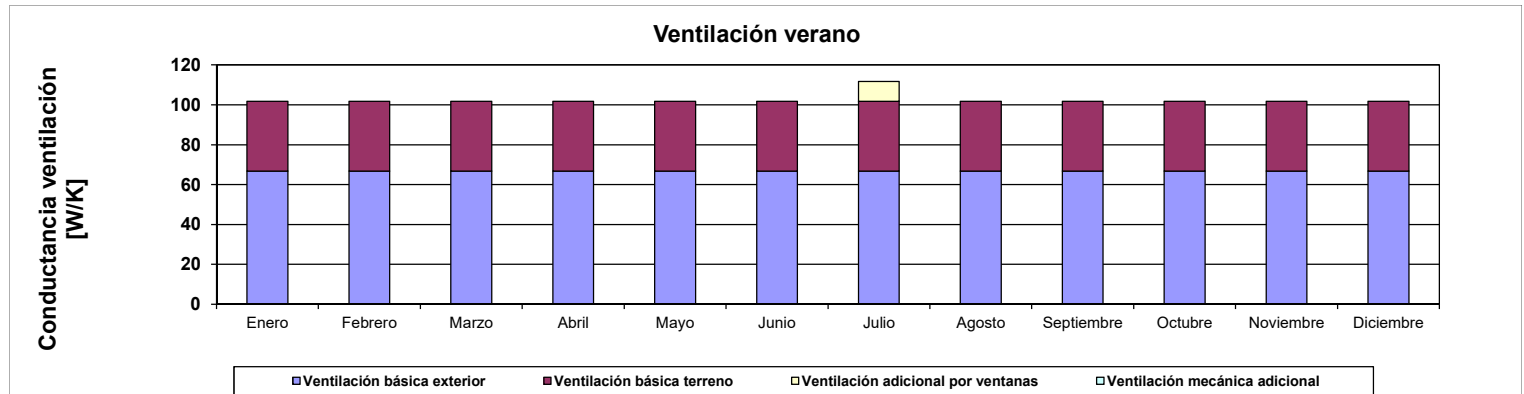
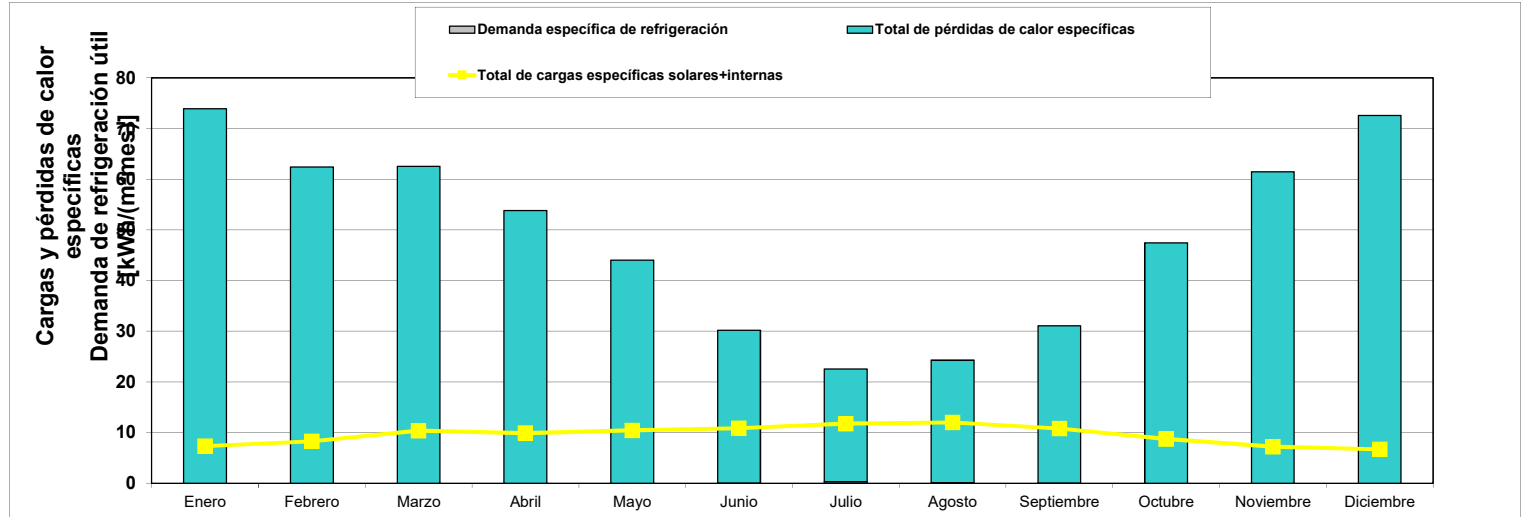
Pérdidas de calor aprovechables Q_{p,aprov}

Demanda de refrigeración Q _{REF}	Q _G - Q _{p,aprov}	23	0
---	---------------------------------------	----	---

Valor máx. permitido

Valor máx. permitido	15
¿Requerimiento cumplido?	SÍ

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	16,9	14,2	14,2	12,1	9,7	6,2	4,2	4,7	6,4	10,4	14,0	16,5	130	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	12,8	11,3	11,2	8,9	6,7	4,8	4,1	4,4	5,5	8,1	9,9	12,0	100	kKh
Pérdidas exterior	1539	1289	1279	1085	853	524	318	367	544	929	1263	1510	11499	kWh
Pérdidas hacia el terreno	431	387	417	387	378	352	357	359	359	391	396	424	4637	kWh
Pérdidas ventilación en verano	1999	1672	1660	1415	1131	742	519	571	765	1226	1641	1962	15303	kWh
Total de pérdidas de calor específicas	73,9	62,4	62,5	53,8	44,0	30,1	22,2	24,2	31,1	47,4	61,5	72,6	585,8	kWh/m ²
Cargas solares norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares este	260	305	380	346	353	363	402	426	397	316	257	232	4038	kWh
Cargas solares sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares oeste	12	16	24	27	31	35	38	35	26	17	12	10	283	kWh
Cargas solares horizontales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares elementos opacos	35	47	68	77	92	103	109	99	76	52	36	31	824	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	84	76	84	81	84	81	84	84	81	84	81	84	987	kWh
Total de cargas específicas solares+internas	7,3	8,3	10,4	9,9	10,4	10,8	11,8	12,0	10,8	8,7	7,2	6,7	114,3	kWh/m ²
Grado de aprovechamiento de pérdidas de calor	10%	13%	17%	18%	24%	36%	49%	35%	18%	12%	9%	19%	19%	
Demanda total de refrigeración	0	0	0	0	0	1	16	5	1	0	0	0	23	kWh
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	kWh/m ²
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	kWh/m ²
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor total anual
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Temp. ext.	3,70	5,30	7,40	9,60	13,40	17,80	21,00	20,30	17,50	12,30	7,00	4,10	11,7
Radiación norte	17,0	21,0	29,0	36,0	47,0	51,0	49,0	39,0	30,0	24,0	18,0	15,0	376
Radiación este	39,0	51,0	77,0	88,0	104,0	117,0	125,0	115,0	87,0	58,0	40,0	34,0	935
Radiación sur	99,0	112,0	129,0	104,0	96,0	91,0	103,0	122,0	129,0	112,0	97,0	89,0	1283
Radiación oeste	40,0	52,0	78,0	88,0	104,0	117,0	125,0	116,0	87,0	58,0	40,0	34,0	939
Radiación horizontal	60,0	84,0	131,0	156,0	192,0	219,0	232,0	204,0	149,0	95,0	63,0	52,0	1637
Punto de rocío	2,7	2,1	2,2	3,7	7,9	9,2	9,9	10,3	9,6	8,9	5,2	2,7	6,2
Temp. del cielo	-8,11	-7,01	-5,09	-2,24	1,19	5,54	7,41	6,61	5,11	0,85	-4,88	-7,44	-0,6
Temperatura terreno	7,76	8,15	9,94	12,64	16,06	18,38	19,49	19,10	17,32	14,10	11,20	8,88	13,6

VENTILACIÓN EN VERANO

Edificio: Vivienda con containers	Tipo de edificio: Viviendas aislada
Volumen del edificio: 133 m³	Recuperación de calor η _{HRV} : 87%
Humedad absoluta máxima interior: 12 g/kg	Recuperación de energía η _{ER} : 0%
Fuentes internas de humedad: 2 g/(m²h)	Intercambiador de calor tierra-aire η* _{SHX} : 93%

Resultados refrigeración pasiva		Resultado refrigeración activa	
Frecuencia de sobrecalentamiento: 0,4%	al límite de sobrecal: θ _{max} = 25 °C	Demanda de refrigeración útil: 0,4 kWh/(m²a)	
Frecuencia de humedad superada: 0,0%		Demanda de deshumidificación: 0,0 kWh/(m²a)	
Humedad máxima: 7,9 g/kg			

Ventilación básica en el verano para asegurar la calidad de aire suficiente

Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión	0,86 1/h	HRV/ERV en verano (marcar sólo un campo con 'x')
		Ninguna
		Bypass automático, controlado por diferencia de temperatura
		Bypass automático, controlado por diferencia entálpica
		Siempre x
Renov. aire sist. extracción de aire	0,86 1/h	Consumo energético esp. (para sist.extracción de aire) 0,27 Wh/m³
Renov. aire ventilación por ventanas	0,54 1/h	

Renovación de aire efectiva

	n _{v,sist} 1/h		η* _{ITA}		η _{HR}		n _{v,equl,frac} 1/h
exterior n _{v,e}	0,860	*(1-	93%	)*(1-	0,87	) =	0,008
sin RC	0,860	*(1-	93%	) =			0,060
Terreno n _{L,g}	0,860	*	93%	*(1-	0,87	) =	0,102
sin RC	0,860	*	93%	=			0,800

Valor de referencia ventilación

	V _v m³		n _{v,equl,frac} 1/h		C _{are} Wh/(m³K)		
exterior H _{v,e}	133	*	0,008	*	0,33	=	0,3 W/K
sin RC	133	*	0,060	*	0,33	=	2,6 W/K
Terreno H _{v,g}	133	*	0,102	*	0,33	=	4,4 W/K
sin RC	133	*	0,800	*	0,33	=	35,0 W/K
Infiltración, ventana, sist. extracción	133	*	1,465	*	0,33	=	64,1 W/K

Ventilación adicional en verano para refrigeración

Regulación de la ventilación adicional

Temperatura interior mínima permitida **22,0** °C

Tipo de ventilación adicional

Ventilación nocturna manual (mediante ventanas)	Valor de ventilación nocturna 2,11 1/h
mecánico, automático	Renovación de aire correspondiente 1,00 1/h
Ventilación regulada	Durante la operación, además de la ventilación base
	Consumo energético específico 1,00 Wh/m³
	Regulable según (marcar con una 'x')
	Dif. temperatura x
	Dif. humedad x

Cálculo secundario: renovación higiénica de aire a través de ventilación por ventanas

Estimación de renovaciones de aire por ventana para asegurar la calidad de aire suficiente

Determinación	Pta. Baja					
Horarios de apertura [h/d]	3					
Marco de condiciones climáticas						
Diferencia de temp. interior-exterior	4					K
Velocidad del viento	1					m/s
Grupo de ventanas 1						
Cantidad	3					
Anchura libre	1,34					m
Altura libre	2,30					m
¿Ventanas oscilantes? (marque 'x')	x					
Sección de apertura (vent. oscilante)	0,055					m
Grupo de ventanas 2 (en el caso de ventilación cruzada)						
Cantidad	1					
Anchura libre	0,40					m
Altura libre	2,30					m
¿Ventanas oscilantes? (marque 'x')	x					
Sección de apertura (vent. oscilante)	0,550					m
Diferencia de nivel a gpo. ventanas 1						m
Resultado: renovación de aire	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						Total 0,54 1/h

Cálculo secundario: ventilación adicional nocturna para refrigeración

Valor de renovación de aire durante la ventilación adicional nocturna

Determinación	Noche					
Factor de reducción	100%					
Marco de condiciones climáticas						
Diferencia de temp. interior-exterior	1	1	1	1	1	K
Velocidad del viento	0	0	0	0	0	m/s
Grupo de ventanas 1						
Cantidad	1					
Anchura libre	1,34					m
Altura libre	2,30					m
¿Ventanas oscilantes? (marque 'x')	x					
Sección de apertura (vent. oscilante)	0,550					m
Grupo de ventanas 2 (en el caso de ventilación cruzada)						
Cantidad	0					
Anchura libre	0,00					m
Altura libre	0,00					m
¿Ventanas oscilantes? (marque 'x')						
Sección de apertura (vent. oscilante)	0,000					m
Diferencia de nivel a gpo. ventanas 1	0,00					m
Resultado: valores de ventilación nocturna	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						Total 2,11 1/h