



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de  
Producto

# REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO



Autor:  
Andrés Torres Reques

Tutor: Roberto Mostaza Fernández

Departamento/Area\_1: Ciencias de los  
Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Expresión  
Gráfica en la  
Ingeniería, Ingeniería Cartográfica, Geodesia y  
Fotogrametría, Ingeniería Mecánica e Ingeniería  
de los  
Procesos de Fabricación / Área de INGENIERÍA  
MECÁNICA

Valladolid, Julio de 2021

Doy gracias a mis familiares y amigos, que me han apoyado en todo momento y han ofrecido su ayuda siempre que han podido.

A mis compañeros, por haberme acompañado durante estos cuatro años y hacer que la experiencia de estudio haya sido increíble.

Y por último a mi tutor y el resto de los profesores que se han visto implicados en mi formación, fomentando mi interés por el aprendizaje y lograr mis metas.



# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.	OBJETO Y JUSTIFICACIÓN .....	6
1.2.	ALCANCE .....	6
2.	ESTADO DEL ARTE .....	7
3.	DISEÑO .....	16
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	20
4.1.	SISTEMA MODULAR.....	20
4.2.	LA EXPANSIÓN .....	26
4.3.	TRANSPORTE .....	33
4.4.	INSTALACIÓN SOLAR.....	35
5.	ILUMINACIÓN .....	37
6.	MATERIALES.....	38
7.	LÍNEAS FUTURAS .....	40
8.	CONCLUSIONES.....	41
9.	CÁLCULOS .....	42
9.1.	PESO.....	42
9.1.1.	CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	42
9.1.2.	CÁLCULO DE PANELES AISLANTES .....	43
9.1.3.	CÁLCULO DEL PESO TOTAL .....	44
9.2.	ACCIONES EN ESTRUCTURAS .....	46
9.2.1.	INTRODUCCIÓN .....	46
9.2.2.	ELECCIÓN DE LOS PERFILES .....	46
9.2.3.	COMPOSICIÓN DEL DIBUJO.....	47
9.2.4.	HIPÓTESIS DE CARGA .....	48
9.2.5.	CONCLUSIONES.....	56
9.3.	ACCIONES PERMANENTES .....	57
9.3.1.	PESO PROPIO .....	57
9.3.2.	NIEVE.....	57
9.3.3.	VIENTO .....	58
9.4.	CÁLCULO DE INSTALACIÓN SOLAR .....	64
9.4.1.	CÁLCULO DE CONSUMOS ESTIMADOS.....	64
9.4.2.	CÁLCULO DE HSP.....	65
9.4.3.	CÁLCULO DE PLACAS O PANELES .....	67
9.4.4.	SELECCIÓN DE BATERÍAS.....	68

9.4.5.	SELECCIÓN DE INVERSOR .....	68
9.4.6.	COMPROBACIÓN DE RENDIMIENTO .....	68
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
9.1.	PATENTES.....	71
9.2.	PÁGINAS WEB .....	73
9.3.	LIBROS Y ARTÍCULOS .....	75
9.5.	PROGRAMAS UTILIZADOS.....	76
11.	ANEJOS.....	77
11.1.	ELEMENTOS COMERCIALES.....	77
11.1.1.	PUERTA.....	77
11.1.2.	VENTANA.....	78
11.1.3.	GUÍAS .....	79
11.1.4.	BOMBILLA.....	80
10.1.4.	BURLETE DE GOMA PARA JUNTAS.....	82
10.1.5.	PANELES SANWICH .....	83
10.1.6.	TRAMEX.....	86
10.1.7.	AGARRADERA .....	88
10.1.8.	PASADORES Y CERROJOS.....	88
10.1.9.	PANELES SOLARES.....	90
10.1.10.	INVERSOR .....	92
10.1.11.	BATERÍA .....	93
10.2.	ANEJO DE PLANOS .....	95



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objeto del presente proyecto consiste en el diseño de un refugio extensible y modular que pueda ser instalado en terrenos de complicado acceso para vehículos que lleven grandes cargas.

Algunos ejemplos de estos vehículos serían los tráileres o los camiones pluma, es decir, que puedan transportar cualquier tipo de estructuras de gran peso y envergadura, pero tengan dimensiones demasiado elevadas para acceder.

Un proyecto de esta índole debe cumplir las siguientes cualidades: optimización del espacio, fácil instalación y montaje, suministro eléctrico mediante energía solar fotovoltaica (con posibilidad de aumento) y aislamiento térmico superando en prestaciones a otros productos del mercado y ofreciendo un precio de venta competitivo. El diseño también irá enfocado a adaptarse a las tendencias actuales y ser más económico que sus alternativas en el mercado.

El proyecto será desarrollado para que cumpla las normas UNE correspondientes, y el diseño del producto para que pueda ser homologado, respetando las normas respecto al peso, estructura, forma y ergonomía. También se estudiarán los diferentes estilos del producto.

## 1.2. ALCANCE

Este proyecto abarca el diseño, la elección de materiales y elementos comerciales, y el cálculo estructural del refugio, soportando cargas como nieve o viento, añadiendo los cálculos de la instalación solar, definiendo el mecanismo de expansión y el sistema modular.

Con la implementación de la instalación solar fotovoltaica en el producto se pretende fomentar el desarrollo de las energías renovables y la autosostenibilidad.

Además, como objetivos secundarios podemos encontrar el aprendizaje de distintas aplicaciones, programas y herramientas utilizados para la realización del proyecto y la aplicación de conocimientos ya adquiridos en otras asignaturas del grado.

## 2. ESTADO DEL ARTE

El análisis del estado del arte se ha realizado mediante la investigación de diseños o patentes que posean algún tipo de semejanza o utilidad para el proyecto que se está llevando a cabo.

Existe una gran variedad de refugios y estructuras de fácil transporte, por ello se ha realizado una amplia búsqueda de información para comprender la solución elegida finalmente y las alternativas estudiadas. Primero, es necesario conocer los aspectos relacionados con el presente proyecto y la historia del producto, además de conocer los principales refugios y casetas prefabricadas y alternativas de diseño de los que se dispone actualmente en el mercado.

Cuando hablamos de refugios, lo hacemos para referirnos a espacios concebidos para brindar protección frente a la intemperie, mal clima, riesgos y peligros. La idea de refugio ha sido desde los albores de la humanidad la primera representación de la arquitectura.

La palabra *hut*, en español 'refugio de montaña', originalmente hacía referencia a una pequeña choza, a menudo construida apresuradamente y no permanente. Con el advenimiento de la recreación moderna en el campo, la palabra ha adquirido un nuevo significado y describe todo, desde refugios de una habitación hasta estructuras que incluyen varios dormitorios, plomería interior y calefacción confortable. (Dawson, 2010)

A lo largo de la historia podemos encontrar multitud de modelos de viviendas basados en la modulación en partes o repetición de elementos de dimensiones iguales en la construcción, desde las tribus nómadas hasta los asentamientos humanos definitivos en poblados en Europa, África y Asia.

La evolución de la construcción modular tiene una relación estrecha con la historia de la prefabricación. Además, uno de los métodos más altamente prefabricados de construcción, tales como la construcción modular tridimensional ligera apenas cuenta con una pequeña cuota del mercado de la construcción en los países desarrollados

Si añadimos el transporte, el tiempo de construcción, o la repetición de modelos como si de una cadena productiva se tratase a los criterios para que una construcción sea modular, entonces podremos estudiar diferentes casos, desde los reseñados en India allá por 1160, los modelos apuntados por Leonardo Da Vinci en el renacimiento para la construcción de nuevas ciudades en Francia durante el siglo XVI, realizando múltiples combinaciones con diferentes elementos constructivos que darían como resultado un abanico de posibles viviendas en función de las necesidades habitacionales, lo que facilita la construcción de las nuevas ciudades, su disposición urbanística y su planificación futura o las siguientes empresas que llevaron a realizar diferentes proyectos en Estados Unidos y Canadá. (CIMPRA, 2020)

Otro sistema que perdura en la actualidad es el *Kiwai* japonés, viviendas modulares que se comenzaron a construir y expandir por todo el país a partir de principios del siglo XVII. Se trata de un sistema mixto en el que se combinan partes modulares y partes que son construidas *in situ*, aportando soluciones personalizadas según las necesidades del cliente.

La escasez de la vivienda durante las migraciones coloniales, o los períodos de posguerra nutrieron ocasionalmente la industria de la prefabricación. Pero sólo las condiciones a largo plazo, las oportunidades comerciales, las estrategias y la aceptación de los clientes han sido las que han proporcionado supervivencia a algunos de los sistemas existentes. El final de la segunda



guerra mundial podría tomarse como un punto de inflexión, ya que a partir de ella los sistemas y técnicas han evolucionado en una competencia con la construcción tradicional en tiempos de paz y, además, ha visto el nacimiento de la industria moderna de la casa modular. El estudio de antecedentes de la construcción modular tridimensional ligera es de importancia clave en la correcta interpretación de los actuales sistemas existentes en el mercado y algunos prototipos de viviendas modulares, como las casas que se han presentado al concurso del Solar Decathlon desde 2002 a la actualidad y cada dos años en EE.UU., Europa y Latinoamérica. (Roper y Comas. 2013)

El primer tipo de construcción estudiada ha sido el refugio o caseta creada por láminas (Figura 1). Estas pequeñas edificaciones cuentan con la ventaja de su fácil transporte debido a que están totalmente desmontados en piezas. Esto también ayuda al operario en el peso que debe cargar. Estas características dan lugar a su mayor desventaja, que es el excesivo tiempo de montaje y su dificultad.

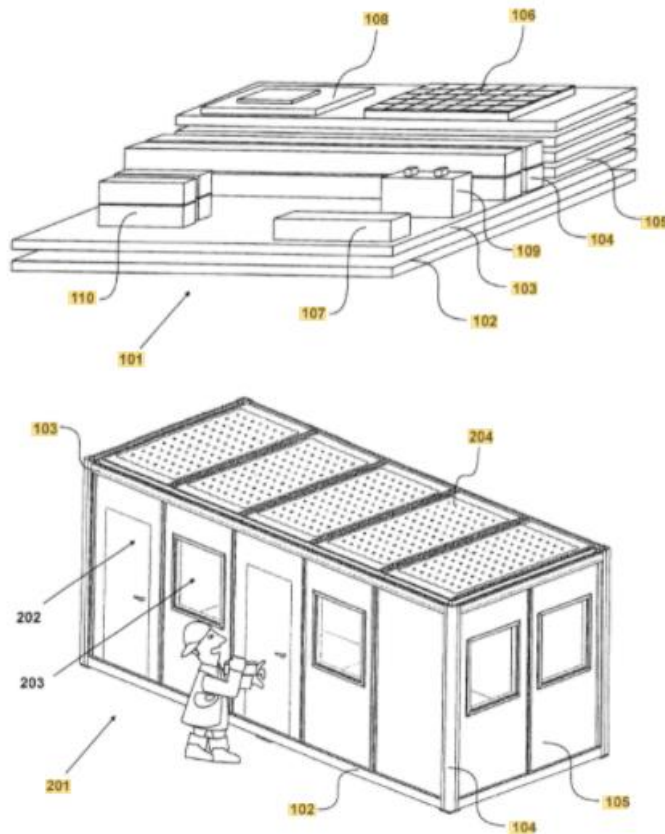


Ilustración 1. Patente de caseta montada a mano mediante láminas. (Wilson, D. 2010)

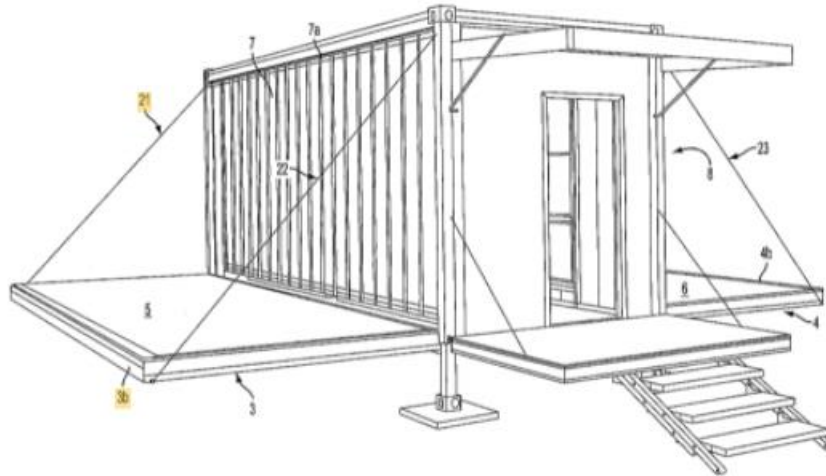


Ilustración 2. Caseta abatible (재노스 비. 지오리/이스트반 지오리. 2009).

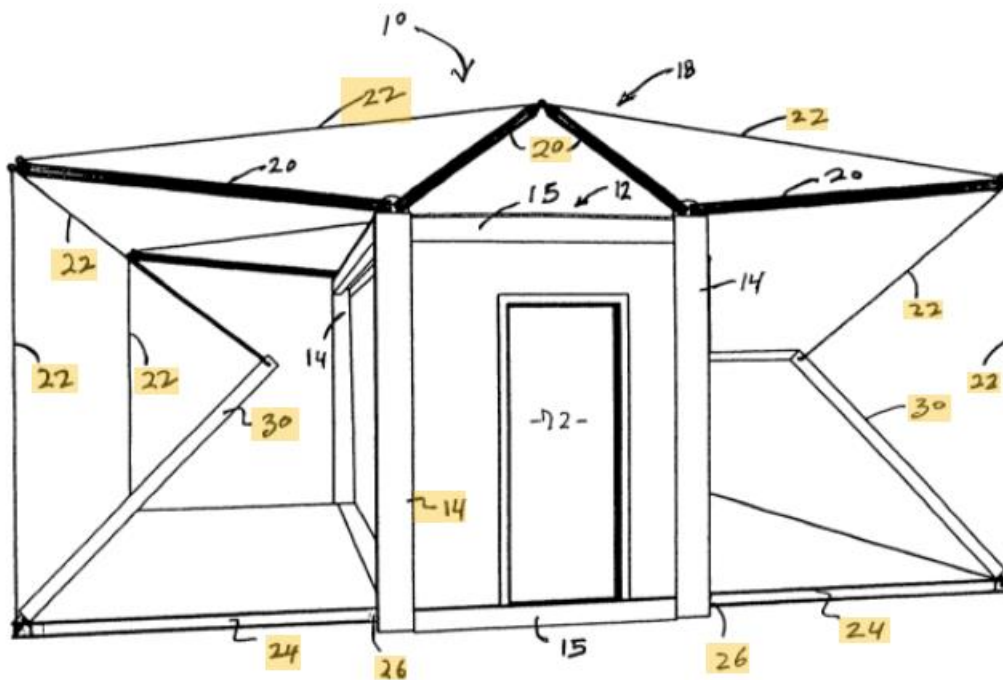


Ilustración 3. Patente de un refugio ampliable mediante láminas plegadas. (Gyory, J.B. y Gyory, I. 2008)

Existen otros sistemas de montaje más intuitivos, que requieren menos tiempo y esfuerzo, como los mostrados en las patentes de las figuras 3 y 4. Se tratan de conjuntos modulares donde las láminas del suelo, paredes y techo en su estado de transporte están recogidas dentro de la estructura y, a la hora de su instalación, se despliegan creando a cada lado del refugio espacio adicional. Este tipo de edificaciones son muy prácticas para un transporte en grandes

plataformas y su colocación mediante grúa. Al contrario que en la patente anterior, este modelo de estructuras tiene un peso considerable y no es muy versátil.

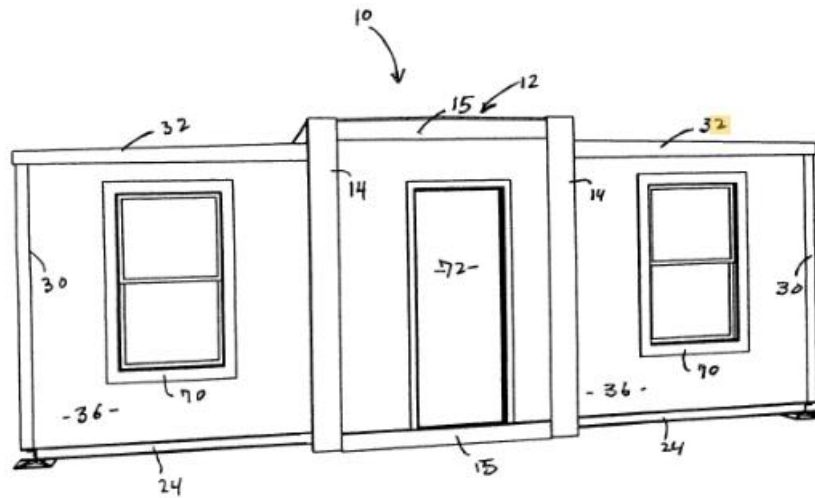


FIGURE 11

Ilustración 4. Patente de un refugio ampliable mediante láminas plegadas (Gyory, J.B. y Gyory, I. 2008)

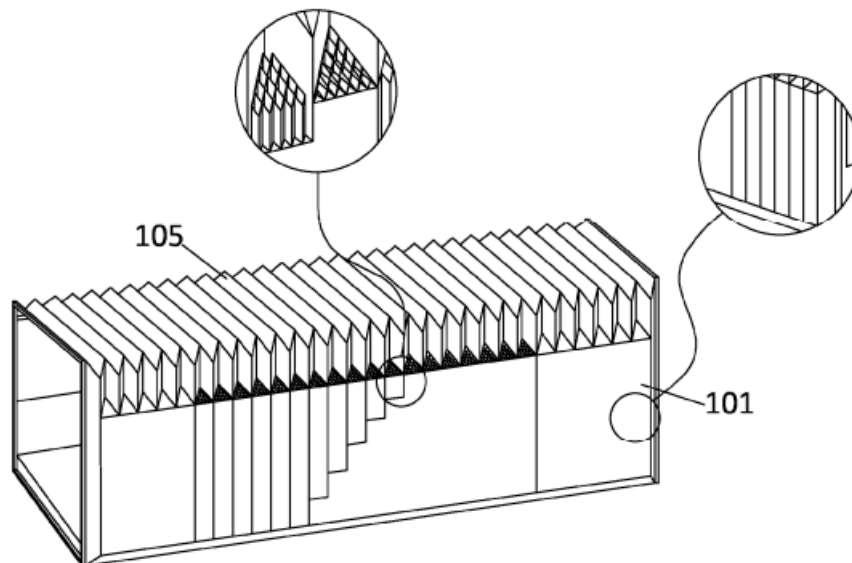


Ilustración 5. Patente de refugio de emergencias desplegable (Rodríguez, R. et al. 2013)

La figura 5 muestra un refugio desplegable modular para campamentos que comprende un cuerpo de material flexible, que es desplegable entre una posición de transporte y una de uso, generando un habitáculo trapezoidal interno con techo a un agua. En posición de uso comprende una placa rígida de tejado que cierra la parte superior del cuerpo cuando está en posición de despliegue y donde el suelo del cuerpo está cerrado inferiormente por una placa rígida de suelo. A su vez, los laterales derecho e izquierdo del cuerpo flexible, en posición de uso, tienen una estructura en fuelle reforzada longitudinalmente. Además, se cierran en su parte frontal y posterior por paneles rígidos, disponiendo el panel frontal de una abertura que define

la entrada del habitáculo en su posición desplegada; y donde los laterales del cuerpo en su posición desplegada incorporan refuerzos aplanados que incorporan un material de refuerzo. El mejor ejemplo de esta patente es el refugio SURI, de la figura 10.

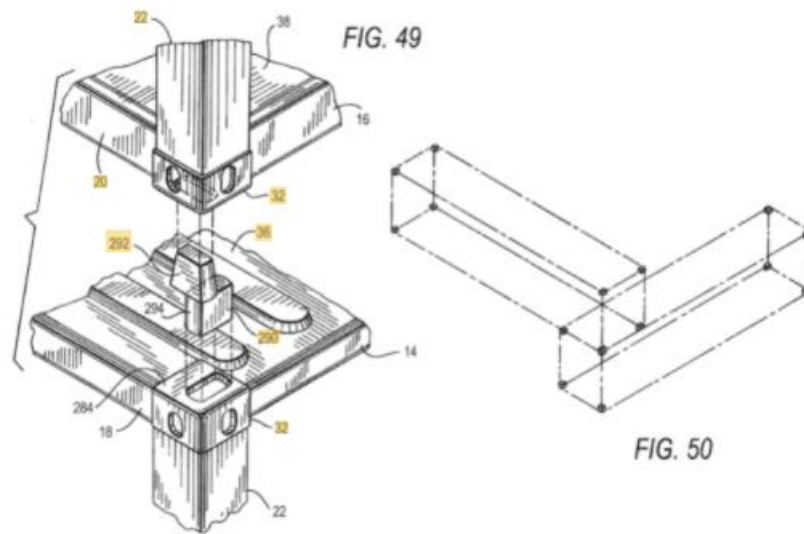


Ilustración 6. Sistema de unión de módulos (内维尔·霍姆斯·普赖斯. 2013)

Además de estos tipos, se han estudiado varias patentes de uniones y cierres modulares con el objetivo de encontrar el mejor sistema de composición de módulos para nuestro proyecto.

Las casetas de obra tienen un origen junto con las autocaravanas y furgonetas que surgieron en la primera mitad del siglo XX en Norteamérica. Con el paso de los años, este tipo de estructuras fueron diferenciándose cada vez más para parecerse a viviendas convencionales y tener dimensiones más grandes que una autocaravana. En los inicios, los materiales más usados eran el aluminio la chapa y posteriormente el PVC junto con componentes más resistentes y con mayor eficiencia energética. Con el tiempo, este tipo de construcciones ha ido evolucionando en dos vías, una de ellas viviendas transportables que es incrustaban conocimientos como las edificaciones normales y las casas prefabricadas listas para ser transportadas a cualquier destino y utilizadas en cualquier ámbito.

Las casetas de obra son estructuras de forma cuadrada o rectangular sostenidas por vigas, que hacen las veces de retícula y soporte estructural de las paredes y techo.

Y al ser fáciles de elaborar, ensamblar y transportar, resultan muy importantes como un medio de construcción de edificios, casas, departamentos, cubículos, centros de operativos etc. Que resultan relativamente económicos y asequibles para la industria de la construcción.

Cuando los módulos se crean con el objetivo de formar parte de algún edificio pueden incluso llevar pequeñas instalaciones que necesiten, como por ejemplo los módulos que forman la planta KUBio en Wuhan (figuras 7 y 8), que vienen equipados con tecnologías de bioprocesamiento de un solo uso, así como con las paredes necesarias para encerrarlas.



*Ilustración 7. Transporte de módulos para la planta KUBio en Wuhan, China*



*Ilustración 8. colocación de módulos para la planta KUBio en Wuhan, China*

De acuerdo con algunas fuentes, los refugios cumplen una función actual en su mayoría de carácter turístico en todo tipo de terrenos como emplazamientos de montaña, playa o bosques.

De tal forma que están surgiendo en nuestros días un aumento de refugios móviles o transportables con capacidad de adaptación frente a factores climáticos de cualquier género. Otras construcciones que también presentan características de este tipo son viviendas también adaptables que podemos catalogar de igual manera como refugios, puesto que cumplen los mismos requisitos y presentan las mismas funciones y características. Por último, cabe destacar que con el avance de las nuevas tecnologías centradas en energías renovables están empezando a surgir ideas para que estos refugios sean autosostenibles. Las energías limpias más frecuentes en estos casos son la energía solar y la eólica.



*Ilustración 9. Ecocapsule, pequeño refugio autosostenible*



*Ilustración 10. Refugio SURI, creado a partir de sistema acordeón y montaje manual de paneles*



*Ilustración 11. Pequeño cobertizo expandible*



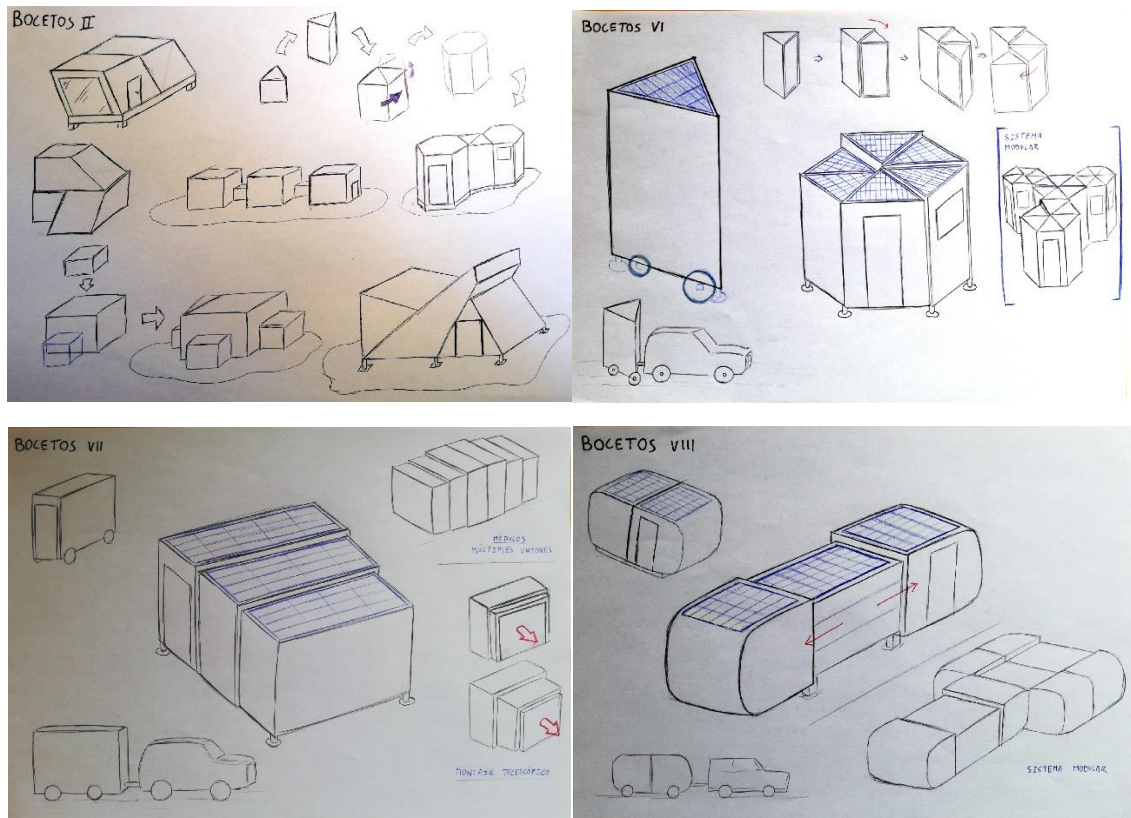
*Ilustración 12. Ejemplo de vivienda transportable y expandible*



### 3. DISEÑO

Como se relata en apartados anteriores, el presente proyecto pretende buscar una solución para los individuos que necesiten un pequeño refugio o zona de trabajo en un lugar de acceso complicado.

Para iniciar el desarrollo de la forma que iba a ostentar nuestro producto se realizaron multitud de bocetos, barajando diferentes ideas.



*Ilustración 13. Bocetos de realización propia*

A medida que se van desarrollando los bocetos podemos ver una aproximación a la idea final. Al principio se buscó una forma sobre la que se desarrollaría el resto del proyecto. Más tarde aparecen elementos avanzados como la colocación de paneles solares y el modo de expansión.

En el diseño se ha planteado como uno de los grandes retos de este proyecto. Como todos los nuevos productos debe ser atractivo y funcional para el cliente. Al inicio del diseño, y para realizar los estudios de cargas y deformaciones, se priorizó en el apartado más práctico del refugio, para posteriormente pulir su diseño.



*Ilustración 14. Diseño inicial*

En este diseño primitivo ya se puede observar cómo se habían solucionado los apartados técnicos del proyecto. El diseño es simple y funcional. Muy semejante a otros modelos de refugios o casetas prefabricadas, con una concepción que no va más allá del correcto funcionamiento de la instalación. Para el desarrollo de un nuevo producto comercial hay que dotarlo de una personalidad propia. Para conseguirlo se hizo evolucionar el diseño del refugio.

A pesar de no haber sido elegido diseño final, este diseño es una alternativa que funcionaría de igual manera que el diseño final, pues la estructura y uniones son exactamente iguales en ambos. Podría ser una buena alternativa en caso de querer instalar un refugio de estas características en un lugar en las condiciones meteorológicas estén a su favor, como en terreno urbano, donde las cargas por viento son mucho menores y la instalación solar se puede complementar fácilmente.

Para la estimación de dimensiones del refugio se han tenido en cuenta algunas cuestiones ergonómicas. La altura máxima en este primer diseño son 2,3 m, que es la altura necesaria para que no se genere una sensación de claustrofobia en una estancia. Esta altura se incrementará en los laterales del diseño final hasta los 2,7 m en la parte más alta de panel que forma la cubierta circular.

Para el resto de las dimensiones se tendrá en cuenta la capacidad de los remolques de tamaño mediano, es decir, la mínima cantidad con la que se va a poder transportar el refugio. De estas medidas hablamos en el apartado de transporte.

Este diseño inicial tiene una serie de propiedades que lo convierten en un refugio capaz de ser instalado, como el diseño final. Puede ser una excelente opción para terrenos en los que afecten menos las condiciones climatológicas, como municipios o terrenos urbanizados.

Como se ha explicado desde el inicio, nuestro producto final tiene que ser percibido como un refugio que funcione en terrenos a los que es complicado acceder, que pueda aguantar en lugares con malas condiciones.



*Ilustración 15. Laboratorio de investigación naval ártico*

Como se puede observar en la ilustración 13, este tipo de construcciones con cubiertas curvas son propias de terrenos inhóspitos. Esta será una de las referencias que se tomarán para el diseño final.

Se pueden diferenciar dos modelos opuestos en el producto, las formas circulares de los subconjuntos laterales y las verticales de la parte central.

Con estas formas se ha intentado conseguir dos objetivos:

- Las curvas representan adaptabilidad y flexibilidad, además de innovación, protección y sensación de movimiento. El dinamismo hace que las formas sean realmente atractivas para el consumidor.

- Las líneas rectas crean la sensación de unión, estabilidad y equilibrio.

La composición que crean estas formas hace que el dinamismo que se crea con las curvas no genere la percepción de que el refugio es poco resistente o inseguro, sino que lo acompaña una estructura sólida totalmente segura.

Para que el diseño sea armonioso, entendiendo armonía como el equilibrio de las proporciones entre las distintas partes de un todo, se ha optado por crear la apariencia de simetría total en el diseño del refugio. Esta simetría no es real, pues como veremos más adelante para la construcción, montaje y correcto funcionamiento habrá elementos que no la cumplan. A pesar

de esto se ha conseguido representar esta simetría en el diseño de forma que evoque esa sensación de armonía.

La elección de las ventanas y puertas no ha supuesto un refuerzo al diseño de el producto, sino que se debe a motivos prácticos que se mostrarán más adelante, en los apartados de iluminación y materiales.

Las placas fotovoltaicas ha sido un elemento que al inicio se escogieron por su bajo peso y buenas prestaciones en el diseño más primitivo, pero se han adaptado tanto para acompañar a las formas ya establecidas en el diseño, como para aumentar su efectividad.

A continuación, se enumerarán las ventajas e inconvenientes del diseño final.

#### **-INCONVENIENTES:**

El peso es mayor. La consecuencia es que el transporte e instalación será más tedioso.

La longitud a media altura es mayor, por lo tanto hay que tener en cuenta el largo del remolque, caja o plataforma a la hora de adquirirlo para asegurar que va a encajar en el vehículo de transporte.

Los nuevos espacios que se generan no son fáciles de ocupar con muebles convencionales.

#### **-VENTAJAS:**

Mayor resistencia a las cargas de viento

Mayor rendimiento de la instalación solar fotovoltaica

Espacio para colocar los carretes de cable de las expansiones laterales. Estos son los correspondientes al circuito que forman los paneles solares y el inversor híbrido.

La sensación espacial es mucho mayor. Los nuevos espacios se pueden usar para mejorar el refugio una vez se hayan unido varios módulos, añadiendo luminarias y muebles que ocupen más espacio del que se podría disponer en el diseño inicial.

A pesar del aumento de longitud total, la parte inferior sigue teniendo las mismas dimensiones, y por tanto sigue ocupando el mismo espacio en el transporte.

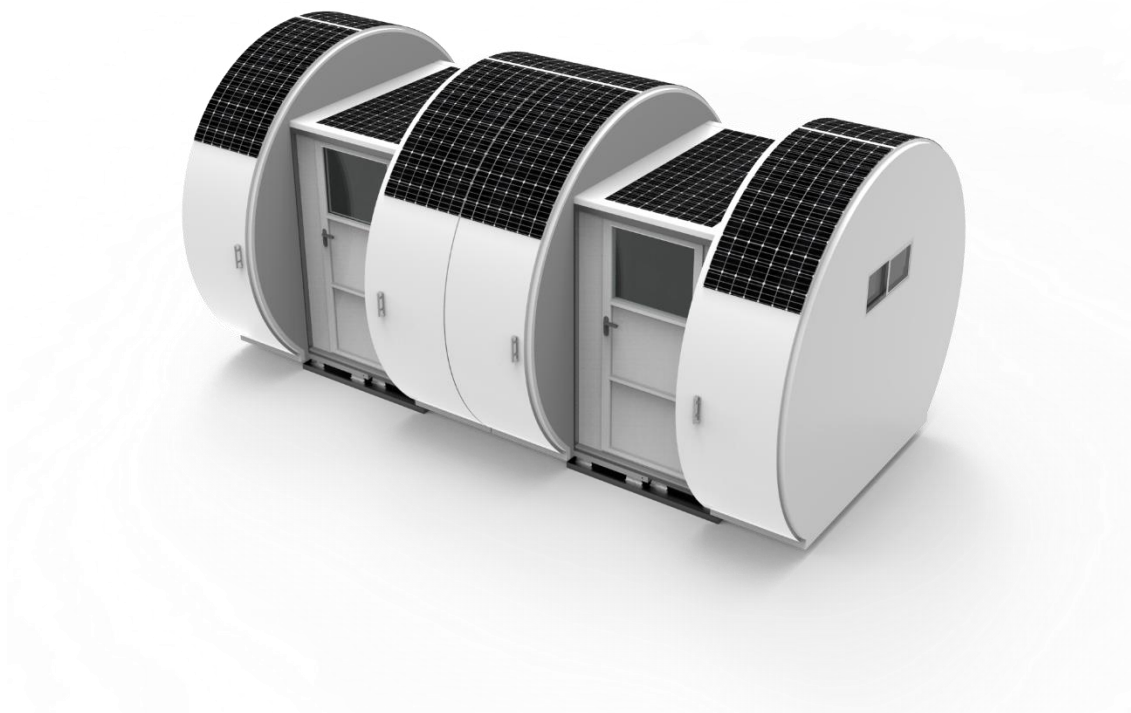
Evitar acumulación de agua y nieve. Esto es sobre todo efectivo tras unir los módulos, Pues anteriormente la cubierta que se unía era plana. Ahora que tiene forma curva es mucho más improbable que se acumule agua o nieve en la zona de la unión

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El refugio será un módulo compuesto por tres estructuras diferenciadas: la estructura central y las dos estructuras expandibles. Durante el transporte las tres estructuras irán comprimidas y al finalizar la instalación se podrán abrir manualmente, dejando al descubierto el tamaño completo del módulo. La extensión de estos dos apéndices se realizará mediante carriles de aluminio, del mismo tamaño que los perfiles y que irán deslizándose con la ayuda de ruedas acopladas a la estructura debajo de los carriles. Al final del recorrido, los carriles tendrán un tope y habrá que ajustar varios pasadores para evitar el movimiento de los carriles y asegurar la rigidez.

### 4.1. SISTEMA MODULAR

Existe la posibilidad de unir módulos para ampliar el refugio. Llamaremos módulos a las figuras que se repiten y relacionan gracias a esa estructura modular. Los módulos en nuestro objeto son todos iguales y poseen el mismo sistema de unión.



*Ilustración 16. Unión de dos módulos*

Este sistema consiste en la colocación de dos módulos a una distancia adecuada calculando el espacio que ocuparán expandidos y su unión por las paredes laterales.

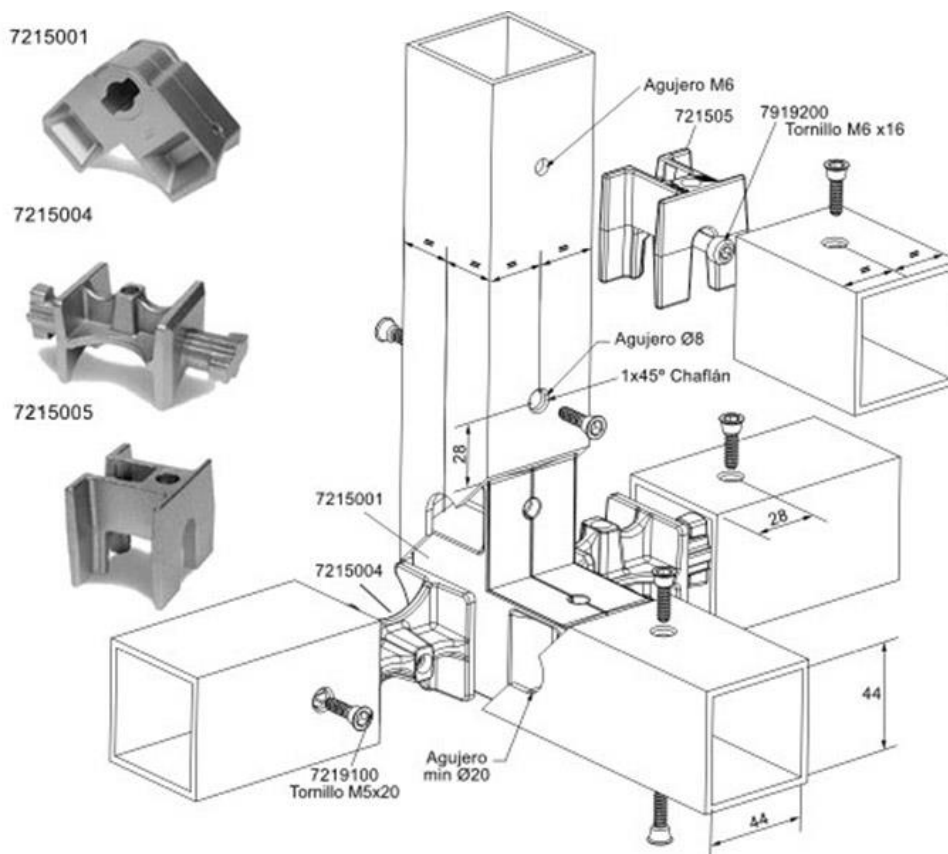
Para la estructura usaremos el sistema de uniones *Mobikit*

Las uniones *Mobikit* son una serie de accesorios de aluminio para la realización de fijaciones a 90º de dos o más tubos cuadrados de diferentes medidas y están especialmente indicadas para la realización de mobiliario tal como estanterías, mesas...

En nuestro caso elegiremos las adecuadas para nuestros perfiles de 50x50 mm

Los taladros en las zonas de unión ya estarán realizados y solo faltará colocar las piezas y los tornillos para realizar la unión.

Este sistema es uno de los más efectivos para uniones modulares en perfiles de aluminio rectangulares y ofrecen increíbles resultados.



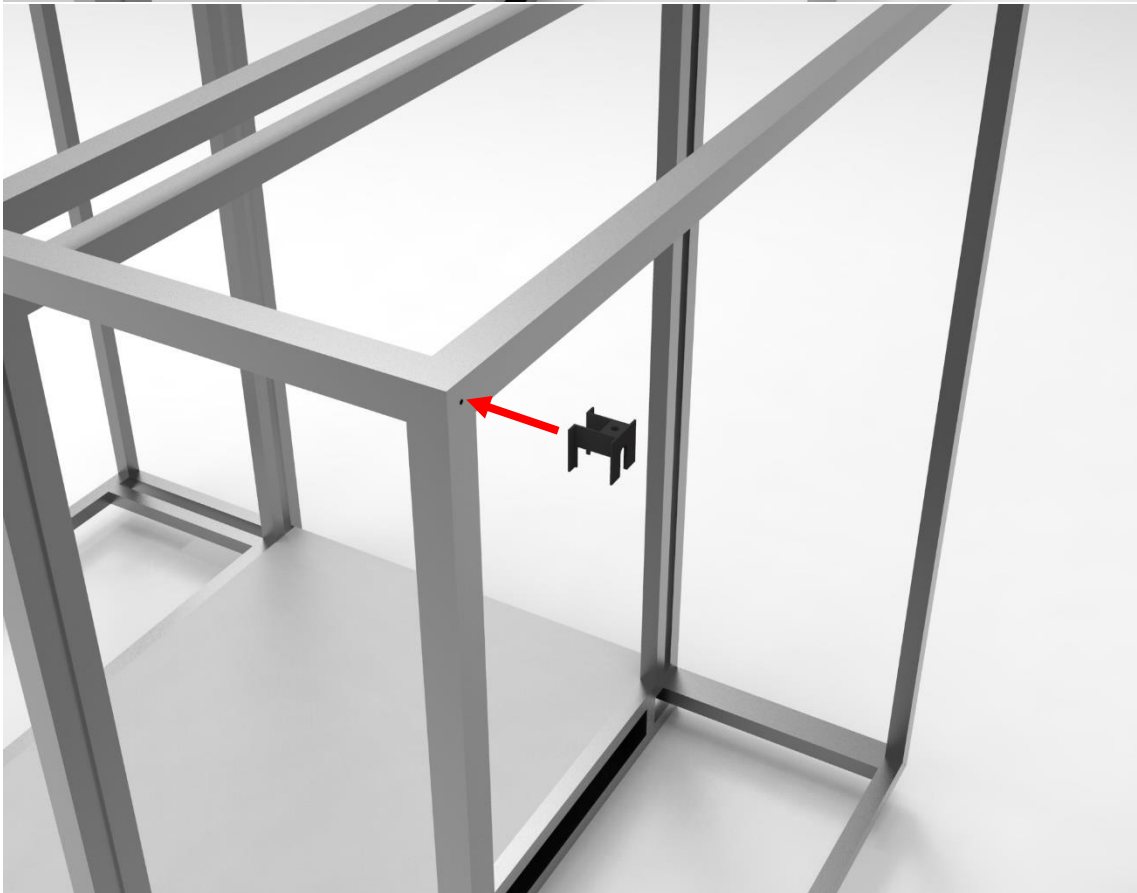
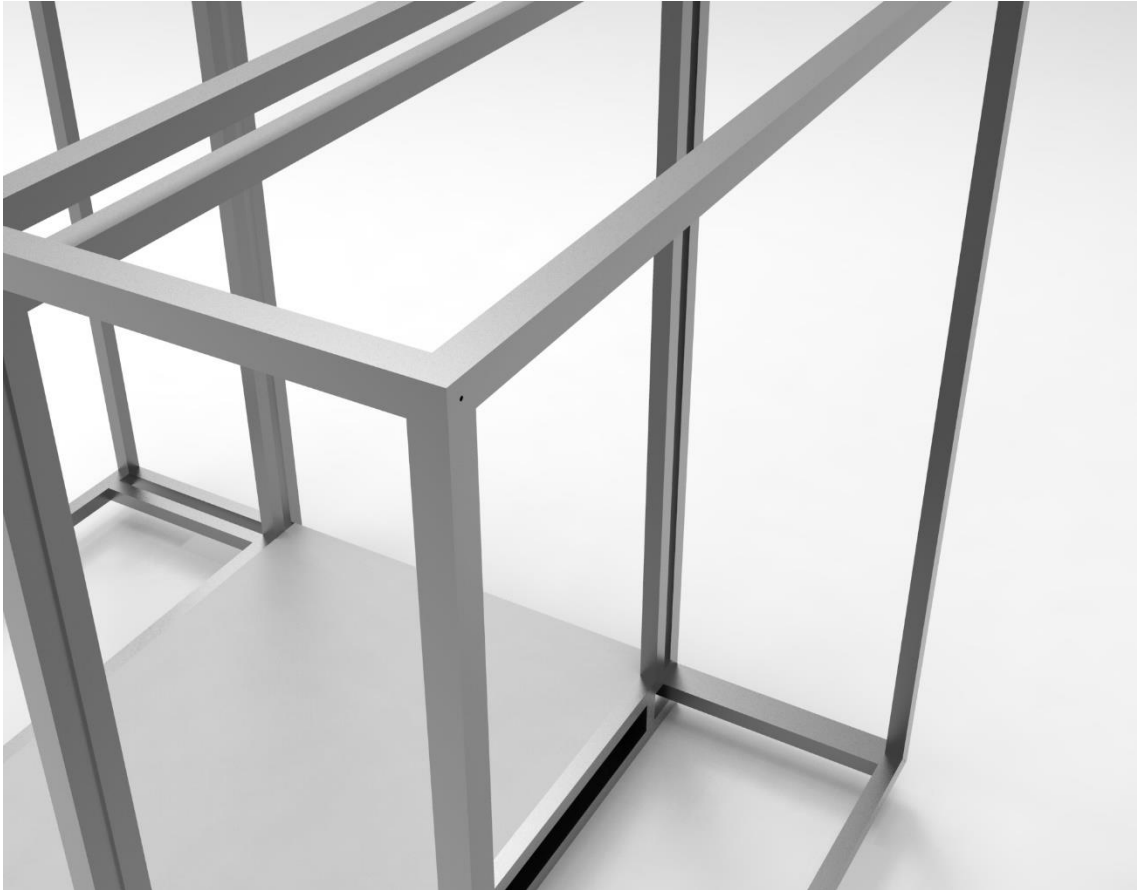
*Ilustración 17. Sistema de unión modular Mobikit*

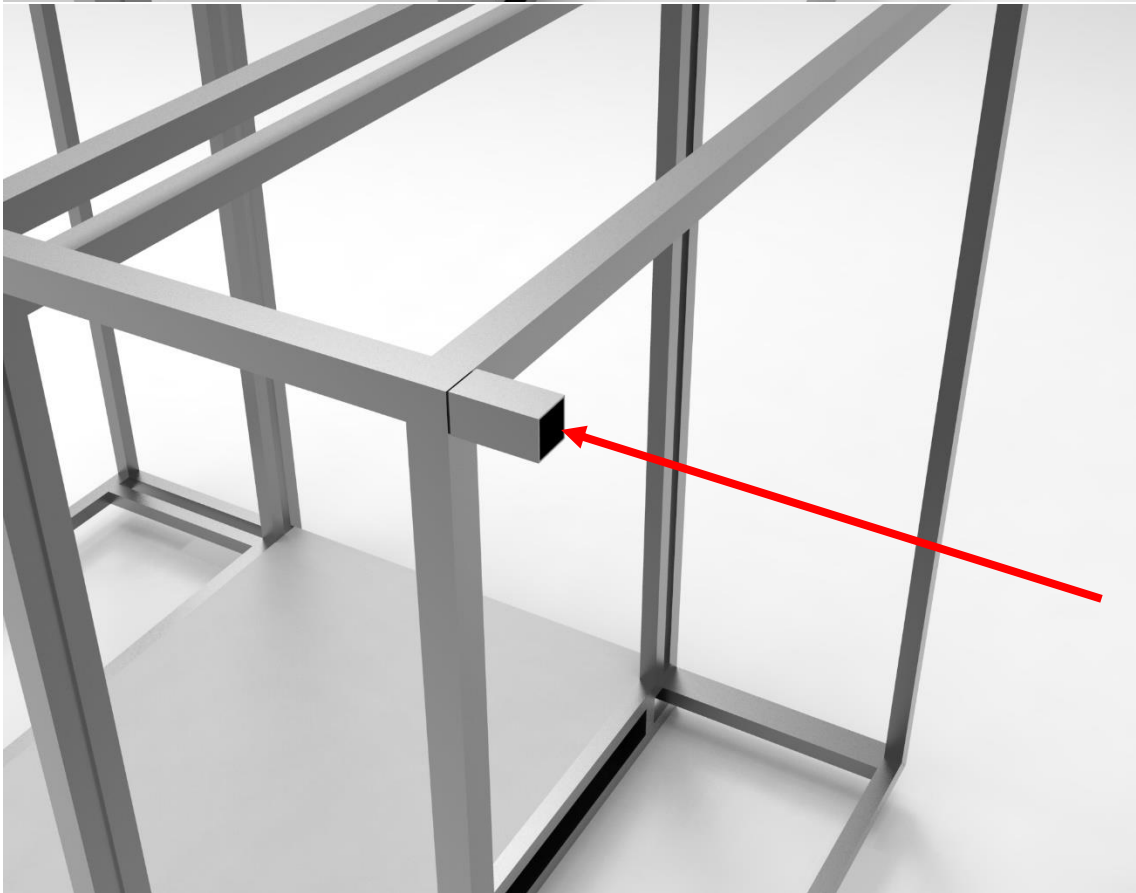
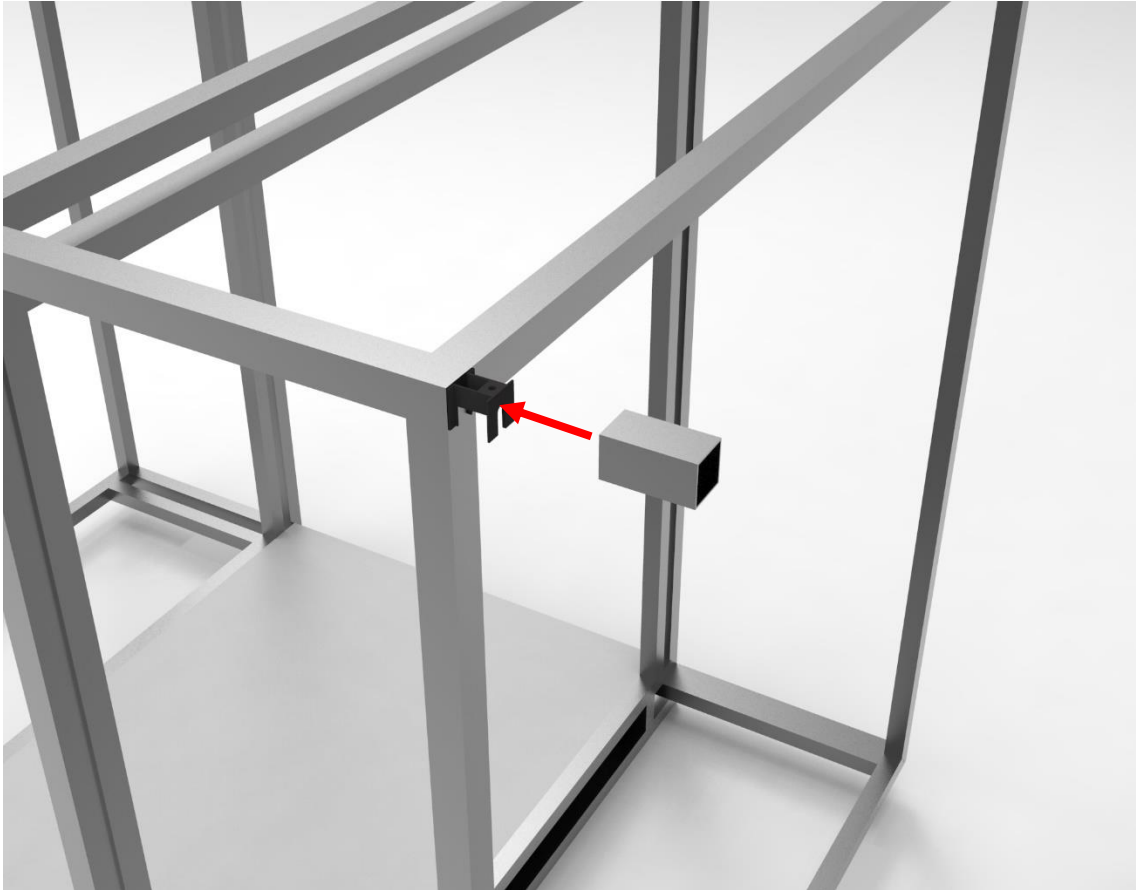
Para la unión de los paneles sándwich debemos reparar en que en su fabricación ya se tiene en cuenta esta posibilidad, y según los paneles elegidos en el apartado de materiales podemos describir cómo se va a realizar la unión.

La unión entre paneles evita la entrada de agua y las pérdidas de temperatura del interior, conectando los espesores de ambos paneles para generar este aislamiento.

Hay que recalcar que el conjunto formado por cada módulo que se quiera añadir a la composición debe estar a la misma altura y se debe colocar a la distancia precisa para que la unión sea efectiva. Esta distancia será 1,5 m entre las caras de los módulos en la dirección que se van a unir.

La unión de módulos se presentará gráficamente a continuación.



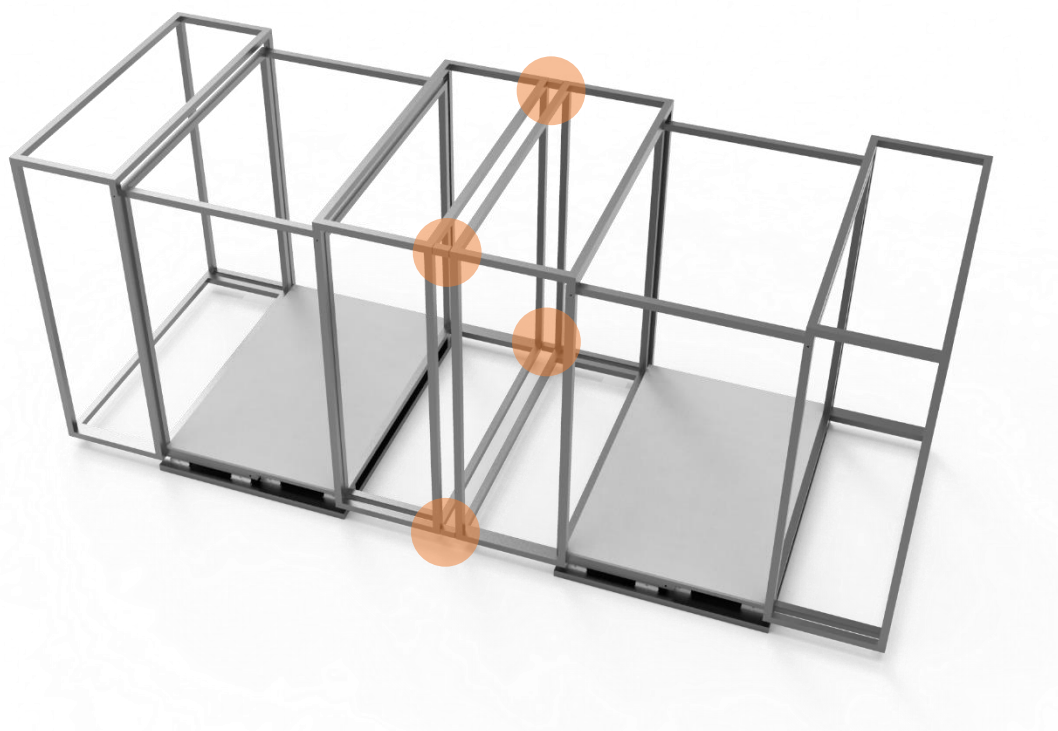




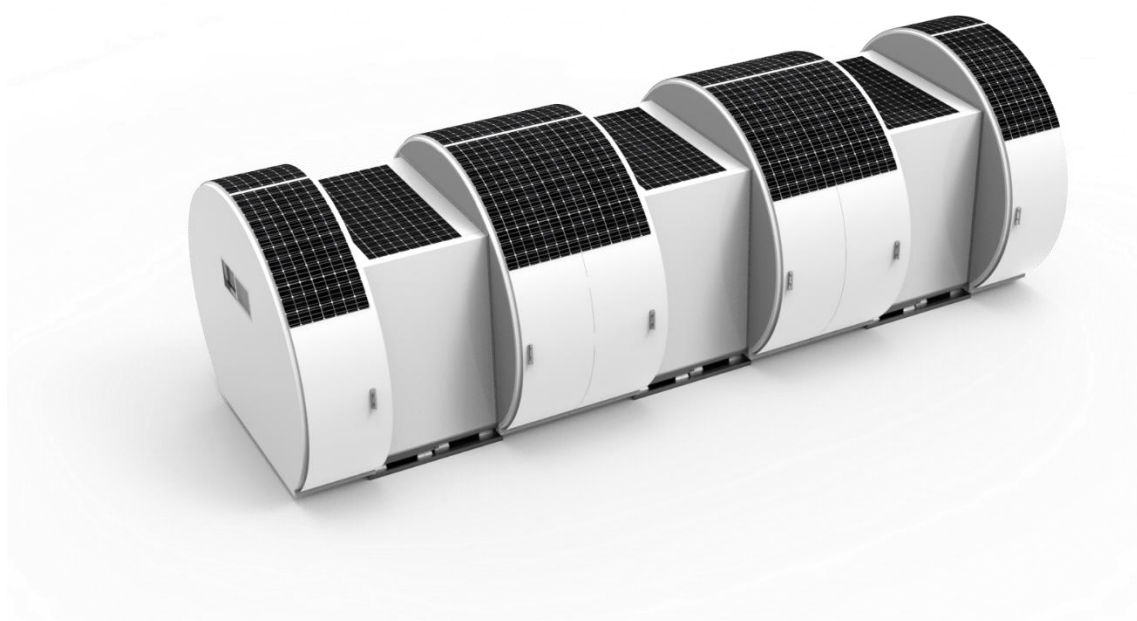


*Ilustración 18. Unión de módulos por pasos*

El procedimiento mostrado en el grupo de ilustraciones 15 se realizará no solo en las esquinas superiores de la estructura lateral, también en las inferiores, lo cual garantizará la firmeza y equilibrio de cada módulo.



*Ilustración 19. Estructuras unidas de dos módulos distintos*



*Ilustración 20. Unión de tres módulos*

## 4.2. LA EXPANSIÓN

La expansión del módulo es una de las características más importantes de este proyecto.

Ofrece la posibilidad de transportar un refugio de la mitad de las dimensiones que tiene durante su uso.

Esta expansión es el modo perfecto de generar un espacio adicional perfectamente utilizable, con un tiempo de montaje mínimo y de manera intuitiva. Cuanto más simple sea el sistema de expansión más llamará la atención del consumidor, que se verá atraído por la idea de tener el refugio disponible y funcional poco tiempo después del transporte.

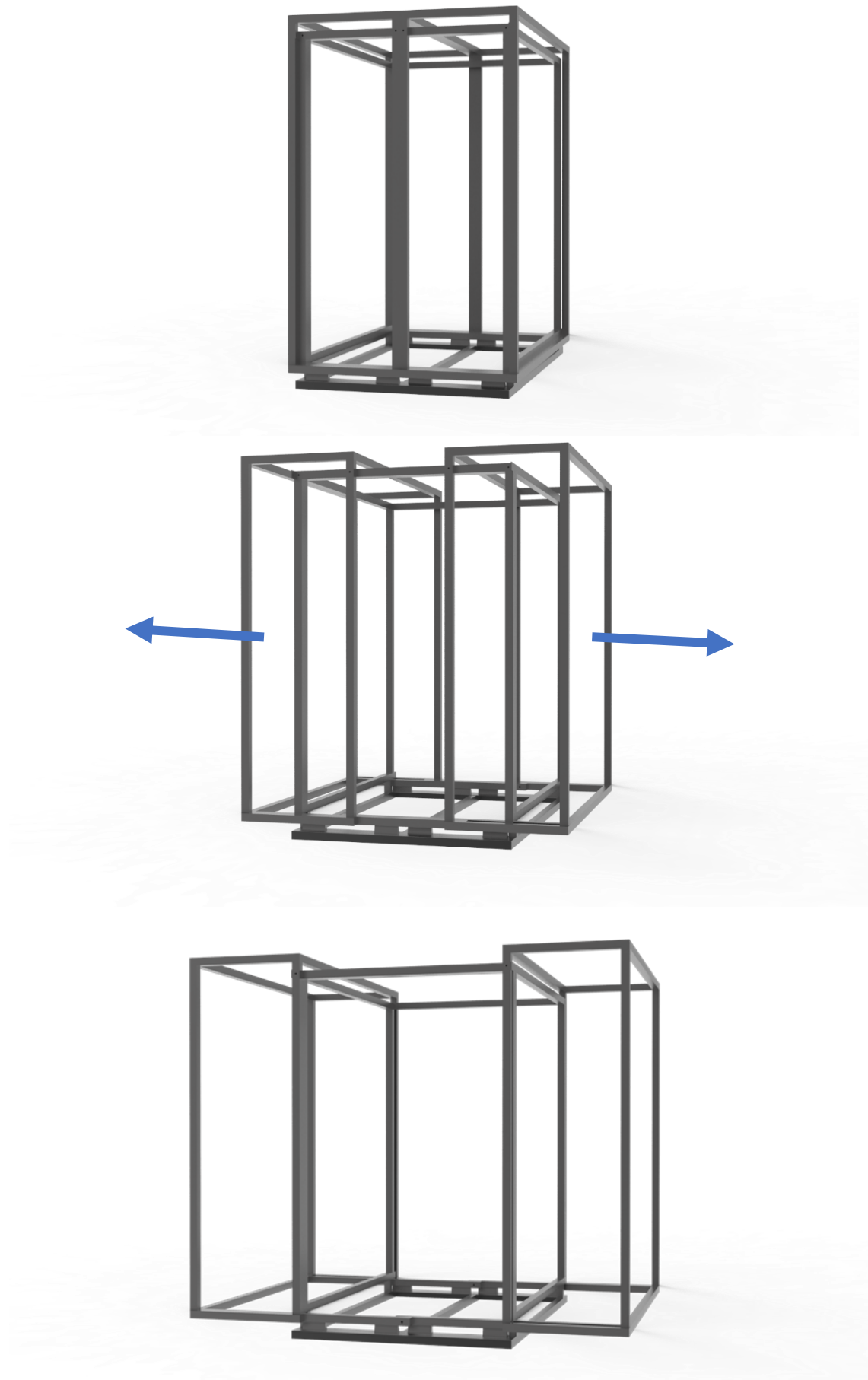
La forma del refugio hace que el producto sea expandible de forma simétrica. Esta característica es fundamental, pues es la combinación perfecta con el sistema modular. Los distintos módulos no diferirán en las formas de las zonas de unión, y así evitaremos la acumulación indeseada de agua y nieve en la cubierta en las más vulnerables.

Para llevarla a cabo se han estudiado distintas posibilidades, como módulos telescópicos. Transportadores y guías para cadenas, láminas unidas mediante bisagras y otros tipos que forman parte de las patentes y diseños estudiados en el estado de la técnica.

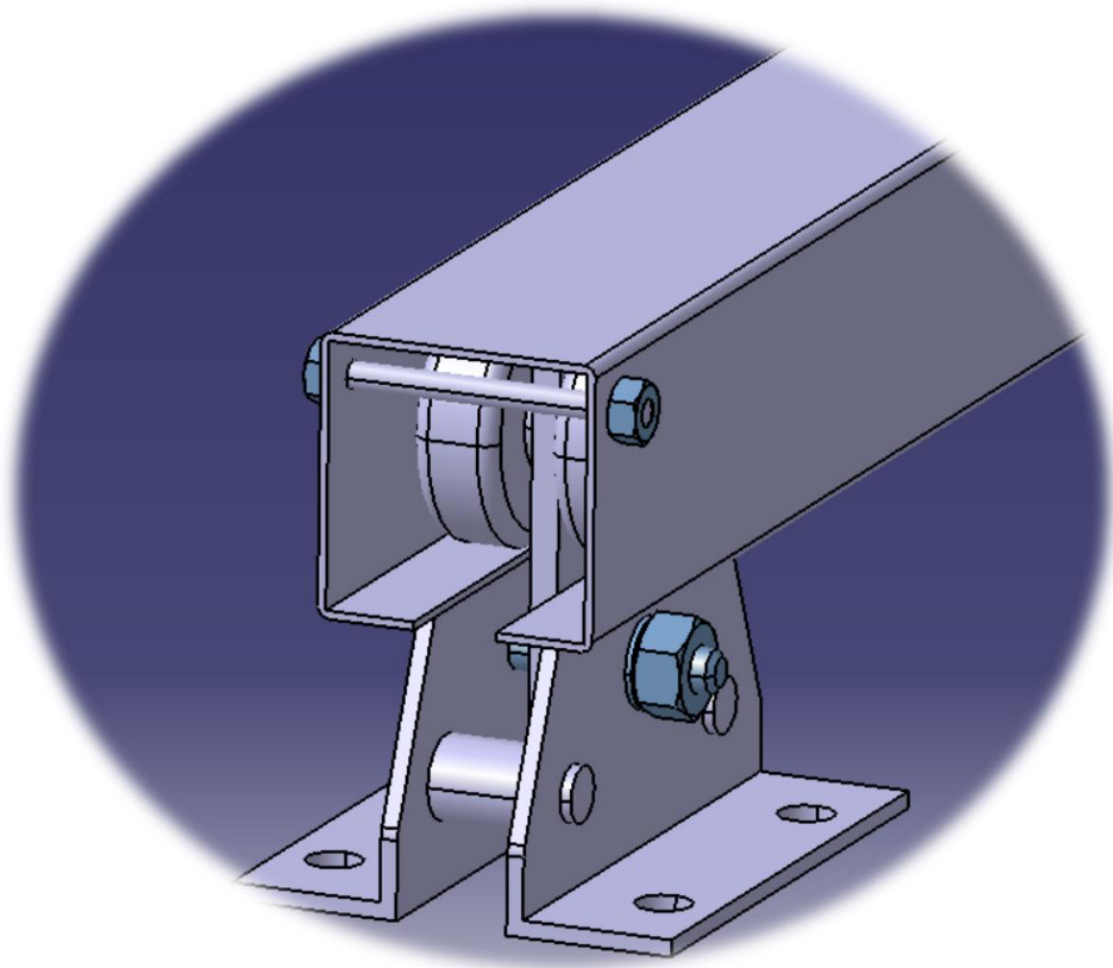
Finalmente se ha elegido la opción de railes guía que circulen a través de ruedas sujetas a la estructura en su parte inferior. Como se ve en la imagen inferior tendrán un tope en el extremo para evitar que este lateral salga de su trayectoria y termine totalmente separado de la estructura. No es el único, la propia estructura central tendrá unidas mediante soldadura varias escuadras metálicas que actuarán como freno para los carriles en otros puntos de la estructura.

Estas guías con ruedas pueden soportar un gran peso, son el tipo de guías con las que se montan las puertas correderas de jardín y garajes. Apoyadas sobre dos puntos en cada guía, garantizan que la estructura tenga los suficientes puntos de apoyo y que no se desplace en direcciones no deseadas.

En la zona de las juntas, a los subconjuntos laterales se les añadirá una tira de goma impermeable para evitar cualquier tipo de entrada del agua a través de estas zonas de la cubierta.



*Ilustración 21. Proceso para abrir estructura*

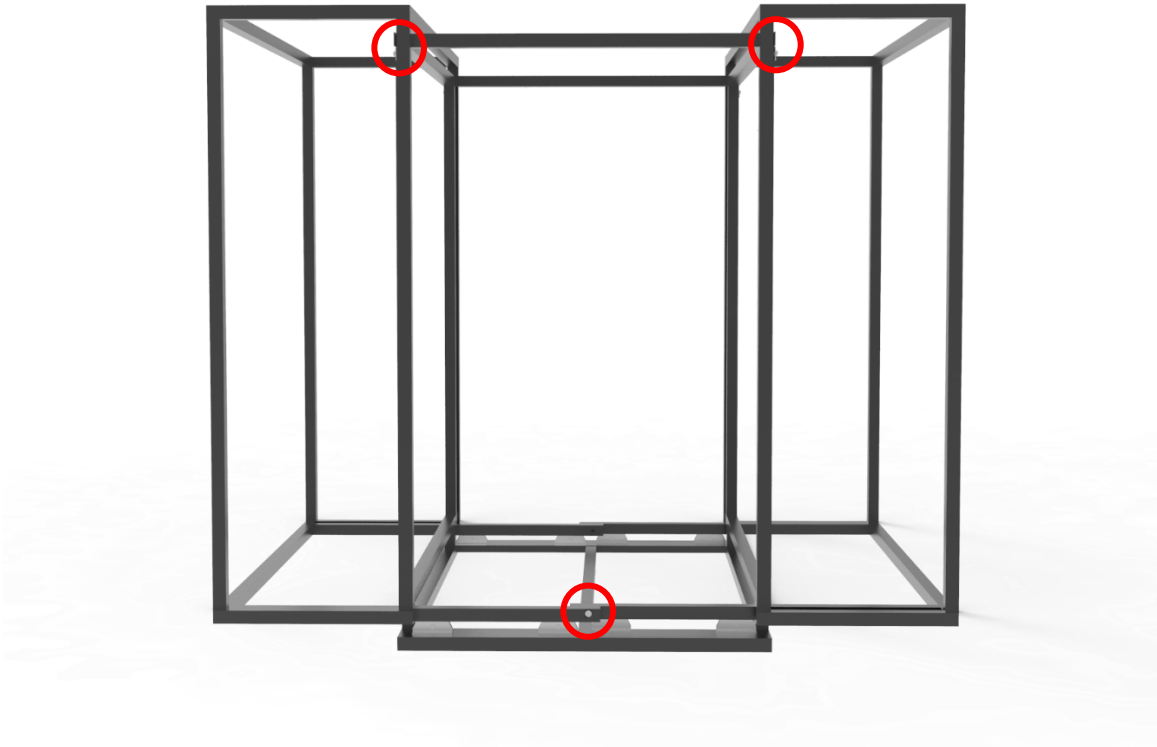


*Ilustración 22. Expansión mediante raíles. Ejemplo*

Estos raíles soportarán las dos subestructuras que funcionarán como ampliaciones, cada una tendrá su peso de los paneles de paredes y techo y el de las ventanas. En los cálculos realizados con el programa CYPE (ver el anejo de acciones estructurales) se ha comprobado que estas vinculaciones móviles no suponen ninguna deformación o plasticidad en ningún punto de la estructura.

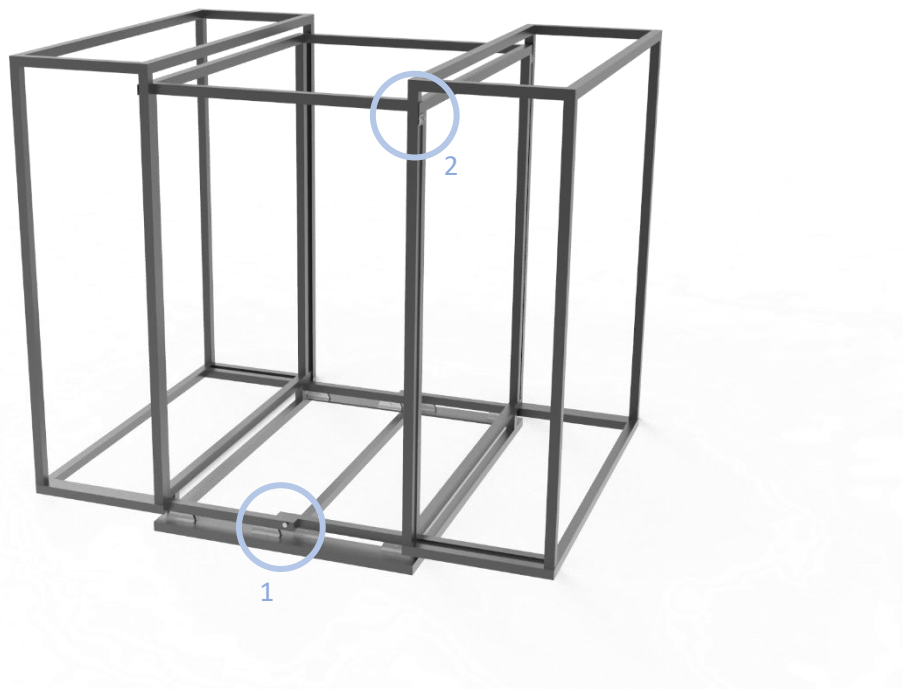
Se ha comprobado que ningún elemento perteneciente a paredes o techo pueda impedir la extensión de algún modo. El panel del techo central tendrá un espacio preparado para alojar el panel central, y los cables de esta misma placa serán extensibles colocando un carrete en la parte interior del refugio para evitar atascamientos y trabas en la extensión.

Una vez extendidos los laterales del refugio se procederá a bloquearlos, en la zona superior mediante la ayuda de pasadores que irán soldados a la estructura en distintos puntos y funcionarán como cerrojos, pasando a través de los perfiles de la estructura central y el lateral vinculándolos e impidiendo el movimiento de las partes. En la zona inferior, como muestra la ilustración inferior, se colocará un pasador de 15mm de diámetro que sirva como vinculación exterior para bloquear el movimiento de los raíles.

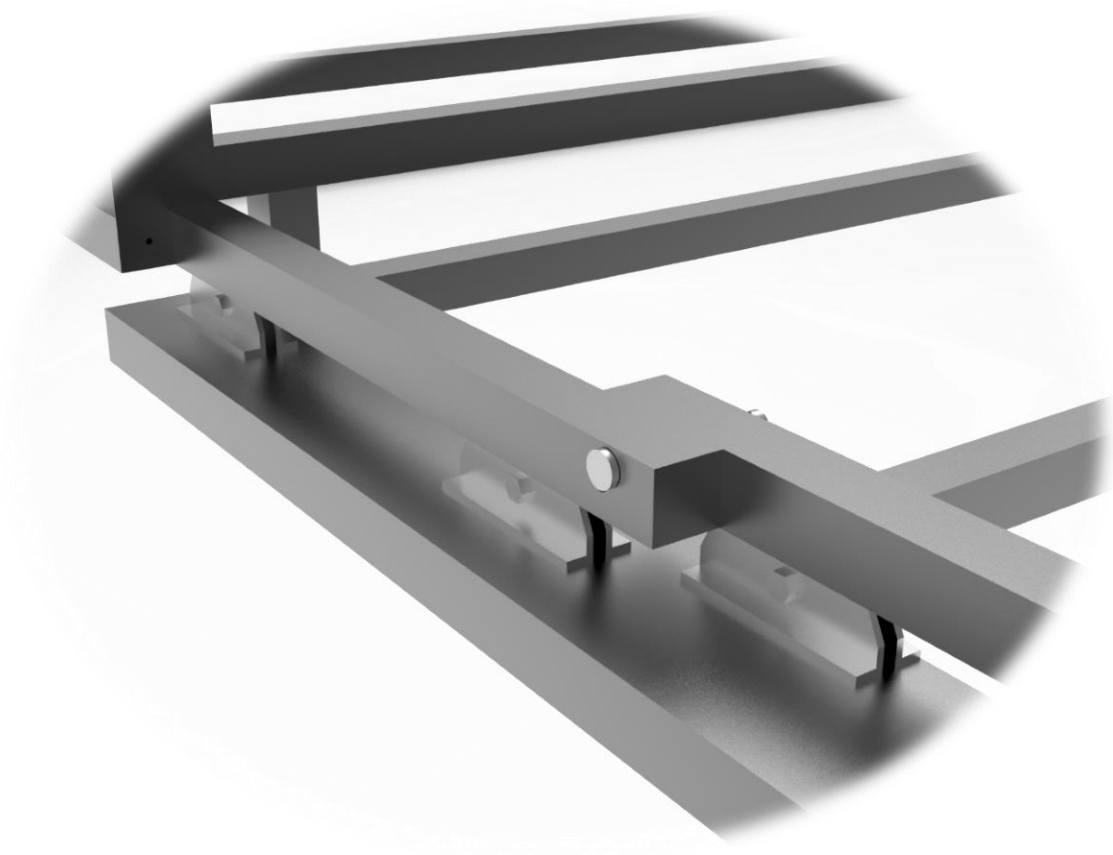
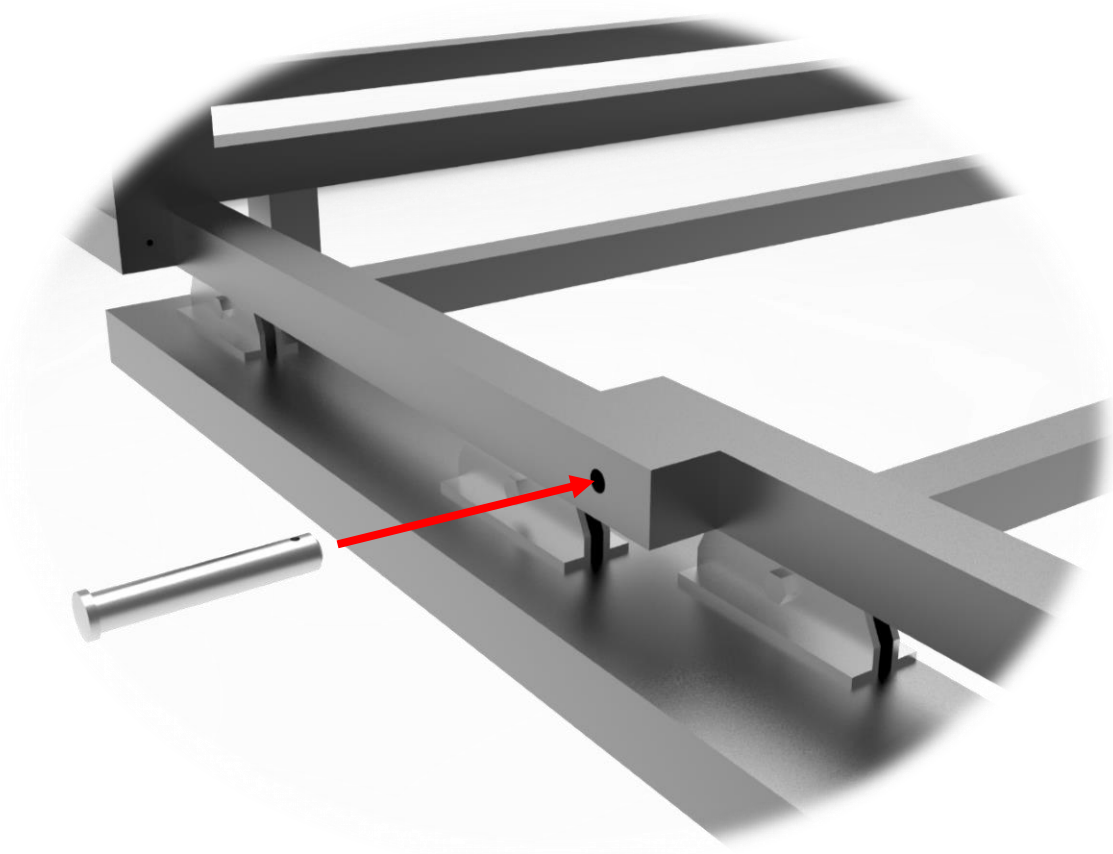


*Ilustración 23. Colocación de pasadores. Vista frontal*

Los pasadores indicados en la imagen solo corresponden al lado frontal. La parte trasera se colocarán de forma simétrica.



*Ilustración 24. Situación de los pasadores*



*Ilustración 25. Situación 1*

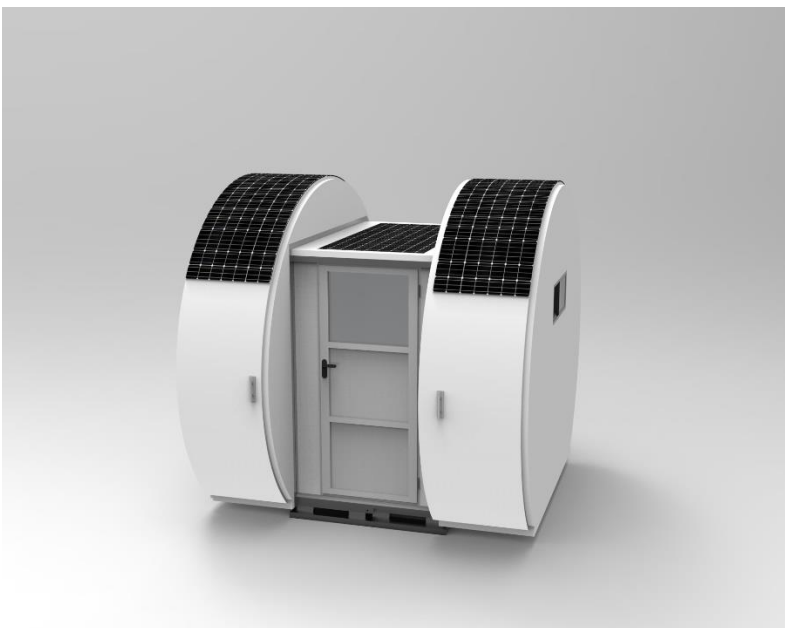
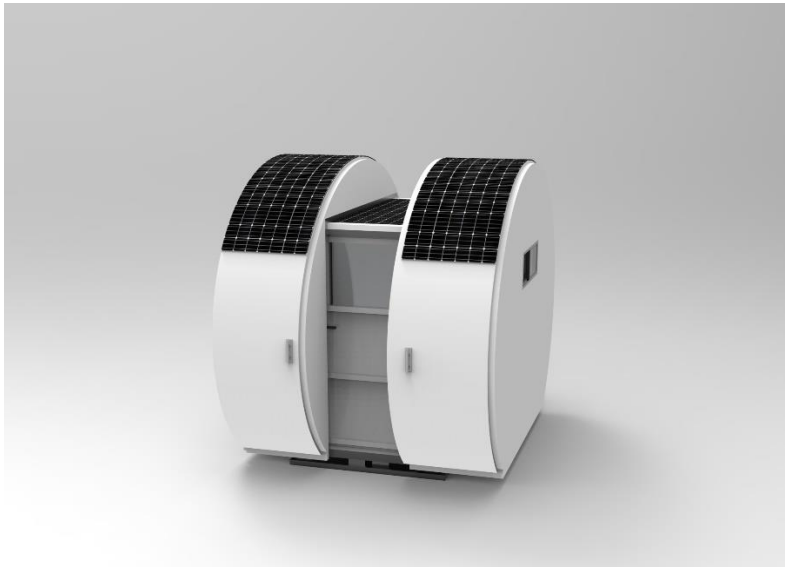
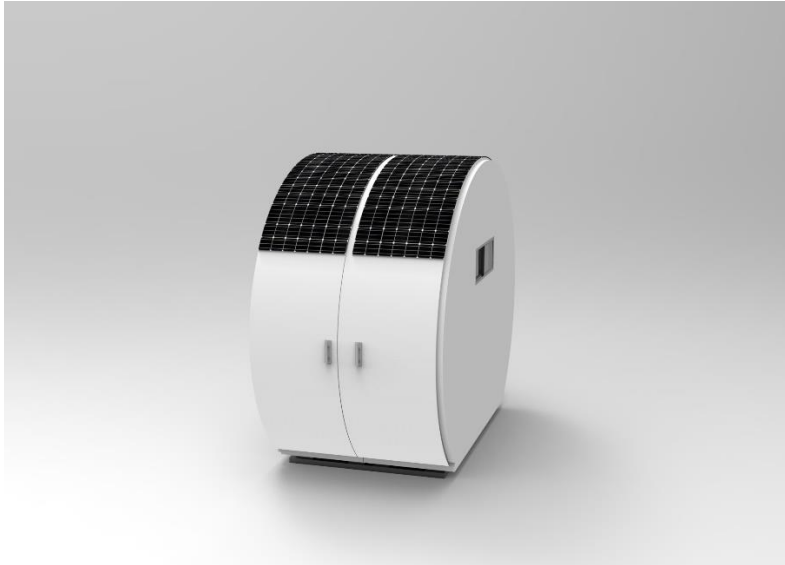


*Ilustración 26. Situación 2*

Cuando se hayan ajustado todos los pasadores el refugio estará preparado para su uso convencional. Se podrá usar la red eléctrica y se podrán introducir muebles y objetos en el interior.

Los estudios realizados que se explicarán en los anejos muestran que solo con apoyos en la estructura central se puede ocupar el interior con objetos de una carga considerable. Sin embargo, en caso de añadir objetos de mucho peso en los extremos es conveniente buscar un apoyo para evitar cualquier deformación.





*Ilustración 27. Expansión del conjunto*

### 4.3. TRANSPORTE

El transporte es una de las características principales del proyecto, pues las dimensiones finales se han elegido en base a las dimensiones de un objeto que pueda cargar un remolque mediano; de ancho 1,5 m ajustados, de largo alrededor de los 2m y de alto 2,3 metros sumados a la altura de este tipo de remolques, que puede estar sobre los 0,5 m.

El refugio será lo suficientemente ligero como para que no se necesite maquinaria en su instalación, abaratando costes y permitiendo su colocación en terrenos de difícil acceso para este tipo de vehículos pesados y de gran tamaño. De tal forma que podrá ser instalado manualmente.

A pesar de esto no tendrá la ligereza necesaria para ser transportado a mano sin ayuda de elementos externos lejos del lugar en el que se haga descender desde el remolque.

Existen también opciones para facilitar la instalación como la utilización de remolques basculantes, pequeños gatos hidráulicos...



*Ilustración 28. Remolque de tamaño mediano*

Como es evidente, durante el transporte el producto irá cerrado ocupando el menor espacio posible y sujeto de la manera óptima acorde al remolque o plataforma que lo lleve. Tendrá esta condición hasta el momento que esté en el suelo, colocado en el lugar elegido, donde podrá empezar el montaje.

Sobra decir que al igual que otras estructuras de mayor tamaño, el refugio podrá ser transportado por otros vehículos con grandes plataformas o grúas en el caso de que al cliente le haya interesado por el diseño y el sistema modular.



*Ilustración 29. Refugio en distintos remolques*

## 4.4. INSTALACIÓN SOLAR

Los sistemas solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de células solares o fotovoltaicas dispuestas en paneles que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica.

La luz solar transporta la energía en forma de un flujo de fotones. Cuando estos fotones inciden en determinado tipo de materiales y bajo ciertas condiciones, provocan una corriente eléctrica. Es lo que se conoce como efecto fotovoltaico.

Existen tres tipos:

- 1. Paneles solares policristalinos. Están compuestos por cristales diferentemente orientados y se distinguen por su tono azulado. Este proceso de fabricación cuenta con la ventaja de ser más barato, pero con la desventaja de ser un producto menos eficiente.
- 2. Paneles solares monocristalinos. Las células que forman el panel se componen de un único cristal de silicio de alta pureza y solidificado a temperatura homogénea. Esto deriva en una mayor eficiencia y rendimiento del panel, ya que permite a los electrones moverse con mayor libertad. El proceso de fabricación, si bien es ligeramente más costoso, otorga a los módulos mayor eficiencia y rendimiento. Se consideran generalmente un producto de mayor calidad.
- 3. Paneles solares amorfos. No tienen una estructura definida y pierden rápido su eficiencia. Actualmente cada vez se usan menos.

Nuestra elección será paneles solares monocristalinos flexibles y estarán integrados en el tejado del módulo, adaptándose a las formas que se han diseñado. Como la idea del proyecto va enfocada a instalación en terrenos de difícil acceso, tomaremos como punto de partida un sistema fotovoltaico aislado.

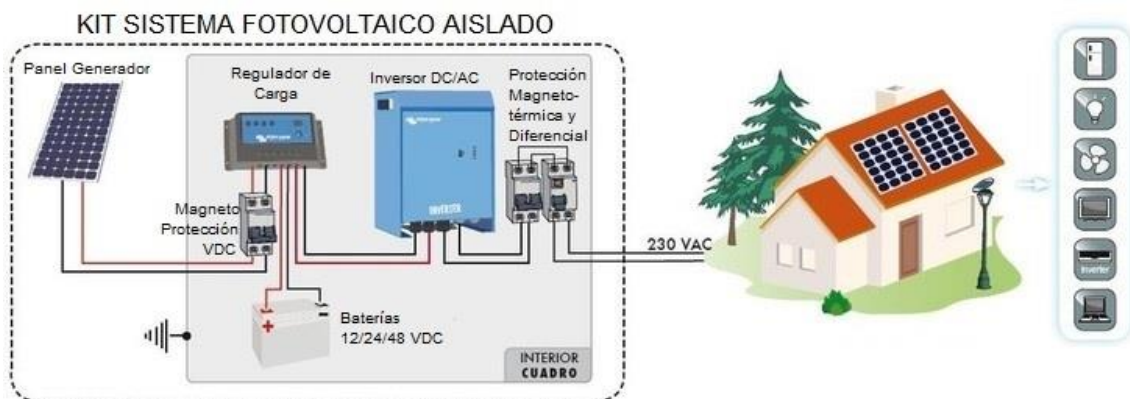


Ilustración 30. Elementos instalación fotovoltaica aislada

Esta instalación podrá ser complementada con un cambio de batería con más potencia, un generador eléctrico o un sistema eólico portátil. Se dan las opciones debido a las ventajas e inconvenientes de los sistemas solares:

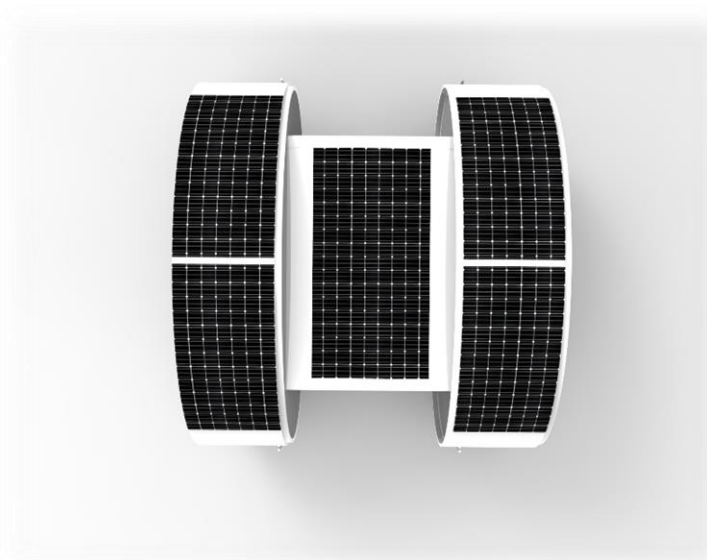
### INCONVENIENTES

- Elevado coste de inversión por kilovatio obtenido.
- El rendimiento energético obtenido depende del horario solar, de la climatología y del calendario. Por este motivo, es difícil saber con exactitud qué potencia eléctrica podremos obtener en un determinado momento. Este inconveniente desaparece con otras fuentes de energía como la energía nuclear o la energía fósil.
- La cantidad de energía que se necesita para fabricar un panel solar. Para producir paneles fotovoltaicos se necesita mucha energía, a menudo utilizando fuentes de energía no renovable como el carbón.
- En la actualidad, destrucción de ecosistemas para crear campos solares gigantes.

### VENTAJAS

- Su coste es cada vez menor. En el futuro se prevé un aumento de la eficiencia energética.
- Es adaptable, reaprovechable e inagotable
- El pico máximo de energía se alcanza durante el día en la mayoría de las instalaciones, que es el periodo donde más luz captan los paneles.
- Es una energía no contaminante. No genera gases de efecto invernadero y, por lo tanto, no contribuye a agravar el problema del cambio climático.

Se colocará en total 5 paneles flexibles en la cubierta del refugio. Un panel en la estructura central y dos en el techo de cada lateral.



*Ilustración 31. Imagen en planta del refugio*

El cálculo de la instalación se ha realizado en base a la forma inicial del refugio, que tiene las condiciones más desfavorables y se detalla en el apartado de instalación solar en los anejos.

## 5. ILUMINACIÓN

En el presente proyecto es necesario el correcto posicionamiento de los distintos elementos que permitan la visibilidad en el interior. Para este requerimiento dispondremos del sol como fuente natural de luz durante el día y de una luminaria con luces LED durante la noche y los días nublados.

Para el aprovechamiento de la energía solar pasiva se ha recurrido a la colocación de dos ventanas y un cristal en la puerta que dejará pasar la luz hasta el interior.

Las ventanas se dispondrán, como se ha visto en ilustraciones anteriores, en los laterales del refugio. Permitirán el acceso de la luz desde ambos lados además de garantizar la correcta ventilación de la estancia. Como es probable, en caso de colocarse muebles altos como estanterías, baldas o armarios en uno de los subconjuntos laterales, el cristal de la puerta permitirá que la luz siga incidiendo desde dos puntos distintos en el refugio. La puerta se instalará en el subconjunto central y tanto estando abierta como cerrada garantizará un punto de luz asegurado a la estancia.



*Ilustración 32. Render del producto en un entorno montañoso.*

## 6. MATERIALES

Los materiales utilizados se escogerán de manera que cumplan los principales requisitos expuestos en el apartado objeto. La estructura metálica estará conformada por perfiles de tubo rectangular de aluminio, ligeros y de gran resistencia.

El refugio debe estar aislado térmicamente, por lo que se han elegido paredes exteriores paneles sándwich de 50 mm de espesor rellenos de espuma de poliestireno. Cubrirán tanto las paredes como el techo del refugio. Este material es perfecto para utilizarlo en módulos prefabricados viviendas o cámaras frigoríficas. Esto es así debido a su increíble desempeño como aislante térmico, conservando una buena temperatura en todas las épocas del año. Además, tiene una gran variedad de acabados, es rápido y fácil de instalar. Evita grietas y escapes de aire o agua y es un material sostenible ya que en su fabricación se minimizan los residuos.

Para más información sobre estos paneles se puede encontrar en los anejos de elementos comerciales.

Anteriormente se habían seleccionado paneles con espuma de poliuretano y recubrimiento de acero. Estos paneles a pesar de tener mayor resistencia y cumplir de igual manera con los requerimientos del diseño, su peso era demasiado elevado y se optó por la opción anteriormente comentada. A continuación, se muestra este tipo de paneles con espuma de poliuretano del fabricante iCurvi, dedicado a fabricar paneles curvos:

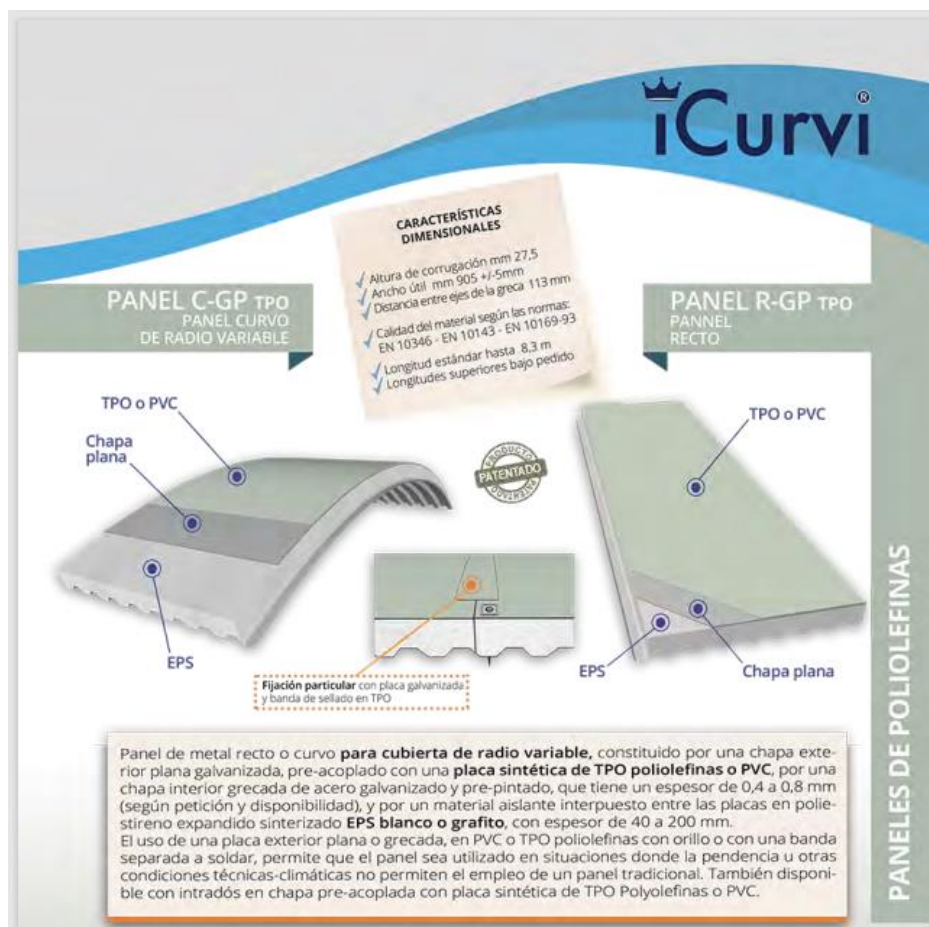


Ilustración 33. Paneles iCurvi

En cuanto al suelo, la parte inferior estará conformada por Tramex PRFV que es un perfecto sustituto para las rejillas metálicas de acero galvanizado que son más comunes, pero más pesadas que las elegidas, carecen de mantenimiento y son resistentes a la corrosión. Este componente irá sujeto a los perfiles de aluminio inferiores en la parte central del refugio, pero las partes correspondientes a las expansiones laterales se colocarán más tarde con el objetivo de que el suelo esté a la misma altura.

Sobre cada una de las rejillas irá colocada una plancha de contrachapado de la misma superficie que además de ser un material ligero hace que toda la superficie pisable esté a resguardo de la intemperie. Finalmente se cubrirán estas placas con vinilo.

Debido a su resistencia, el aluminio es uno de los materiales más empleados en construcción, como ya hemos ido viendo a lo largo de este proyecto. Aunque este material sea asociado más frecuentemente con ventanas y cerramientos las puertas de aluminio también tienen muchas ventajas.

El aluminio es un material con mucha maleabilidad, por lo que los fabricantes pueden reducir el peso de una puerta gracias a esta característica. Además, en el diseño nos ofrece muchas posibilidades, se pueden generar diferentes formas con una amplia variedad de estilos y formatos.

Este material hace que las puertas sean duraderas y su mantenimiento no sea algo frecuente. El aluminio además funciona como aislante y no deja pasar ni el calor ni el frío

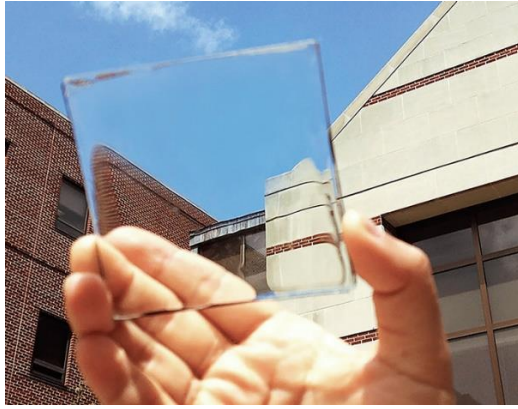
Las ventanas están fabricadas con una banda de vinilo soldada extruida y marco principal. Su construcción garantiza el correcto aislamiento del refugio y este no se verá comprometido por la adición de estos elementos entre los paneles aislantes.



## 7. LÍNEAS FUTURAS

Una vez desarrollado el proyecto, se han desarrollado líneas de investigación con las que se puede mejorar y ampliar el espectro del problema. A continuación, se enumeran algunas de ellas:

- El modelo del refugio en CYPE con el que se han hecho las comprobaciones de cargas y deformaciones es esencial para el proyecto. Estas demostraciones tienen una potencial mejora si complementamos el cálculo en CYPE con un cálculo de elementos finitos con un programa como Ansys, Simulation Mechanical e Inventor. Este análisis permitirá conocer de un modo exhaustivo los desplazamientos, deformaciones y tensiones. También permite representar diferentes escenarios y evaluar el rendimiento de productos con aplicación de criterios de resistencia, rigidez o fatiga.
- En este proyecto uno de los objetivos principales ha sido que el transporte pueda ser efectivo en terrenos de difícil acceso. Como vía de mejora podría diseñarse un sistema con el que este tipo de refugio pueda ser adaptable a todo tipo de terrenos, terreno rocoso, desértico, pantanoso...
- Anteriormente hemos hablado de complementar el cálculo de CYPE con otros programas. Observando los resultados de las comprobaciones realizadas en CYPE se puede afirmar con seguridad que se podrían optimizar los perfiles de aluminio elegidos. Esto es, siempre que sea posible, pues de su anchura depende la unión modular. Esta optimización podrá resultar en el uso de perfiles más ligeros e incluso una mejora en el aprovechamiento del espacio y en el ahorro de material.
- Con el avance de las nuevas tecnologías solares se podría refinar el diseño para evitar la instalación de ventanas convencionales a los lados y todo lo que esto supone. Los propios paneles solares, que irían incorporados al techo, los que permitirían la luz gracias a la evolución de los cristales fotovoltaicos que tendrá un gran auge en los próximos años. Además, mediante algún sistema se podría conseguir que se puedan recoger para permitir la entrada de aire como hacen las ventanas convencionales.
- El diseño de un sistema personalizado para hacer descender el conjunto desde la plataforma o remolque hasta el suelo, con el fin de hacer más cómoda la tarea y requiera de menos personal para llevarla a cabo.



*Ilustración 34. Vidrio fotovoltaico*

## 8. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la propuesta ha buscado respetar en su diseño todos los puntos clave indicados en el apartado objeto y justificación. Desde un uso práctico y determinante, hasta responsable con el medio ambiente y con el terreno, teniendo en cuenta el factor económico. Y, como se ha insistido, a través de un diseño original y distintivo que pueda ofrecer una alternativa única en el mercado.



*Ilustración 35. Dos módulos unidos en el exterior*

## 9. CÁLCULOS

### 9.1. PESO

En este apartado se va a realizar el cálculo del peso total del producto. Se dividirá en tres apartados:

- Cálculo del peso de la estructura metálica
- Cálculo del peso de los paneles aislantes de pared y cubierta
- Cálculo total, sumándole a los anteriores objetos comerciales que se incorporan al refugio.

#### 9.1.1. CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

Como se ha indicado anteriormente, la estructura metálica estará compuesta por perfiles de tubo rectangular de aluminio, que irán soldados formando el conjunto que se puede ver en el apartado de planos. Para su cálculo se calculará el volumen de cada perfil por separado y se multiplicará por la densidad del tipo de aluminio que se usa en este tipo de extrusiones ( $2,71 \text{ kg/m}^3$ ). De esta manera la ecuación que representa estas tablas quedaría de la siguiente forma:

$$l \cdot s \cdot c \cdot v = m \quad (1)$$

Siendo respectivamente:

- l: longitud
- s: sección
- c: cantidad
- v: volumen

Estructura metálica central	Longitud(m)	Sección (m2)	Cantidad	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)	MASA (kg)
Barras verticales	2,30	0,29	4	2,68	2,71	7,26
Suelo X	1,40	0,29	2	0,81	2,71	2,21
Suelo Y	2,00	0,29	3	1,75	2,71	4,73
TechoX	1,40	0,29	2	0,81	2,71	2,21
Techo Y	1,80	0,29	2	1,05	2,71	2,84
Verticales cortas	0,10	0,29	4	0,12	2,71	0,32
Suelo R	2,00	0,29	2	1,16	2,71	3,15
					TOTAL	22,71

Tabla 1. Cálculo de peso de la estructura central

En esta primera tabla se obtiene como resultado 22,71 kg correspondientes a la estructura central.

Estructura metálica lateral	Longitud(m)	Sección (m2)	Cantidad	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)	MASA (kg)
Barras correderas	1,40	0,29	2	0,81	2,71	2,21
Suelo X	0,70	0,29	2	0,41	2,71	1,10
Suelo Y	2,10	0,29	1	0,61	2,71	1,66
TechoX	0,75	0,29	2	0,44	2,71	1,18
Techo Y	2,00	0,29	2	1,16	2,71	3,15
Verticales	2,20	0,29	4	2,56	2,71	6,94
					TOTAL	16,25

Tabla 2. Cálculo de peso de uno de los laterales

En esta segunda tabla se obtiene como resultado 16,25kg, correspondientes únicamente a una de las estructuras laterales, pues al componerse ambas de los mismos elementos al final del cálculo se multiplicará por dos el peso final de uno de los lados para sumarlo posteriormente al peso de la parte central.

### 9.1.2. CÁLCULO DE PANELES AISLANTES

Para calcular el peso de los paneles sándwich se ha calculado, por una parte, los correspondientes al subconjunto central. Conociendo la densidad de los paneles comerciales y nuestras dimensiones se puede conocer el peso total de la parte central.

PANEL SANDWICH CENTRAL	ALTO (m)	ANCHO (m2)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)	MASA (kg)
Pared trasera	2,10	1,40	0,05	0,15	20,00	2,94
Frontal izq	2,10	0,50	0,05	0,05	20,00	1,05
Techo	2,00	1,40	0,05	0,14	20,00	2,80
					TOTAL	6,79

Tabla 3. Cálculo de paneles centrales

En el cálculo del subconjunto lateral el cálculo se ha dividido entre los paneles planos y los curvos.

Para los paneles planos se ha procedido de la misma forma que en los correspondientes al subconjunto central, pues todos los paneles que lo componen son planos.

PANEL SANDWICH LATERAL	ESPESOR (m)	SUPERFICIE (m2)	DENSIDAD (kg/m3)	MASA (kg)
Soportes laterales	0,05	1,80	20,00	1,80
Soporte cubierta	0,05	0,90	20,00	0,90
Lateral	0,05	6,00	20,00	6,00
			TOTAL	8,70

Tabla 4. Cálculo de paneles laterales planos

Sabemos que en el caso de los paneles curvos que se hacen a medida comercialmente tienen un peso de  $3,5 \text{ kg/m}^2$ . Multiplicando este valor por la superficie que cubre cada uno obtenemos la masa total correspondiente a estos 3 paneles.

PANEL SANDWICH LATERAL	ALTO(m)	ANCHO (m2)	MASA (kg)
Cubierta superior	2,25	0,80	6,30
Cubierta lateral 1	2,20	0,80	6,16
Cubierta lateral 2	2,20	0,80	6,16
		TOTAL	18,62

Tabla 5. Cálculo de paneles curvos

### 9.1.3. CÁLCULO DEL PESO TOTAL

Se dividirá en dos tablas. Como en los cálculos anteriores una corresponderá al subconjunto central y otra corresponderá a 1 de los conjuntos laterales. Para el cálculo final el peso del subconjunto lateral que hemos calculado se multiplicará por dos pues tiene el mismo peso repartido en cada lado.

En el cálculo del subconjunto central se ha tenido en cuenta el peso comercial de la puerta, el panel solar, el inversor correspondiente a la instalación eléctrica y los componentes del suelo.

SUBCONJUNTO CENTRAL	CANTIDAD	MASA (kg)
Puerta	1	25,00
Estructura metálica	1	22,71
Panel sandwich	1	6,79
Paneles solares	1	5,20
Inversor	1	4,40
Contrachapado	1	5,00
Tramex	1	31,98
	TOTAL	101,08

Tabla 6. Cálculo de peso del subconjunto central

En el cálculo del subconjunto central se ha tenido en cuenta el peso comercial de la ventana, los paneles solares y los componentes del suelo.

SUBCONJUNTO LATERAL	CANTIDAD	MASA (kg)
Estructura metálica	1	16,25
Panel sandwich	1	27,32
Paneles solares	2	5,40
Contrachapado	1	2,50
Tramex	1	17,22
Ventana	1	6,75
	TOTAL	68,69

*Tabla 7. Cálculo de peso del subconjunto lateral*

**PESO TOTAL REFUGIO 238,45**

Podemos comprobar finalmente que el peso que tendrá el refugio no será excesivo para ser transportado en remolques o similares, pues no excede la MMA (masa máxima autorizada) de los mismos, fijada en 750 kg. Podrá ser instalado sin maquinaria pesada y con mano de obra mínima.

## 9.2. ACCIONES EN ESTRUCTURAS

### 9.2.1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se ha desarrollado una estructura compleja que debe de cumplir una serie de estudios que nos permitan comprobar si la geometría, dimensiones y materiales son los adecuados para que cada uno de los componentes soporte cargas máximas y que no se produzca ningún problema que ponga en riesgo la seguridad del cliente que obtenga el producto. Los estudios se han realizado empleando el programa CYPE 3D. Para ello se han aplicado tres tipos de estudios distintos donde aplicamos las cargas estipuladas según el código técnico de edificación en diferentes lugares para observar las posibles consecuencias que podemos obtener. En este caso, se van a realizar los estudios sobre el techo, el suelo y los paneles y estructura, y si estas soportan las fuerzas sin plastificar ni producir un desplazamiento muy grande, podemos concluir que las características tomadas para componer el refugio son las adecuadas. Para poder realizar los estudios se han fijado las vinculaciones exteriores y se han añadido paneles de un tamaño y peso lo más acercado posible a la realidad. Se han tenido en cuenta además las vinculaciones que permiten el movimiento en el eje y de unas superficies con otras permitiendo solo el deslizamiento de unas sobre otras para poder montarlo y desmontarlo.

El método puede ser aplicado en la resolución y diagnóstico de problemas de análisis estructural para la obtención de desplazamientos, deformaciones y tensiones.

### 9.2.2. ELECCIÓN DE LOS PERFILES

Como se ve en la imagen inferior el perfil elegido será un tubo rectangular de aluminio de alto y ancho 50 mm y de 1,5 mm de espesor. El resto de las características se muestran en la tabla de propiedades que aparece en la imagen.

Es un tipo de perfil que tiene las condiciones idóneas para el trabajo que va a desempeñar en la estructura. Este tipo de perfiles son resistentes y ligeros, perfecto para ser transportados. Además, las superficies planas permiten la cómoda colocación de los paneles de las paredes y permite añadir elementos de unión modular como explicamos en el apartado de unión modular en la memoria.

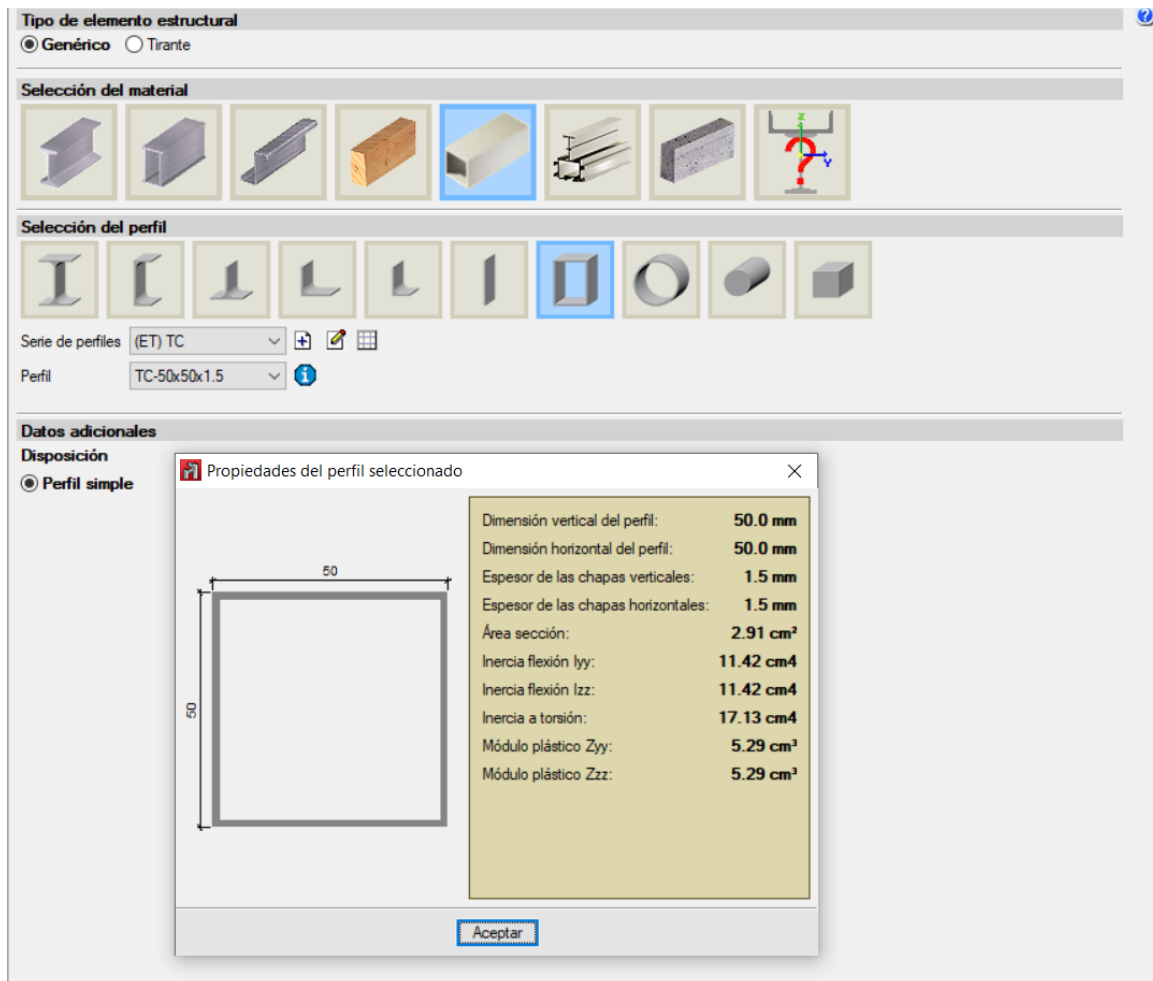


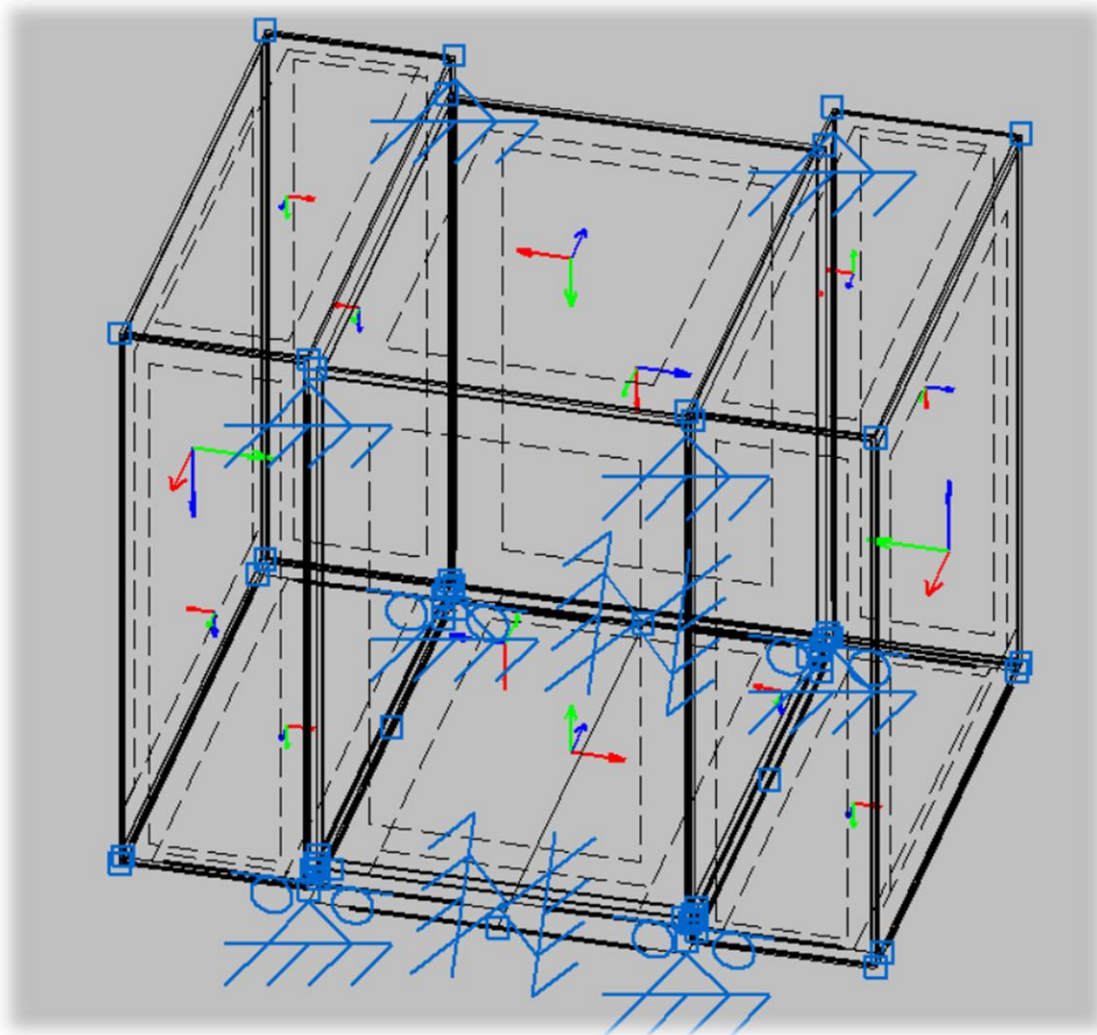
Ilustración 36: Selección de perfiles en Cype

### 9.2.3. COMPOSICIÓN DEL DIBUJO

En la siguiente imagen se puede observar el esquema de la estructura que vamos a analizar. Como se puede comprobar, todas las barras y nudos están situadas en su posición correspondiente a la realidad, mientras que las láminas están distribuidas en torno a los nudos para asemejarse a su distribución de peso real.

Cabe destacar la situación de las vinculaciones exteriores: las cuatro fijas en la parte inferior de la estructura central representan los apoyos exteriores. Justo encima se sitúan las vinculaciones pertenecientes a los raíles que se moverán a lo largo del eje Y mediante las ruedas apoyadas en la estructura central, el resto de las vinculaciones exteriores se deben a las uniones de los pasadores en distintos puntos para bloquear la estructura e impedir su movimiento.



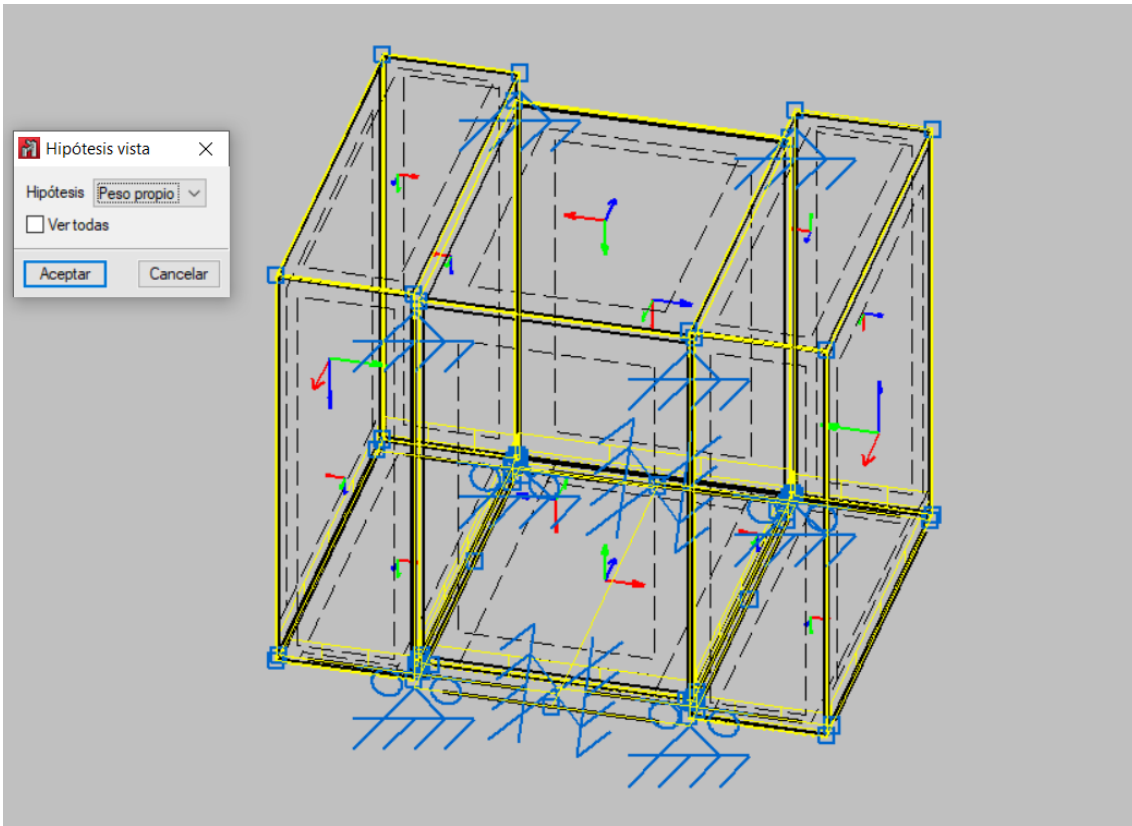


*Ilustración 37: Estructura creada en CYPE 3D*

#### 9.2.4. HIPÓTESIS DE CARGA

Se han realizado varias hipótesis para comprobar la resistencia a cargas del diseño.

El primer caso es el de carga propia, que cuenta con el peso de la estructura y las paredes y cubiertas aislantes. También se han sumado las cargas del propio suelo y las añadidas para comprobar si soporta el peso de muebles pesados. Como se puede ver en la parte inferior está representada una mayor carga que en la superior, el peso propio es de toda la estructura. Estas cargas se presentan en amarillo.



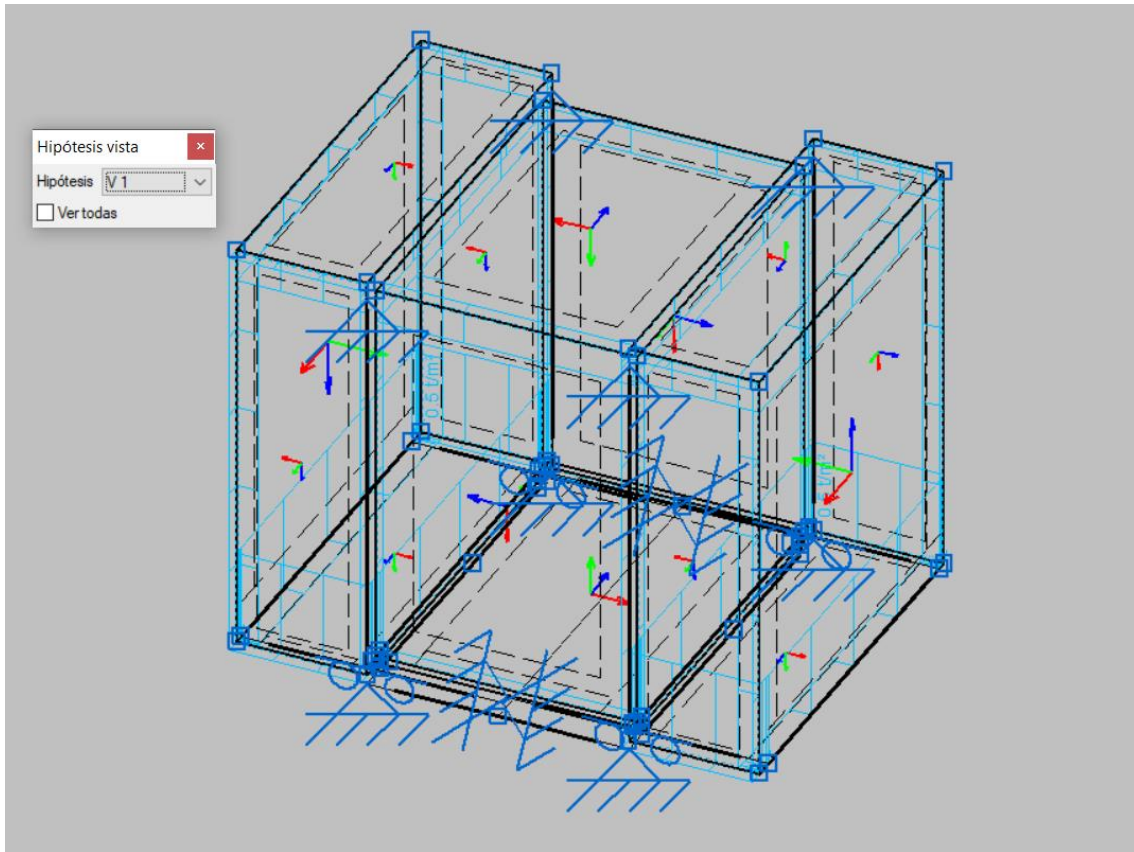
*Ilustración 38: Cargas por peso propio*

El segundo caso son las cargas por viento, en las que se han introducido en el programa los valores provenientes del cálculo de viento en el siguiente apartado de las acciones estructurales y que se muestran en la siguiente tabla:

$q_e$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_e$ (kg/m <sup>2</sup> )
-1,04	-105,6
-0,72	-73,5
-0,42	-42,4
0,70	71,6
-0,42	-42,4
-1,63	-165,9
-1,15	-116,9
-0,67	-68,8
0,09	9,4

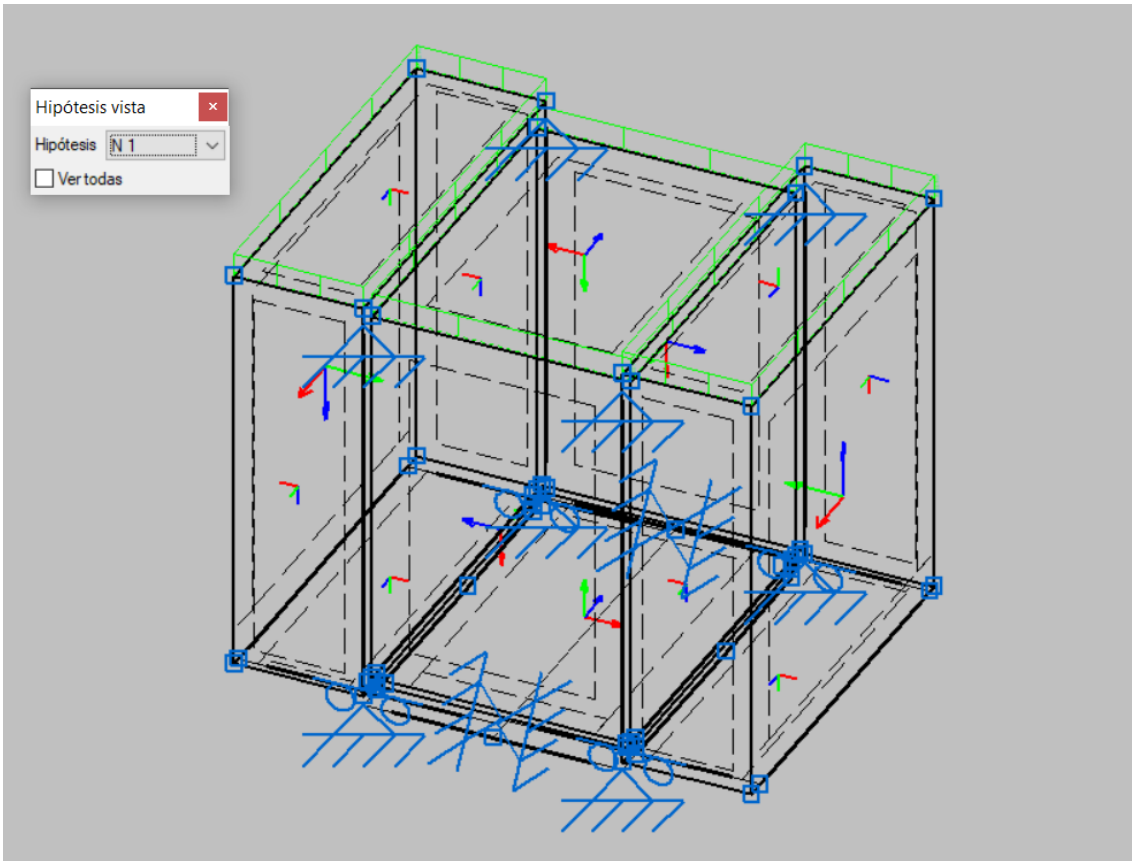
*Tabla 8. Cargas por viento en la superficie*

Estas cargas se representan en la ilustración en color azul.



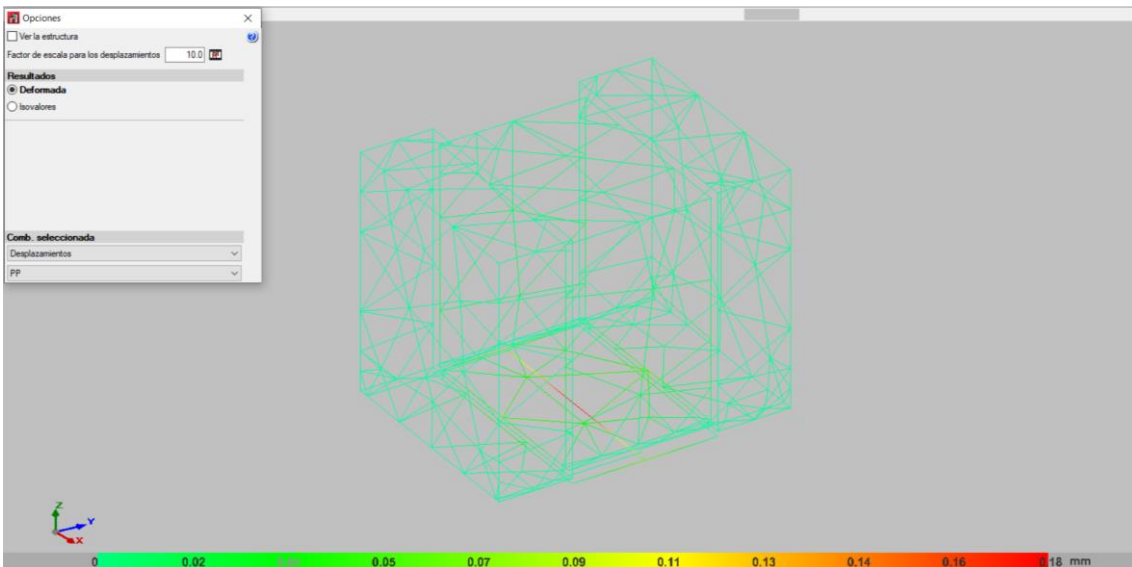
*Ilustración 39: Cargas de viento*

Por último, se han añadido las cargas por nieve en su valor más alto en España, calculado en su correspondiente apartado de las acciones estructurales. Se puede observar que en este caso las cargas solo se sitúan sobre el techo, simulando la deposición y acumulación de nieve. Las cargas en este apartado se presentan en color verde.



*Ilustración 40: Cargas por nieve*

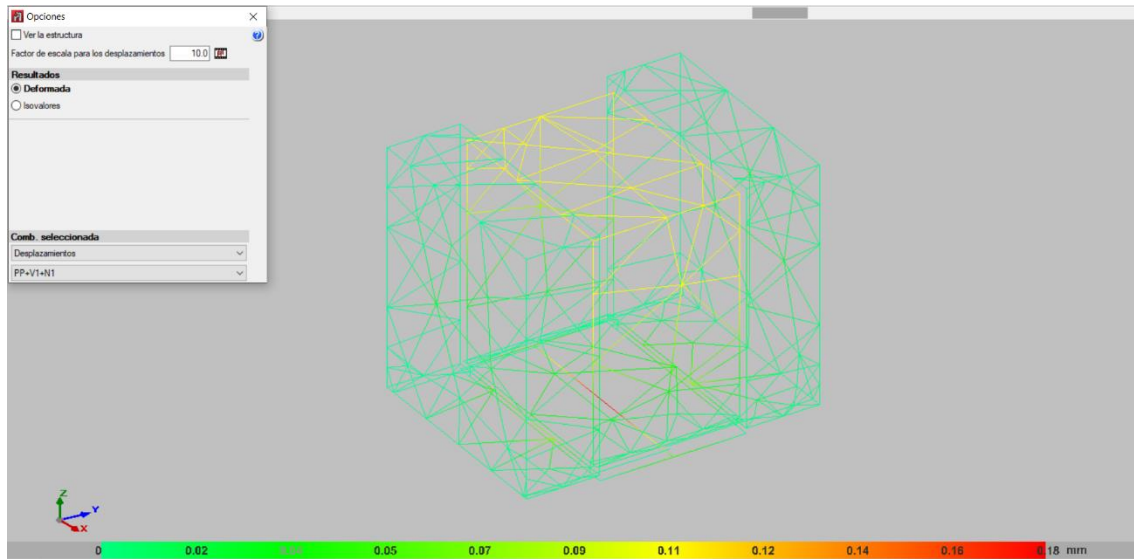
A continuación, se muestran todos los estudios en relación con la deformación de la estructura:



*Ilustración 41: Estudio de deformación por acción del peso propio*

Como se ve en la anterior imagen, este estudio indica la deformación de la estructura únicamente por la acción del peso propio.

De acuerdo con las propiedades de los perfiles de aluminio.

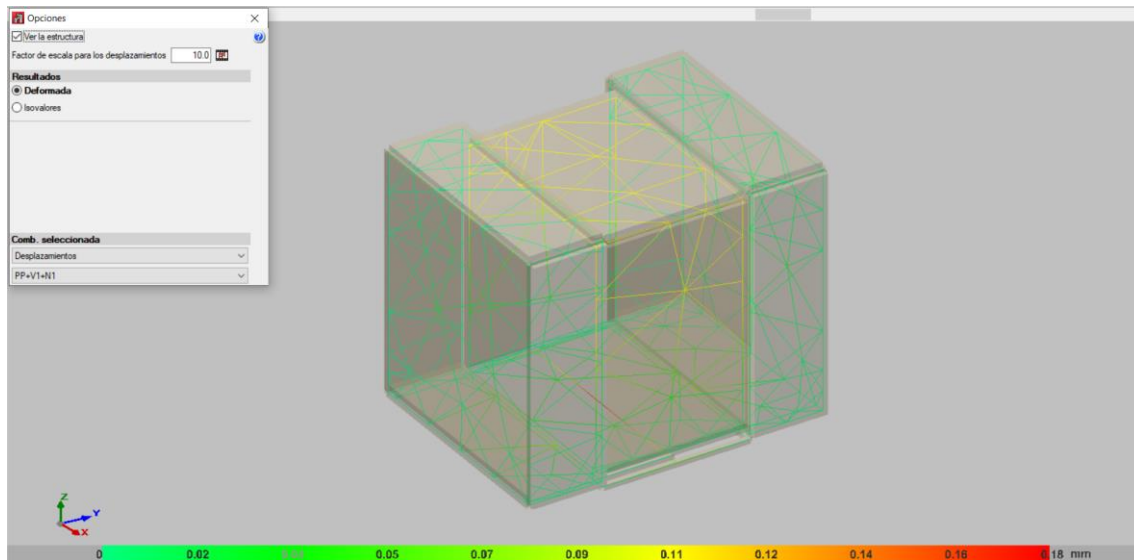


*Ilustración 42: Estudios de deformación por peso, viento y nieve*

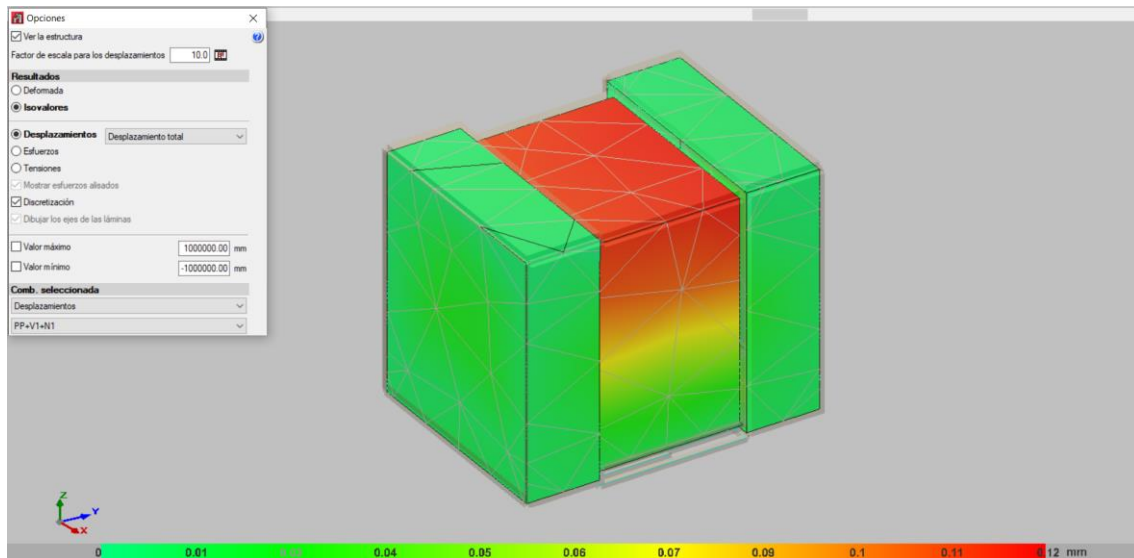
En este nuevo caso a la anterior hipótesis se le ha añadido las cargas de viento y nieve.

De nuevo, los valores obtenidos del cálculo del programa muestran deformaciones menores a medio milímetro. Por lo tanto, podemos deducir que el diseño que se ha realizado soporta estas hipótesis de carga.

A continuación, el mismo estudio mostrando la estructura completa:



*Ilustración 43: Deformación mostrando la estructura*



*Ilustración 44: Estudio de desplazamiento*

La imagen que se muestra arriba representa los desplazamientos que ocurren en el refugio con las hipótesis anteriormente mencionadas. En la escala se puede comprobar que estos desplazamientos son de 0,12 mm, distancia menor que la requerida en este tipo de estructuras.

De acuerdo con el CTE en el apartado 4.3.3.1 Flechas del documento DB-SE, cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

Se ha seleccionado en cada una de las barras de nuestro dibujo en CYPE la condición anterior, de manera que las flechas relativas tienen ahora el valor que les corresponde.

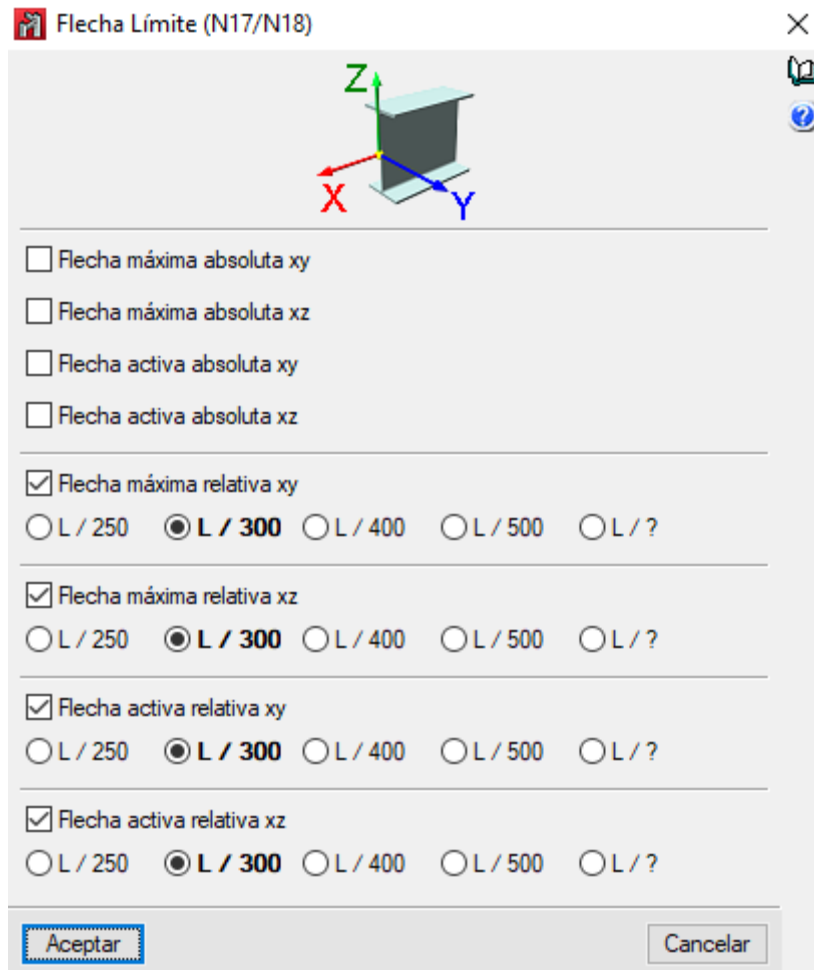


Ilustración 45: Selección de flecha límite

En la siguiente captura se muestra la representación de los esfuerzos. Se pueden observar en las distintas zonas de la estructura.

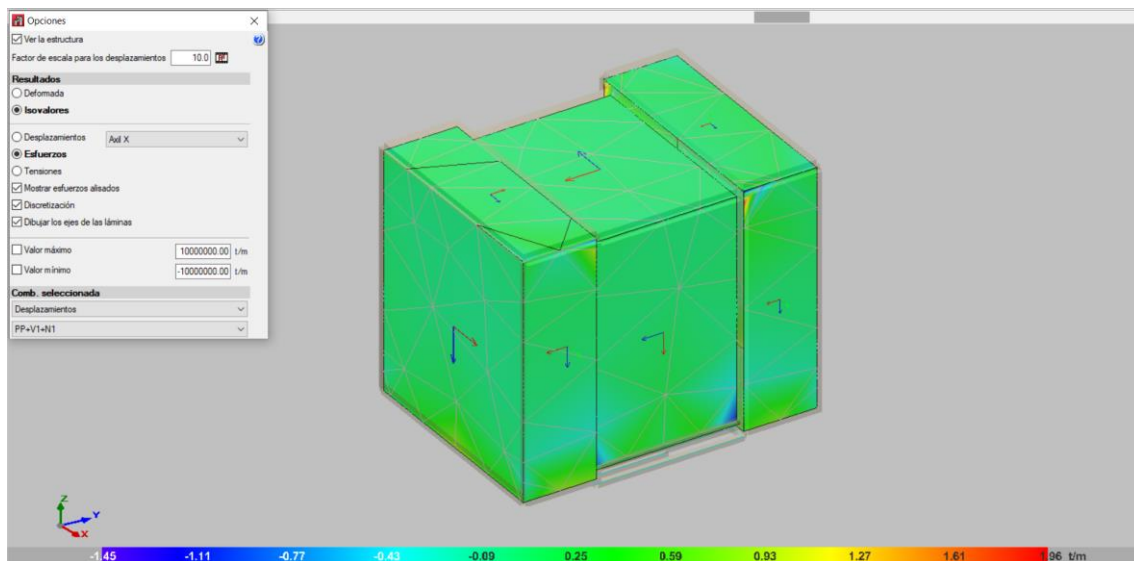


Ilustración 46. Representación de esfuerzos

En la siguiente ilustración se puede comprobar el caso de las tensiones máximas.

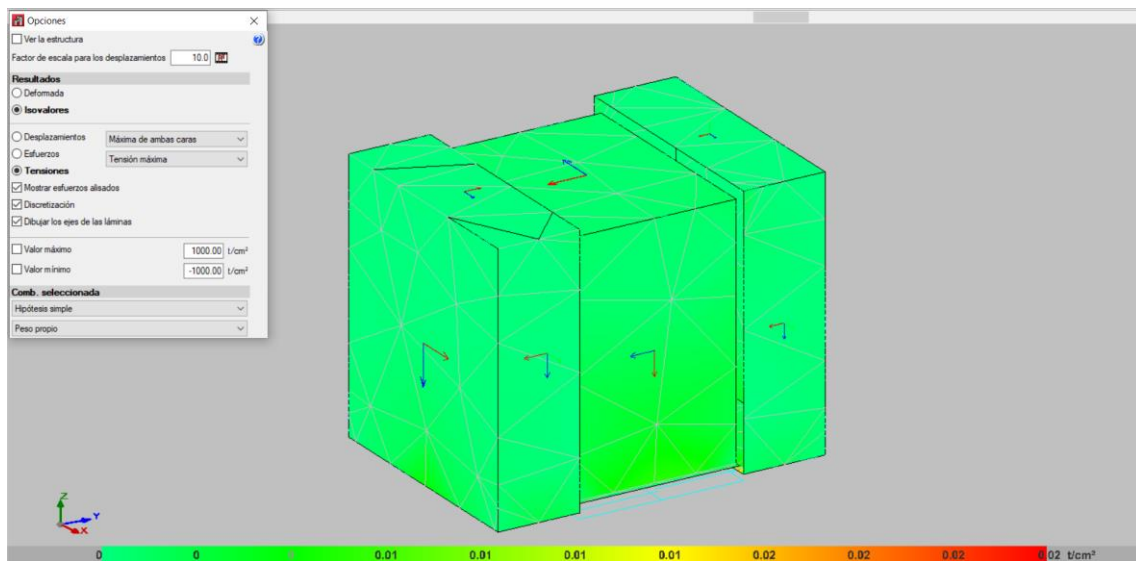


Ilustración 47. Tensiones máximas

Los últimos dos estudios y los resultados del cálculo en cada una de las barras indican que los esfuerzos y tensiones están dentro del límite admisible y que los perfiles están correctamente calculados y no sufrirán deformaciones apreciables en el diseño.

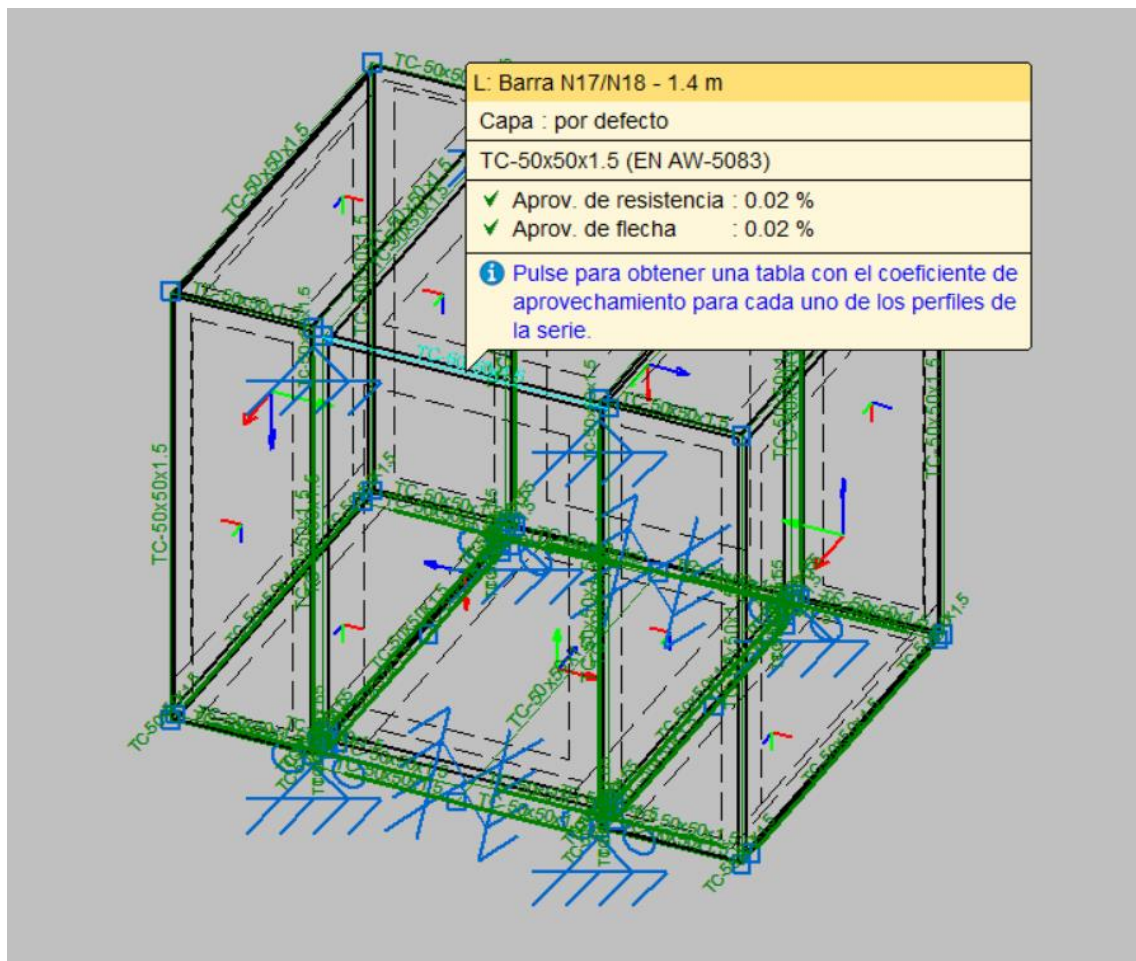


Ilustración 48: Comprobación de barras



A continuación se ha elegido la barra con la situación más desfavorable para mostrar los resultados del cálculo que se ha realizado para su comprobación. Estos resultados se muestran en la Tabla 8.

Estado	Comprobación
✓ Cumple	Resistencia a tracción (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículo 6.2.3)
✓ Cumple	Resistencia a compresión (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.4 - 6.3.1)
✓ Cumple	Resistencia a flexión en el eje Y (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.5 - 6.3.2)
✓ Cumple	Resistencia a flexión en el eje Z (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.5 - 6.3.2)
✓ Cumple	Resistencia a cortante en el eje Y (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.6 - 6.5.5)
✓ Cumple	Resistencia a cortante en el eje Z (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.6 - 6.5.5)
✓ Cumple	Resistencia a torsión (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículo 6.2.7.1)
✓ Cumple	Resistencia a flexión en el eje Y y a cortante en el eje Z combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a flexión en el eje Z y a cortante en el eje Y combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículo 6.2.8)
✓ Cumple	Resistencia a torsión y cortante en el eje Y combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.7.3)
✓ Cumple	Resistencia a torsión y cortante en el eje Z combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.7.3)
✓ Cumple	Resistencia a axil y flexión biaxial combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.9 - 6.3.3)
✓ Cumple	Resistencia a torsión, cortante, axil y flexión biaxial combinados (Eurocódigo 9 EN 1999-1-1: 2007, artículos 6.2.9 - 6.2.10 - 6.3.3)

Ilustración 49. Comprobaciones con referencias

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 9 EN 1999-1-1: 2007)													Estado
	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_y$	$V_z$	T	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$TV_y$	$TV_z$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z T$	
N59/N60	N.P.(1)	$\eta = 0.1$	x: 1.05 m $\eta = 0.8$	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(7)	x: 1.05 m $\eta = 1.0$	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 1.0$
<p>Notación:</p> <p><math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_y</math>: Resistencia a flexión en el eje Y  <math>M_z</math>: Resistencia a flexión en el eje Z  <math>V_y</math>: Resistencia a cortante en el eje Y  <math>V_z</math>: Resistencia a cortante en el eje Z  T: Resistencia a torsión  <math>M_y V_z</math>: Resistencia a flexión en el eje Y y a cortante en el eje Z combinados  <math>M_z V_y</math>: Resistencia a flexión en el eje Z y a cortante en el eje Y combinados  <math>TV_y</math>: Resistencia a torsión y cortante en el eje Y combinados  <math>TV_z</math>: Resistencia a torsión y cortante en el eje Z combinados  <math>NM_y M_z</math>: Resistencia a axil y flexión biaxial combinados  <math>NM_y M_z V_y V_z T</math>: Resistencia a torsión, cortante, axil y flexión biaxial combinados  x: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):  (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  (5) La comprobación no procede por coincidir con la de elementos a flexión, positiva o negativa dependiendo del signo del momento flector de cálculo, en el eje 'y', puesto que el efecto del esfuerzo cortante en el eje 'z' es despreciable para el cálculo del momento flector resistente.  (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  (7) No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  (8) La comprobación no procede, por coincidir con la de elementos a flexión biaxial y esfuerzo axil, puesto que los efectos de los cortantes en el eje 'z' y en el eje 'y' son despreciables en el cálculo del axil y de los momentos flectores resistentes.</p>														

Tabla 9. Resultados numéricos de las comprobaciones

### 9.2.5. CONCLUSIONES

Tras haber realizado todos los estudios y considerar que los datos son fiables y concuerdan con las propiedades de los materiales, podemos concluir que tanto las dimensiones, materiales y geometría adoptada para el desarrollo del refugio van a ser seguras para las personas y se va a poder disfrutar en ellas sin correr ningún riesgo.

## 9.3. ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes son aquellas que actúan de forma continua sobre la estructura. En nuestro caso, serán relativas al peso propio del edificio y las acciones del clima.

### 9.3.1. PESO PROPIO

**Peso propio de la estructura** En cuanto al peso propio de la estructura, dependerá de los elementos que se utilicen. Por tanto, desconoceremos este dato *a priori*. Sin embargo, el programa que se utilizará para el cálculo y dimensionado de la estructura (CYPE) asignará este valor automáticamente, según el perfil usado en cada caso.

**Peso propio en cubiertas**

Los paneles elegidos para la cubierta del refugio serán del tipo panel sándwich tapajuntas con espuma de poliuretano, de 50 mm de espesor tendrán una densidad de 40 kg/m<sup>3</sup>.

Para la cubierta de la estructura secundaria, habrá que tener en cuenta el peso del forjado colaborante y de los paneles solares. Según el catálogo de VIESSMANN, el peso para cada panel será de 39 kg y el área de 2,36 m<sup>2</sup>. Por lo que su peso superficial será de 16,53 kg/m<sup>2</sup>.

### 9.3.2. NIEVE

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores. Por ello no debemos obviar las cargas de nieve que pueden ser significativas en determinadas condiciones.

Según el apartado 3.5 del CTE-DB-SE-AE, como valor de carga de nieve por unidad de superficie,  $q_n$ , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k \quad (2)$$

Donde:

-  $\mu$ : Es el coeficiente de forma de la cubierta. Según el apartado anteriormente citado el valor en nuestro caso será 1

-  $s_k$ : Es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. En la tabla 3.8 del CTE-DB-SE-AE podemos encontrar el valor en las capitales de provincia y ciudades autónomas. En nuestro caso, Castilla y León, el mayor valor le corresponde a León,  $1,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ .

Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	San Sebastián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,7
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,2
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,7
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,2
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		

Ilustración 50. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. (Tabla 3.8 – CTE-DB-SE-AE) Capítulo 4: Definición de Acciones 37

Si sustituimos en la primera ecuación:

$$q_n = 1 \cdot 1,2 \frac{kN}{m^2} = 1,2 \frac{kN}{m^2} \quad (3)$$

En el apartado 3.5.3 del CTE-DB-SE-AE, se nos advierte de que el viento puede acompañar a las nevadas, pudiendo originar un depósito irregular de la nieve en las cubiertas. Se indica que para tener esto en cuenta, se tendrá que reducir a la mitad el coeficiente de forma,  $\mu$ , en las partes en que la acción sea favorable.

### 9.3.3. VIENTO

A continuación, se mostrará el cálculo de las acciones del viento sobre la estructura. Su valor y distribución dependerán tanto de la forma y dimensiones de la construcción, como de las características de su superficie y de la dirección, intensidad y racheo del viento. En general será una fuerza perpendicular a la superficie de incidencia y viene dada por la presión estática,  $q_e$ , que se expresa como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (4)$$

- $q_b$ : Presión dinámica del viento [kN/m<sup>2</sup>]. Función del emplazamiento geográfico de la obra.
- $c_e$ : Coeficiente de exposición [adimensional]. Función de la altura del punto considerado y del grado de aspereza del entorno.

-  $c_p$ : Coeficiente eólico [adimensional]. Función de la forma y orientación de la superficie y de la posición del punto respecto del borde de la superficie.

- $q_b$ : Presión dinámica del viento

El valor de la presión dinámica del viento puede obtenerse de la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2 \quad (5)$$

Donde  $\delta$  es la densidad del aire y  $v_b$  el valor básico de la velocidad del viento. El valor de la velocidad del viento es el valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 metros sobre el suelo. De forma simplificada como valor en cualquier punto del territorio español puede adoptarse 0,5 kN/m<sup>2</sup> pero en nuestro caso vamos a realizar el cálculo con la anterior expresión, tomando como valor de la velocidad del viento 29 m/s correspondiéndose el valor de 0,52 kN/m<sup>2</sup>.



Ilustración 51. Mapa eólico de España, según el CTE. (Figura D.1 – CTE-DB-SE-AE)

- $c_e$ : Coeficiente de exposición

Este coeficiente tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Obtendremos el valor de la tabla 3.4 del CTE-DB-SE-AE.

	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

*Ilustración 52. Valores del coeficiente de exposición. (Tabla 3.4 – CTE-DB-SE-AE)*

En nuestro caso el coeficiente de exposición será el correspondiente a una zona rural accidentada a menos de 3 m sobre el suelo. Por lo tanto, nuestro valor será de 1,6 m

- cp: Coeficiente eólico

Como nuestra estructura es un pequeño refugio en el cálculo del coeficiente eólico se realizará un análisis más individualizado que dependerá fundamentalmente de la geometría de nuestra construcción.

Para elementos con área de influencia A, entre 1 m<sup>2</sup> y 10 m<sup>2</sup>, el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$C_{pe,A} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \cdot \log_{10}A \quad (6)$$

siendo:

C<sub>pe,10</sub>: coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia A ≥ 10 m<sup>2</sup>

C<sub>pe,1</sub>: coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia A ≤ 1 m<sup>2</sup>

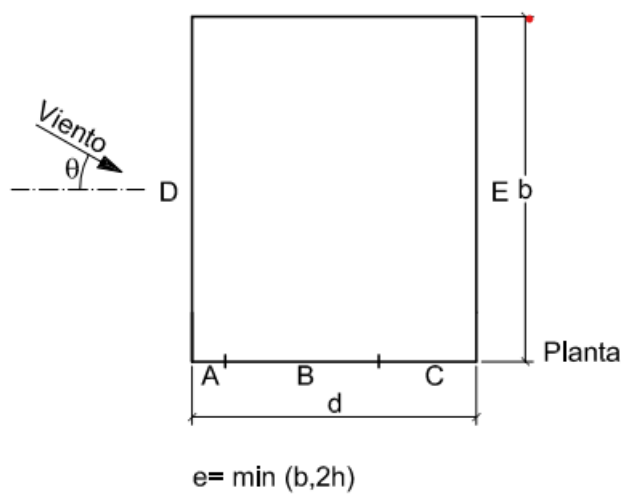
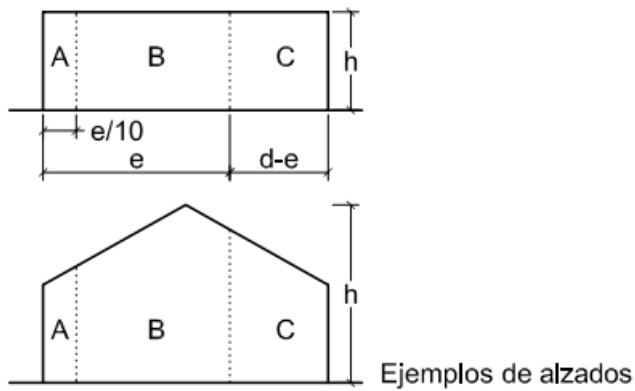


Ilustración 53. Alzado lateral. (Tabla D.3 – CTE-DB-SE-AE)

A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Tabla 10. Coeficiente eólico en paramentos verticales – viento frontal.

En nuestro caso vamos a elegir la acción del viento sobre cubiertas planas, con la siguiente tabla y su respectivo esquema del código técnico podemos obtener los valores que necesitamos para calcular el coeficiente eólico final.

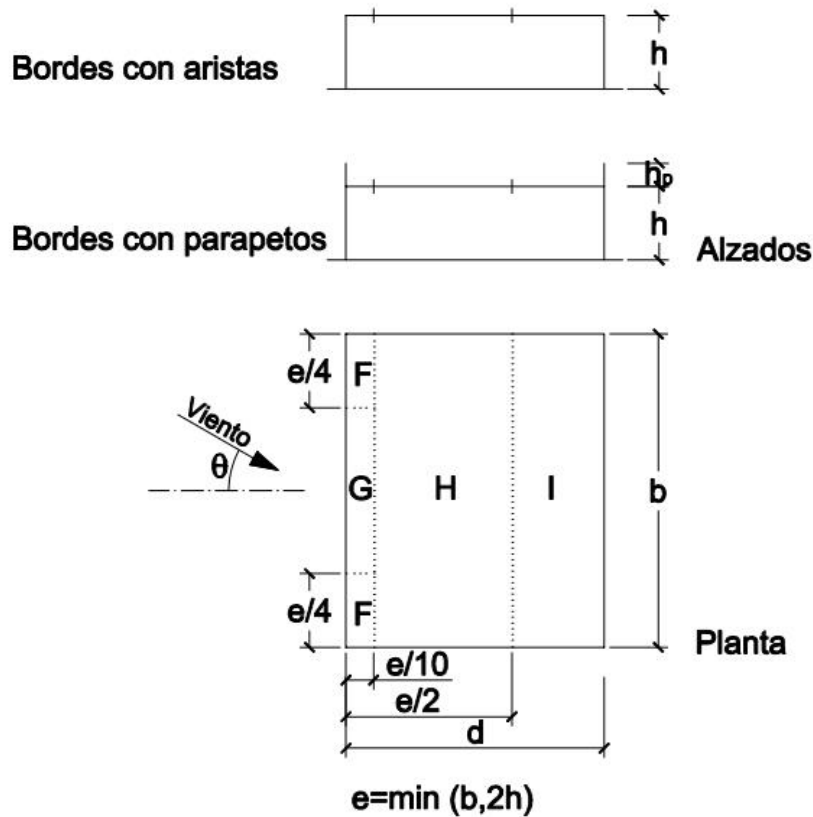


Ilustración 54. Alzado y planta en cubierta plana. (Tabla D.4 – CTE-DB-SE-AE)

	$h_p/h$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	$\geq 10$	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	$\geq 10$	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
0,10	$\geq 10$	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2	
	$\leq 1$	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2	

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

Tabla 11. Coeficiente eólico en paramentos horizontales – viento frontal.

ZONAS	cp1	cp10	cpeA
A	-1,4	-1,2	-1,24
B	-1,1	-0,8	-0,87
C	-0,5	-0,5	-0,50
D	1	0,8	0,84
E	-0,5	-0,5	-0,50
F	-2,5	-1,8	-1,96
G	-2	-1,2	-1,38
H	-1,2	-0,7	-0,81
I	-0,2	0,2	0,11

Tabla 12. Coeficiente eólico en paramentos horizontales – viento frontal

ZONAS	qb (KN/m2)	ce	cp	qe (KN/m2)	
A		0,52	1,6	-1,24	-1,04
B		0,52	1,6	-0,87	-0,72
C		0,52	1,6	-0,50	-0,42
D		0,52	1,6	0,84	0,70
E		0,52	1,6	-0,50	-0,42
F		0,52	1,6	-1,96	-1,63
G		0,52	1,6	-1,38	-1,15
H		0,52	1,6	-0,81	-0,67
I		0,52	1,6	0,11	0,09

Tabla 13. Carga estática del viento en dirección frontal.



## 9.4. CÁLCULO DE INSTALACIÓN SOLAR

Para el cálculo de la instalación solar es prioritario saber de qué elementos está compuesta por una instalación solar autónoma. Estos son las placas fotovoltaicas, inversor, regulador, batería y cableado. En nuestra instalación usaremos un inversor híbrido, que hará las veces de inversor y regulador en el mismo elemento. Este último elemento también tiene las salidas para conectar los distintos aparatos eléctricos.

Seguiremos varios pasos para calcular la instalación aislada

### 9.4.1. CÁLCULO DE CONSUMOS ESTIMADOS

Se calcula el consumo diario de los aparatos que se estima que se utilicen durante la estancia en el refugio.

CONSUMO DIARIO DE LA INSTALACIÓN			
APARATO	POTENCIA (W)	TIEMPO DE USO (h)	ENERGÍA (Wh)
Alumbrado	10	5	50
Cocina eléctrica	500	1	500
Cargador móvil	15	2	30
Portátil	40	2	80
Pequeña nevera			210
<b>Consumo diario</b>		<b>870</b>	

Tabla 14. Consumo de la instalación

En esta tabla hay que tener en cuenta que el consumo de la nevera es fluctuante, los días en los que no se utilice no consumirá más de 10 Wh. Sin embargo, los días de uso frecuente y en su instalación esta cifra podrá variar mucho dependiendo de cada fabricante.

Para el cálculo hemos elegido la provincia de Segovia por su cercanía al sistema central, lo que se traduce en fincas de terrenos de complicado acceso y porque está situada en la submeseta norte, donde el clima es extremo y se mostrará las mayores diferencias de clima y luz solar entre los meses de invierno y los de verano.

Aplicaremos un rendimiento del 80% recomendado en este tipo de instalaciones.

### 9.4.2. CÁLCULO DE HSP

Utilizando la aplicación PVGIS creada por la comisión europea de ciencia para obtener la información fotovoltaica de la región elegida.

#### PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

##### Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	40.758, -4.334
Horizonte:	Calculado
Base de datos	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2013
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	Si
Irradiación directa normal:	Si
Irradiación global con el ángulo óptimo:	Si
Irradiación global con el ángulo 30°	No
Ratio difusa/global	No
Temperatura media	No

*Ilustración 55. Datos extraídos de PVGIS*

En nuestra latitud el ángulo óptimo son 30 grados, pero el cálculo se realizará con los datos obtenidos de la global horizontal ya que se puede dar el caso que el refugio no pueda aprovechar la energía solar pasiva y colocarse en la posición con la que más rendimiento y luz obtenga a lo largo del día. Como es evidente, si el refugio se coloca con la entrada hacia el este o el oeste se optimizará su funcionamiento y conseguiremos más energía. Con la colocación predeterminada de los paneles y como se ha indicado anteriormente, se ha realizado el cálculo en la condición más desfavorable.

## Irradiación solar mensual

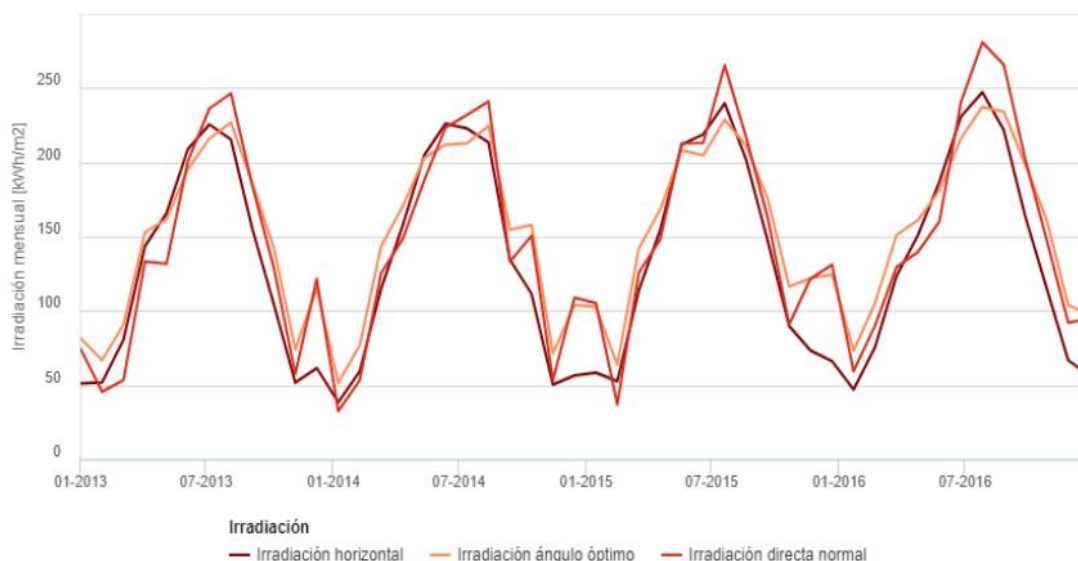


Ilustración 56. Gráfica de la irradiación mensual

Irradiación global horizontal					Direct Normal irradiation					Global irradiation optimum angle				
Mes	2013	2014	2015	2016	Mes	2013	2014	2015	2016	Mes	2013	2014	2015	2016
Enero	51.04	38.48	58.44	47.06	Enero	74.57	32.47	105.27	59.45	Enero	81.71	51.62	102.72	73.27
Febrero	51.9	59.34	52.66	75.44	Febrero	45.53	53.34	37.03	90.01	Febrero	66.79	76.69	63.71	104.91
Marzo	80.57	114.97	113.78	123.53	Marzo	53.48	125.38	125.67	129.4	Marzo	90.83	143.41	141.9	150.97
Abril	143.62	157.49	154.76	150.97	Abril	133.24	148.47	148.18	139.59	Abril	153.02	170.33	168.26	161.02
Mayo	165.78	204.59	212.01	186.81	Mayo	131.74	187.63	212.76	160.07	Mayo	161.52	202.63	208.25	180.97
Junio	208.94	226.05	218.77	230.72	Junio	200.82	223.48	213.02	240.52	Junio	195.48	211.94	204.68	216.02
Julio	225.51	222.73	239.74	247.17	Julio	236.17	231.94	265.35	280.84	Julio	216.01	212.81	228.68	237.26
Agosto	215.33	213.35	201.64	221.69	Agosto	246.43	240.99	216.82	265.67	Agosto	226.79	224.63	211.13	233.98
Septiembre	155.41	134.37	147.38	163.45	Septiembre	184.34	133	162.8	201.76	Septiembre	185.99	154.7	175.47	198.46
Octubre	104.45	111.5	89.87	115.05	Octubre	128.96	150.56	90.9	147.58	Octubre	142.23	157.81	116.34	160.97
Noviembre	51.68	50.44	73.29	66.76	Noviembre	57.58	53.28	121.68	92.14	Noviembre	74.13	71.3	121.99	103.84
Diciembre	61.57	56.47	66.19	56.24	Diciembre	121.46	108.84	131.16	94.74	Diciembre	114.85	103.91	124.44	97.63

Ilustración 57. Datos extraídos de la gráfica

Según los datos que muestran suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema obtenidos, el mes más desfavorable sería diciembre con un Hm (suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema kWh /m<sup>2</sup>) de 56,24.

Nuestro objetivo es calcular las **horas sol pico (HSP)** que es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de 1000 W /m<sup>2</sup> para obtener la insolación total de un día, ya que en realidad el sol varía la intensidad a lo largo del día. En nuestro caso lo calcularemos de la siguiente forma:

$$HSP = \frac{\text{irradiación global horizontal}}{\text{días del mes}} = \frac{56,24}{31} = 1,81 \text{ HSP}$$

### 9.4.3. CÁLCULO DE PLACAS O PANELES

Se debe calcular la potencia máxima del campo fotovoltaico para poder compararla posteriormente a la teórica que tienen los paneles. Si la cifra de los paneles es inferior a la máxima significa que no suministrarán potencia suficiente para el funcionamiento de la instalación.

	CAMPO FOTOVOLTAICO (w)
Rendimiento instalación.	0,8
Coefficiente de sobredimensionamiento.	1,2
Potencia mínima del campo fotovoltaico.	581,6
Potencia máxima del campo fotovoltaico.	697,9

Tabla 15. Cálculo del campo fotovoltaico

Los paneles elegidos son paneles solares flexibles *solazone* debido a su potencia teórica, sus dimensiones y sus propiedades. Son paneles solares mono cristalinos, las celdas un alto nivel de eficiencia comparado a otros paneles del mercado como los de celdas poli o semi-cristalinas. Son resistentes al agua e incluso están optimizadas para que con mal tiempo las celdas puedan ofrecer el mejor rendimiento posible. Se pueden unir fácilmente a cualquier cosa, como el techo de una autocaravana o un barco, utilizando las esquinas especialmente diseñadas. La caja de conexiones impermeable y los conectores MC4 permiten una conexión simple y rápida al almacenamiento de la batería.

Model	Watts	Voc	Isc	Vmp	Imp	Eff %	Dimensions	kg
H200W-12	200.0	37.56	6.96	31.30	6.39	2.7	1435 x 665 x 3	2.7
H210W-12	210.0	41.04	6.69	34.20	6.14	2.9	1300 x 800 x 3	2.9
H230W-12	230.0	45.12	6.67	37.60	6.12	3.2	1435 x 800 x 3	3.2
H250W-12	250.0	49.20	6.65	41.00	6.10	3.5	1560 x 800 x 3	3.5
H280W-12	280.0	53.40	6.86	44.50	6.29	4.0	1680 x 800 x 3	4.0
H300W-12	300.0	57.48	6.83	47.90	6.26	4.3	1810 x 800 x 3	4.3
H330W-12	330.0	62.16	6.94	51.80	6.37	4.7	1680 x 920 x 3	4.7
H350W-12	340.0	67.20	6.62	56.00	6.07	5.2	1810 x 920 x 3	5.2

Tabla 16. Paneles solares Solazone

Se elegirá para los dos techos laterales el primer modelo de la tabla de 200W y para el techo de la estructura central el último modelo de 350W.

Estos 5 paneles en serie sumarán una potencia teórica de 1150W. Sin embargo se va a trabajar con la cifra de 750W que sería la correspondiente a 3 paneles, como en el diseño primario del refugio, atendiendo a las peores condiciones posibles. Como supera a la potencia máxima del campo fotovoltaico nuestra instalación podrá funcionar correctamente.

Estos paneles tienen un voltaje de 12 voltios. No hay ramas en paralelo, por lo que se puede deducir gracias a las leyes de Kirchoff que la intensidad no será variable en el circuito (como se observa en la tabla del fabricante, 6,96 A) y 12 voltios será el máximo voltaje.

Con estos datos elegiremos el modelo de batería e inversor que necesitaremos.

#### 9.4.4. SELECCIÓN DE BATERÍAS

Sabemos que el voltaje de la batería son 12v como nos especifica el fabricante. Elegimos una batería de 300 Ah con un límite de descarga del 65%

Calcular la capacidad de la batería:

$$W = V \cdot I = 12 \cdot 600 = 7200wh \quad (7)$$

#### 9.4.5. SELECCIÓN DE INVERSOR

Es necesario elegir un regulador de carga y un convertidor de corriente continua a corriente alterna para el refugio.

Los reguladores de carga vienen determinados por la intensidad máxima de trabajo y por el voltaje en que hayamos diseñado la instalación.

La potencia del convertidor de CC/AC la tendremos que elegir en función de la suma de todas las potencias nominales de los equipos consumidores multiplicado por el coeficiente de simultaneidad de uso de estos. (normalmente valores que van de 0,5-0,7). En la instalación fotovoltaica del refugio a potencia total estimada es de 609 W

#### 9.4.6. COMPROBACIÓN DE RENDIMIENTO

En la aplicación PVGIS se puede comprobar el rendimiento de una instalación con los datos anteriormente calculados y que se muestran en la tabla.

## PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

### Datos proporcionados

Latitud/Longitud: 40.758, -4.334  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH  
 FV instalado: 750 Wp  
 Capacidad de la batería: 7200 Wh  
 Limitador de descarga: 60 %  
 Consumo diario: 870 Wh

Ángulo de inclinación: 0 °  
 Ángulo de azimut: 0 °

### Resultados de la simulación

Porcentaje días batería cargada: 73.03 %  
 Porcentaje días batería descargada: 5.77 %  
 Energía media no capturada: 1895.53 Wh  
 Energía media que falta: 304.48 Wh

Ilustración 58. Valores estimados de la producción

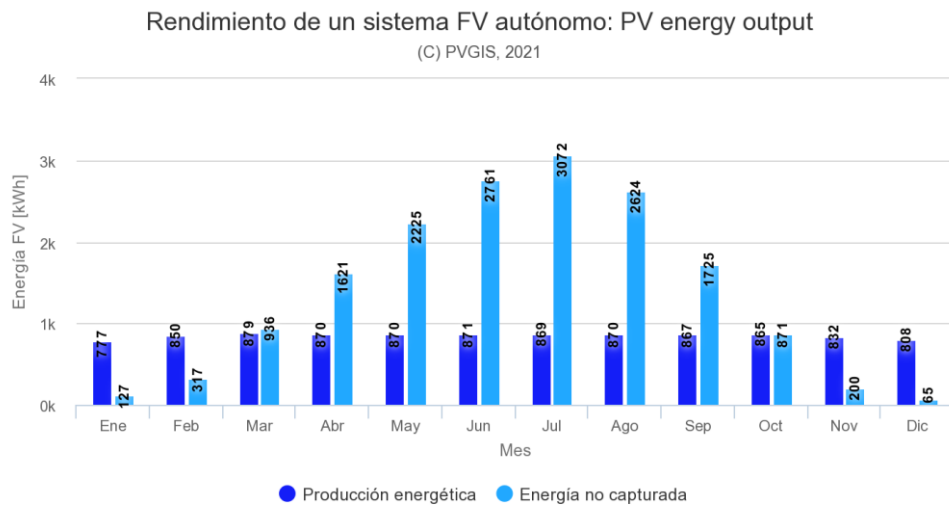


Ilustración 59. Rendimiento del sistema

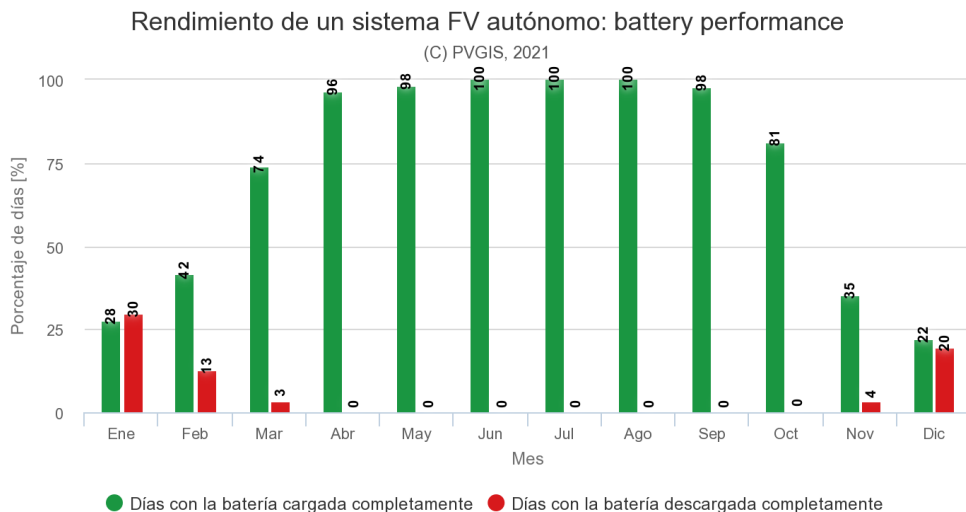


Ilustración 60. Rendimiento de las baterías

Como se puede ver en las condiciones que se han elegido las baterías se descargarían un gran porcentaje de días de los meses de enero y diciembre, lo que significa que no se podrían utilizar todos los equipos que se han comentado al inicio durante esta época del año. Existe la posibilidad de conectar una batería con mayor capacidad de almacenamiento y menor profundidad de descarga. Al unir dos módulos de refugio se duplicaría la potencia obtenida de los paneles solares aumentando las posibilidades. Además, de forma paralela la instalación se puede complementar con generadores eléctricos o energía eólica. Como se puede ver se disponen de numerosas opciones para mejorar la instalación predeterminada.

Hay que recalcar que estos cálculos se han realizado en las condiciones más desfavorables y para unos requerimientos mínimos de potencia.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

### 9.1. PATENTES

Wilson, D. (2010). *Modular assembly shelter* (U.S. Patent No. US8973335B2). Blue Planet Buildings UK Ltd.

<https://patents.google.com/patent/US8973335B2/en?q=modular+refuge&oq=modular+refuge>

Tiramani, P. (2003). *Modular prefabricated house* (U.S. Patent No. US8733029B2). Build Ip LLC.

<https://patents.google.com/patent/US8733029B2/en?q=modular+shelter&oq=modular+shelter>

Gyory, J.B. y Gyory, I. (2008). *Modular assembly* (U.S. Patent No. US7882659B2).

MODULAR CONTAINER SOLUTIONS LLC.

<https://patents.google.com/patent/US7882659B2/en?q=modular+shelter&q=E04B1%2f3444>

[재노스 비. 지오리](#) y [이스트반 지오리](#). (2009). *A modular assembly* (Corea del Sur Patent No. KR101942410B1).

<https://patents.google.com/patent/KR101942410B1/en?q=modular+shelter&q=E04B1%2f3444>

Wallace, D. (2007) *System for modular building construction* (U.S. Patent No. US9115004B2). Global Building Modules Inc.

<https://patents.google.com/patent/US9115004B2/en?q=ground+anchor+premanufactured&oq=ground+anchor+premanufactured>

Mackarvich, C. J. (1999). *Ground anchor with stabilizer cap* (U.S. Patent No. US6128867A).

<https://patents.google.com/patent/US6128867A/en?q=ground+anchor&oq=ground+anchor>

[内维尔·霍姆斯·普赖斯](#) (2013). *Modular building system* (China Patent No. CN104428473B) NEV X SYSTEMS Ltd.

<https://patents.google.com/patent/CN104428473B/en?q=ground+anchor+premanufactured&oq=ground+anchor+premanufactured>

General Electric. (30 de junio de 2016). *Think inside the box: Pfizer will use GE's Mobile biotech factory to make next-generation drugs in China*. General Electric.



<https://www.ge.com/news/reports/pfizer-will-use-ges-modular-factory-to-make-next-generation-drugs-in-china>

Krzyszotowicz, M. (2016). *Hally VI Research Station: Brunt Ice Shelf. Antártida*. British Antarctic Survey. <https://halley360.antarcti.co/>

Rodríguez, R. *et al.* (2013). *Refugio desplegable modular para campamentos* (España, Patent No. ES2687037T3). Urbana de exteriores S.L. <https://patents.google.com/patent/ES2687037T3/es?q=refugio+modular&oq=refugio+modula>

Allen, B. y Lubin, S. (2004). *Modular building construction* (U.S. Patent No. US20050262778A1). <https://patents.google.com/patent/US20050262778A1/en?q=modular+ceiling&oq=modular+ceiling>

Douglas, A. y Jencks, W. (2020). *Sistema de construcción modular no de soporte* (U.S. Patent No. 2745551). <https://patentimages.storage.googleapis.com/0b/83/2b/4430e28fe505da/ES2745551T3.pdf>

Gyory, J. B. y Gyory, I. (2009). *Modular assembly* (U.S. Patent No. US8347560B2) Modular solutions LLC. <https://patents.google.com/patent/US8347560B2/en?q=shipping+container&q=container&q=construction&q=modular+construction&q=transportable&before=priority:20080723&scholar>

## 9.2. PÁGINAS WEB

Alibaba. (2021). *Panel sándwich de EPS aislado de acero de color para techo y pared.*

Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/color-steel-insulated-eps-sandwich-panel-for-roof-and-wall-62453112389.html?spm=a2700.details.maylikeexp.6.1e2f29ddaCKN1z>

Alu-Stock. (2021). *Uniones Mobikit.* Recuperado de: [https://www.alu-](https://www.alu-stock.es/es/aluminio-arquitectura/racores-de-aluminio-2/uniones-mobikit-2/)

[stock.es/es/aluminio-arquitectura/racores-de-aluminio-2/uniones-mobikit-2/](https://www.alu-stock.es/es/aluminio-arquitectura/racores-de-aluminio-2/uniones-mobikit-2/)

Amazon. (2019). *Burlete de goma para puerta de garaje, protege del tiempo, cinta de sellado multiusos para puerta de garaje, borde inferior para protección contra el clima.* Recuperado de: [https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[Inferior-](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc df B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=535071](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[0158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[=&hvptwo=](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

[919947931900](https://www.amazon.es/Sellado-Adhesiva-Multiusos-Inferior-Intemperie/dp/B07ZR7D3XJ/ref=asc_df_B07ZR7D3XJ/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900&pvc=1&tag=&ref=&adgrpid=99514992925&hvpone=&hvptwo=&hvadid=435786281193&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=5350710158020949108&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20292&hvtargid=pla-919947931900)

Amazon. (2021). *Ventana corredera Park Ridge de vinilo para sótano, VBSI3216PR.*

Recuperado de: <https://www.amazon.com/dp/B013OVBYBU?tag=ph-windws-20&linkCode=ogi&th=1&pvc=1>

ARREDA HOMES. (2021). *Curved Panels EPS Panel Technology.* Recuperado de:

<http://www.arredahomes.com/technology/curved-panels/>

Calculocivil. (2017). *CTE SE-AE: Acciones de viento.* Recuperado de:

<https://calculocivil.com/es/cte/viento/base>

CIMPRA(2020). *Historia de la arquitectura modular prefabricada.* Recuperado de:

<https://cimpra.es/historia-de-la-arquitectura-modular-prefabricada/>

EfectoLED. (2021). *Plafón LED 6W Circular.* Recuperado de:

[https://www.efectoled.com/es/comprar-plafones-led-basic-/402-plafon-led-](https://www.efectoled.com/es/comprar-plafones-led-basic-/402-plafon-led-circular-6w.html?gclid=CjwKCAjw o-HBhAsEiwANqYhp wv3FoKvEb-YhDVzgxSW-sFNO80AFgTZu01Rz0HxOeVHNKR0x4mBoCWa4QAvD BwE&gclsrc=aw.ds)

[circular-6w.html?gclid=CjwKCAjw o-HBhAsEiwANqYhp wv3FoKvEb-](https://www.efectoled.com/es/comprar-plafones-led-basic-/402-plafon-led-circular-6w.html?gclid=CjwKCAjw o-HBhAsEiwANqYhp wv3FoKvEb-YhDVzgxSW-sFNO80AFgTZu01Rz0HxOeVHNKR0x4mBoCWa4QAvD BwE&gclsrc=aw.ds)

[YhDVzgxSW-](https://www.efectoled.com/es/comprar-plafones-led-basic-/402-plafon-led-circular-6w.html?gclid=CjwKCAjw o-HBhAsEiwANqYhp wv3FoKvEb-YhDVzgxSW-sFNO80AFgTZu01Rz0HxOeVHNKR0x4mBoCWa4QAvD BwE&gclsrc=aw.ds)

[sFNO80AFgTZu01Rz0HxOeVHNKR0x4mBoCWa4QAvD BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.efectoled.com/es/comprar-plafones-led-basic-/402-plafon-led-circular-6w.html?gclid=CjwKCAjw o-HBhAsEiwANqYhp wv3FoKvEb-YhDVzgxSW-sFNO80AFgTZu01Rz0HxOeVHNKR0x4mBoCWa4QAvD BwE&gclsrc=aw.ds)

FIBEREAGLE. (2021). *Rejilla Fibratramex estándar H30 38x38 mm, luz libre 31x31 mm.*

Recuperado de: <https://fibereagle.com/tramex/fibratramex-standard-h30/>

- Fustes esteba. (2021). *Productos de madera y ferretería para profesionales*. Perfil guía klein k-500/1000. Recuperado de: <https://www.esteba.com/es/guias-y-perfiles/160191000-perfil-guia-klein-k-500-1000-8425413038259.html>
- Group Carlos. (2021). *Fabricación a medida*. Recuperado de: <https://www.pvcaluminiopuertasventanas.com/fabricacion-a-medida-puertas-ventanas>
- ICURVI. (2021). *Paneles curvos de radio variable*. Recuperado de: [https://www.icurvi.com/wp-content/uploads/2018/11/ICURVI\\_ES.pdf](https://www.icurvi.com/wp-content/uploads/2018/11/ICURVI_ES.pdf)
- Krzysztofowicz, M. (2016). *Halley VI Research Station: Brunt Ice Shelf*. Antártida. British Antarctic Survey. <https://halley360.antarcti.co/>
- LeroyMerlin. (2021). *Guía para puerta corredera en aluminio y 1.5 m de ancho*. Recuperado de: <https://www.leroymerlin.es/fp/16069025/guia-para-puerta-corredera-en-aluminio-y-1-5-m-de-ancho>
- Louis Dawson. (2010). *History of the huts*. Recuperado de: [https://www.huts.org/The\\_Huts/hut\\_history.php](https://www.huts.org/The_Huts/hut_history.php)
- ManoMano. (2021). *Asa carp.met. 6803 ne placa redonda micel*. Recuperado de: <https://www.manomano.es/p/asa-carpmet-6803-ne-placa-redonda-micel-6342475>
- Photovoltaic geographical information system. (2019). *Datos mensuales de irradiación*. Recuperado de: [JRC Photovoltaic Geographical Information System \(PVGIS\) - European Commission \(europa.eu\)](https://www.jrc.ec.europa.eu/photovolt/eng/photovolt-geographical-information-system-pvgis)
- Solazone. (2021). *Flexible Solar Panels*. Recuperado de: <https://www.solazone.com.au/solar-power/solar-panels/flexible-solar-panels/>
- Wamo tech shop. (2021). *Upper link pin - safety pin cat. 2 Ø 25mm - approx. 120mm pin length complete with chain and linch pin*. Recuperado de: <https://www.wamo-shop.de/Upper-link-pin-safety-pin-cat-2-R-25mm-approx-120mm-pin-length-complete-with-chain-and-linch-pin>

### 9.3. LIBROS Y ARTÍCULOS

Ropero, D. y Comas, Ana. (2013). *Construcción modular de viviendas y arquitectura*, Valencia, España. Recuperado de: [https://eraikal.blog.euskadi.eus/wp-content/uploads/2013/01/Construcci\\_n-Modular-y-Arquitectura-2.pdf](https://eraikal.blog.euskadi.eus/wp-content/uploads/2013/01/Construcci_n-Modular-y-Arquitectura-2.pdf)

Ovando, R. *et al.* (2016). *La construcción modular ligera con módulos tridimensionales, antecedentes y situación actual*, Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/309208821\\_La\\_construccion\\_modular\\_ligera\\_con\\_modulos\\_tridimensionales\\_antecedentes\\_y\\_situacion\\_actualD](https://www.researchgate.net/publication/309208821_La_construccion_modular_ligera_con_modulos_tridimensionales_antecedentes_y_situacion_actualD)

Ching, D. *et al.* (2020). *Manual de estructuras ilustrado*, Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili.

Almonacid, R. (2014). *De la arquitectura modular tradicional al sistema integral prefabricado: los proyectos de viviendas unifamiliares de Arne Jacobsen*. Valladolid, España. Recuperado de: [https://www.academia.edu/16544618/DE\\_LA\\_ARQUITECTURA\\_MODULAR\\_TRADICIONAL\\_AL\\_SISTEMA\\_INTEGRAL\\_PREFABRICADO\\_LOS\\_PROYECTOS\\_DE\\_VIVIENDAS\\_UNIFAMILIARES\\_DE\\_ARNE\\_JACOBSEN](https://www.academia.edu/16544618/DE_LA_ARQUITECTURA_MODULAR_TRADICIONAL_AL_SISTEMA_INTEGRAL_PREFABRICADO_LOS_PROYECTOS_DE_VIVIENDAS_UNIFAMILIARES_DE_ARNE_JACOBSEN)

## 9.5. PROGRAMAS UTILIZADOS



Catia V5



CYPE



Adobe Illustrator CC



Adobe Photoshop CC



Keyshot



Microsoft Excel



Microsoft Word



Microsoft PowerPoint

# 11. ANEJOS

## 11.1. ELEMENTOS COMERCIALES

### 11.1.1. PUERTA

En el presente proyecto no se ha diseñado una puerta propia, por lo que se encargará su realización a una empresa que se encarga de la creación de puertas a medida.

La puerta del refugio se ha elegido con los siguientes requisitos:

- Dimensiones: 900x2050x50 mm
- Vidrio a 1/3 en la parte superior.
- Material principal: Aluminio



*Ilustración 61. Modelo de puerta en que se ha basado la distribución.*

Para la realización de esta tarea se ha elegido a la empresa *Group Carlos puertas y ventanas* Que se dedica a la fabricación a medida de cerramientos, puertas, ventanas y cubierta.

### 11.1.2. VENTANA

En el apartado de iluminación se ha detallado la situación de estos elementos en el refugio. En este caso se va a explicar por qué se ha elegido este tipo de ventana para el producto. El principal motivo son las dimensiones y el peso. Estas ventanas poseen unas características que las hacen ideales para este tipo de estructural transportables.

Las ventanas deslizantes para sótano de vinilo Park Ridge están fabricadas con una banda de vinilo soldada extruida y marco principal. La hoja se desliza sin esfuerzo, se encadena con el marco principal, lo que garantiza un sellado hermético. El vidrio aislado y los sellos de pelo de lana duraderos mantienen el aire frío fuera y el aire caliente. Incluye una pantalla completa fácilmente extraíble para mantener a los insectos fuera. Las ventanas deslizantes para sótano de vinilo Park Ridge son la elección perfecta para nuevas necesidades de construcción o remodelación. (Park Ridge Products, 2015)

Como se ha podido observar en diferentes ilustraciones del producto final

Especificaciones:

Peso 6,75 kg

Fabricante: Tafco

Peso 6,75 kg

Tamaño: 813x355 mm

Material: Vinilo

Ubicación de la manija/palanca: vertical



*Ilustración 62. Ventana corredera Park Ridge*

Está fabricada con una hoja de vinilo soldado extruido de alta resistencia y un marco principal. El montaje se realiza mediante soldado de 4 puntos. La hoja se desliza sin esfuerzo, entrelazándose con el marco principal asegurando un sello hermético. Sellos de pelo de lana duradera y vidrio aislado Mantienen el aire frío afuera y el aire caliente adentro, ayuda a los paneles del techo y la cubierta en el aislamiento de la construcción.

Se incluye una pantalla completa fácilmente extraíble para mantener alejados a los insectos.

### 11.1.3. GUÍAS



#### Características:

- Altura: 50mm
- Material: Aluminio
- Anchura: 1,5mm
- Longitud: 1500mm

Según el fabricante Global Doors, esta guía está fabricada para sujetar puertas de madera de hasta 100 kg. Sabemos que el peso de uno de los subconjuntos laterales es de alrededor de 70 kg y va a estar sujetado por dos de estos raíles, por lo que debería soportar de una manera solvente la carga que se ejercerá sobre él. Estará apoyado sobre dos conjuntos de ruedas, por lo que habrá que pedir al fabricante por separado estos conjuntos que no vienen incluidos en el kit.













#### 11.1.4. BOMBILLA

Cada uno de los módulos de los que se puede componer el refugio llevará incorporado una fuente de luz propia. Ya en el apartado de iluminación se explicó la colocación de las ventanas y la fuente de luz. A continuación se expone la luminaria comercial elegida para este proyecto.

El plafón LED 6W circular es muy fácil de instalar y cumple perfectamente como luz principal en cualquier estancia.

Características del plafón LED circular de 6W:

 6 W	 480 lm	 120°	 IP20
 85-265V AC	 220-240V AC	 CRI 80	 50-60 Hz
 Ø120x40mm	 2 Años	 Aluminio	 30.000 Horas

Su fuente lumínica Epistar-SMD2835 proporciona 480 lúmenes. Esta cantidad de luz es similar a la producida por un plafón convencional de unos 40W, por lo que el ahorro en el consumo de electricidad que obtenemos es bastante grande. Destaca su ángulo de apertura de 120° y su elevado índice de reproducción cromática.

En la fabricación del plafón LED 6W circular se han empleado materiales muy resistentes como el aluminio. Este tipo de materiales facilitan la disipación del calor que se genera, mejorando el rendimiento de la luminaria.

Recomendado tanto para nuevas instalaciones como para sustituir a la iluminación ya presente en el espacio, este plafón LED que te ofrecemos en EfectoLED aportará una luz general muy bien distribuida.



Ilustración 63. Imagen del plafón elegido



Ilustración 64. Vista trasera del plafón

#### 10.1.4. BURLETE DE GOMA PARA JUNTAS

Esta tira de caucho estará unida a los lados de la cubierta superior, justo en el límite al que llegará la estructura lateral en su máxima expansión. Evitará el paso del agua y reforzará el aislamiento del refugio. El fabricante será Centeraly, y lo comercializará a través de Amazon.



*Ilustración 65. Burlete de goma*

##### Descripción:

- Hecho de goma, resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión, resistencia a altas temperaturas, buena elasticidad.
- Evita la entrada de agua
- Uso amplio: sello fijo, sello impermeable, sello contra aceites, tira decorativa, sello antipolvo, etc.

##### Especificaciones:

- Dimensiones del producto: 32 x 10 x 8 cm; 10 gramos
- Material: caucho.
- Longitud: Aproximadamente 1, 3, 5 o 7 m.

### 10.1.5. PANELES SANWICH

Se han escogido productos de dos fabricantes distintos. Ambos poseen espuma EPS como aislante.

Para los paneles planos se han seleccionado los paneles de *Jianshu Group*, con sede en China. Como podemos ver en sus especificaciones estos paneles son muy ligeros y podemos seleccionar el espesor de 50mm que necesitamos. Además, son duraderos y de rápida y simple instalación.

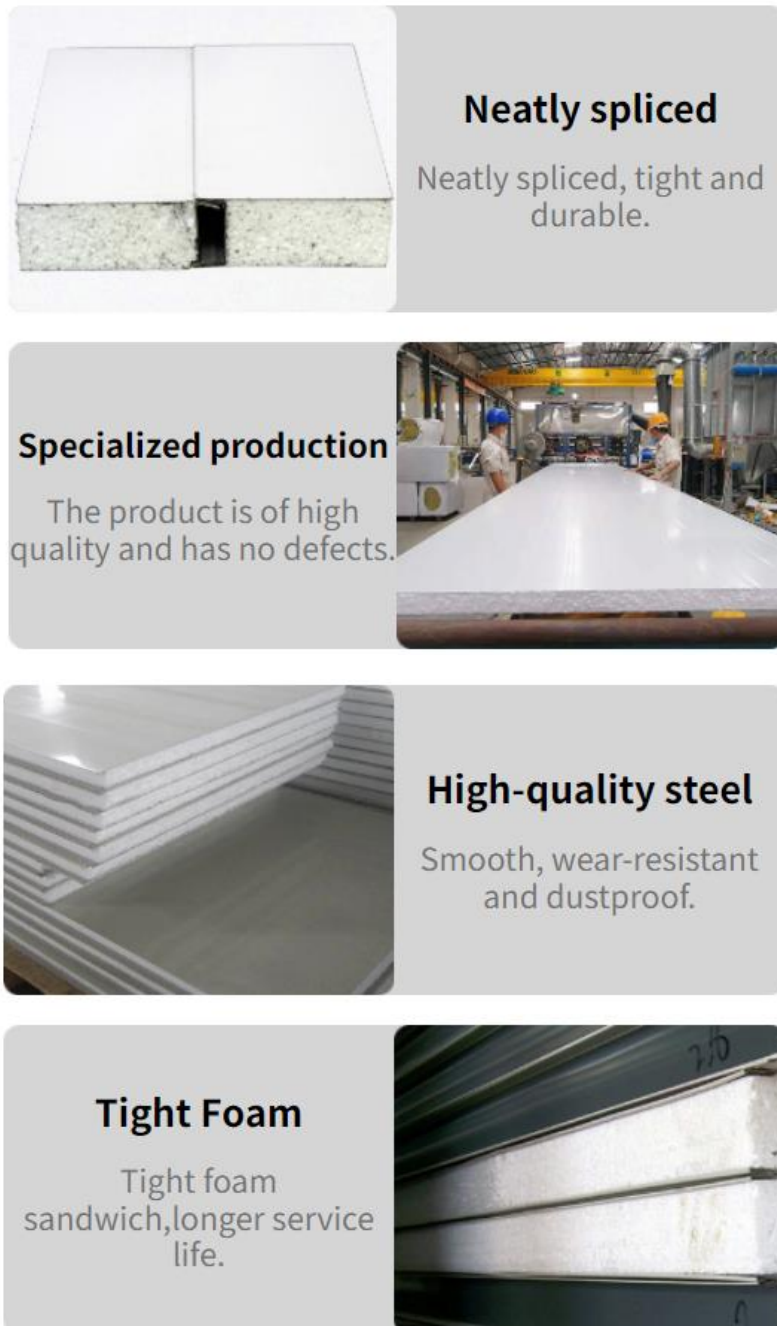


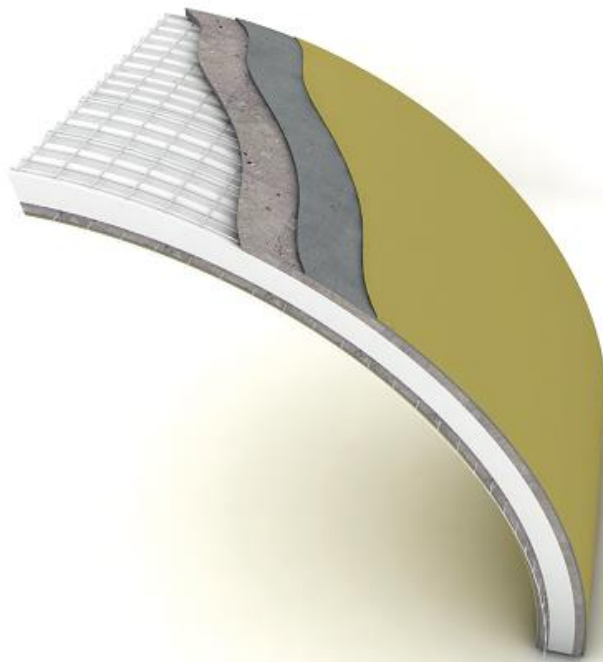
Ilustración 66. Paneles planos

Especificaciones del producto:

<b>Especificaciones:</b>	
Tipo de	EPS
EPS de espesor	50mm/75mm/100mm/150mm
Hoja de Metal de espesor	0,25 ~ 0,4mm
Ancho efectivo	950mm/1150mm
Superficie	Prepintado
Absorción de agua de	<0.018
Rango de temperatura	-40 ~ 200
Densidad	6-20kg/m3
Color	Personalizado
Se aceptan diseños personalizados.	

*Tabla 17. Especificaciones panel plano.*

En el caso de los paneles curvos se ha elegido los paneles de la empresa *Arreda Homes*.



*Ilustración 67. Panel curvo elegido*

La ligereza en el material de construcción es una característica esencial para el refugio. Un material liviano asegura que el coste de construcción se reduzca, principalmente debido al peso. Es ligero, pero al mismo tiempo es rígido. Los paneles son fáciles de manipular y transportar incluso en las condiciones más adversas.

La principal ventaja de este tipo de paneles es la posibilidad de cubrir grandes superficies de forma veloz y cómoda. La estructura otorga un alto aislamiento térmico.

Estos paneles salen de la fábrica en forma de placas planas y es en el lugar de montaje del refugio donde se les dará la forma necesaria según el diseño.

Un panel de este tipo pesa entre  $3,5 \text{ kg/m}^2$  y  $5 \text{ kg/m}^2$  dependiendo del espesor. Esto quiere decir que un solo operario podría transportar  $3 \text{ m}^2$ .

El panel producido en fábrica se transporta fácilmente y se dobla manualmente en el lugar de trabajo, o mediante un equipo semiautomático y neumático diseñado por *Arreda Homes* en la forma solicitada.

Los paneles curvos proporcionan una gran flexibilidad a la construcción. Este tipo de paneles permite la generación de diseños que de otro modo serían imposibles de realizar.

En el ámbito del diseño, un panel curvo otorga la libertad de ser creativo en el enfoque de la construcción. Esto garantiza una libertad creativa total en torno a las formas del producto.

En la descripción el fabricante también indica que independientemente de la forma que se dé a los paneles curvos, las estructuras no pierden su resistencia. Por el contrario, debido a las peculiares formas no estandarizadas, aumenta la resistencia general de la estructura.

La empresa también nos permite elegir el acabado y la forma de las aristas, aunque en nuestro caso solo importa que estos paneles encajen unos con otros para hacer posible la unión modular.

### 10.1.6. TRAMEX

Se colocarán en la parte inferior del refugio, apoyados en los mismos perfiles de aluminio que componen la estructura.

Para montar el suelo del producto, se ha escogido la rejilla Fibratramex estándar H25 38x38 mm, una rejilla de poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.). Este material ha conseguido sustituir en ambientes agresivos a los elementos constructivos tradicionales.



*Ilustración 68. Tramex PRFV*

En la web del fabricante encontramos la ficha técnica del producto.

En la web del fabricante podemos encontrar la ficha técnica con su descripción:

Producto obtenido mediante el moldeo de polímeros técnicos reforzados con fibra de vidrio. Es un material compuesto formado por una matriz de resina isoftálica y fibra de vidrio tipo E.

Las rejillas moldeadas Fibratramex son productos manufacturados, ideales para instalaciones industriales y de construcción; entornos con grandes exigencias en materia de corrosión, de conductividad eléctrica, de temperatura, donde hay químicos presentes, etc. Su uso está ampliamente extendido en sectores como el naval, el químico, el civil, el ferroviario, el alimenticio o el de tratamiento de aguas. (Fiber Eagle, 2021).

Estas rejillas incluyen además sus clips de unión a la superficie o elementos donde deba estar sujeto. Estos clips también serán usados para unir la tabla de contrachapado con los tramex en la dirección contraria a las anteriores.



*Ilustración 69. Clips de unión para el tramex*

Características del tramex:

- Área abierta: + 5%. 68%
- Espesor: + 5%. 30 mm
- Distancia entre ejes: +5%. 38 mm x 38 mm
- Grosor del nervio: + 5%. Superior 6 mm Inferior 5 mm
- Luz libre: +5%. 30 mm x 30 mm

Las dimensiones de las rejillas que se comercializan tienen varias medidas estándar, pero en nuestro caso se encargarán las medidas representadas en el apartado planos.

Principales ventajas respecto a otro tipo de rejillas:

- Aislante eléctrico
- Excelente relación resistencia/peso
- Aislamiento térmico
- Mínima dilatación térmica
- Transparencia electromagnética
- Buena reacción al fuego
- Mínimo efecto de fatiga
- Resistente a agentes químicos
- Resistente frente a rayos UVA
- Resistente al agua de mar
- Exento de sustancias nocivas
- Sin mantenimiento

Normativa a seguir sobre reacción al fuego y envejecimiento:

- Norma ASTM E84-98 < 25, clase A
- Norma EN 13501-1 nivel Bfl-s1
- Norma UNE 23727-1990: M1-F1
- Norma UNE 2010-FTP Code Annex 1 Part 5: en industria naval cumple para pisos y revestimientos de cubiertas.
- UNE EN ISO 4892-2 (enero 2014): ensayo envejecimiento rayos UVA.
- UNE 53270 (octubre 2012): determinación de la dureza BARCOL.



### 10.1.7. AGARRADERA

Para una cómoda instalación del módulo, unas agarraderas de aluminio se unirán a las paredes exteriores de refugio. Colocadas a ambos lados del refugio serán un total de 4 asas unidas a la distancia que se muestra en los planos.

El largo total del producto será de 200 mm.



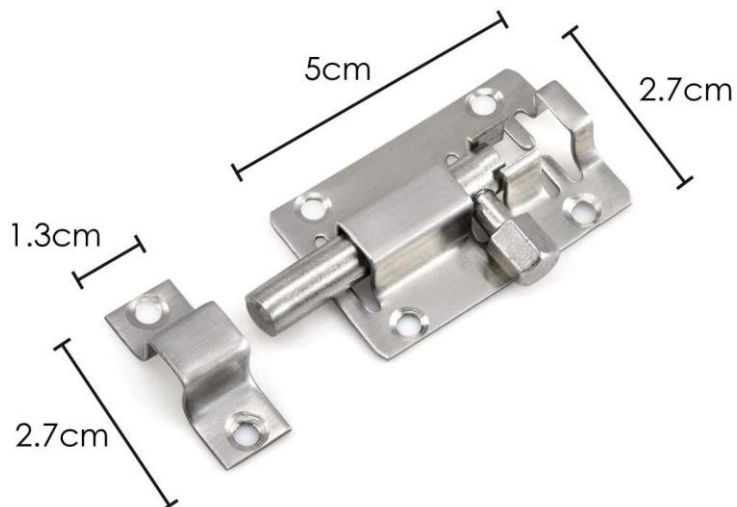
*Ilustración 70. Agarradera de aluminio*

### 10.1.8. PASADORES Y CERROJOS

La posición de estos elementos comerciales ya se ha explicado en el apartado de elementos comerciales.

El primer elemento que se va a describir es el cerrojo que mantendrá sujetas las estructuras de los subconjuntos en la parte superior.

Se ha elegido un cerrojo de 50mm de aluminio para que pueda ir soldado a los perfiles laterales.



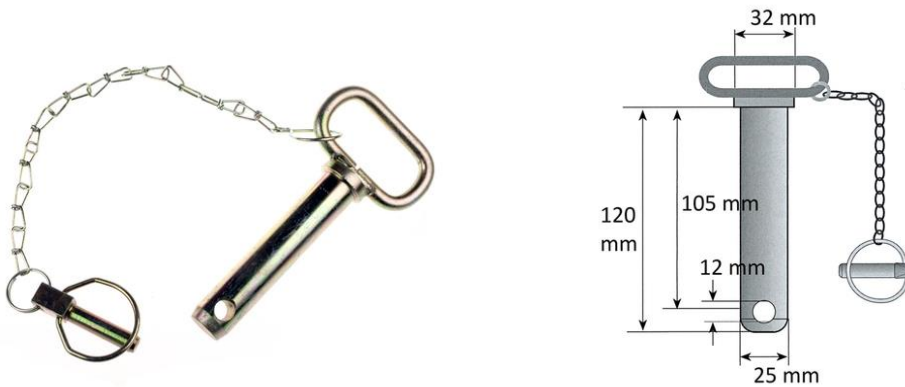
*Ilustración 71. Cerrojo para cabañas*

### Características

- Perno principal: Longitud 50 mm x Ancho 24 mm
- Destinatario: Longitud 13 mm x Ancho 24 mm
- Aluminio satinado

El segundo elemento es el pasador *Upper link pin*, de *Wamo Tech shop*.

Debajo de puede ver un esquema con sus dimensiones, que son perfectas para su función, atravesar dos perfiles tubulares de aluminio de 50mm de lado.



*Ilustración 72. Pasador con asa*

### 10.1.9. PANELES SOLARES

Estos paneles solares delgados, ligeros y flexibles aseguran que la instalación se recargue con electricidad sin ningún impedimento externo.

Este tipo de paneles flexibles se pueden unir fácilmente a cualquier cosa, como el techo de una autocaravana o un barco, utilizando las esquinas especialmente diseñadas.

Incluso con mal tiempo, las celdas optimizan el rendimiento para ofrecer el mejor rendimiento posible.

Su colocación en el refugio está detallada en el apartado de instalación solar.



*Ilustración 73. Panel solar flexible*



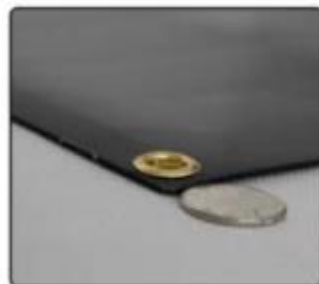
*Ilustración 74. Materiales del panel solar flexible*



*Ilustración 75. Caja de conexiones y ojales*



*Ilustración 76. Conectores y parte trasera del panel*



*Ilustración 77. Ojales de 3mm de diámetro*

La caja de conexiones impermeable y los conectores MC4 permiten una conexión simple y rápida al almacenamiento de la batería. La caja de conexiones tiene un tamaño de 125x26x26 mm. De manera estándar este elemento está en la parte delantera del panel, pero el fabricante indica que se puede pedir una caja de conexiones trasera si es necesario. En nuestro caso se necesita esta modificación en el caso del panel del subconjunto central, en el que no debe sobresalir esta caja, pues impediría el movimiento de los subconjuntos laterales.

Construido a partir de células monocristalinas conectadas en la parte posterior, le da un alto nivel de eficiencia. (Solazone, 2021)

#### 10.1.10. INVERSOR

Como se explicó al inicio del apartado de instalación eléctrica en nuestra instalación usaremos un inversor híbrido, que hará las veces de inversor y regulador en el mismo elemento. El aparato también posee las salidas para conectar la iluminación y otros aparatos eléctricos.

Se ha elegido el Inversor Axpert VM 1000W 12V 40A MPPT porque además de cumplir las especificaciones técnicas requeridas para la instalación que se ha calculado en el correspondiente apartado, tiene un precio poco elevado y es poco pesado.

Este elemento se colocará atornillado en el panel trasero del refugio, en el interior. A él se conectarán los cables de ambos laterales del refugio, cerrando el circuito.

En la tabla de especificaciones de la web que lo tiene a la venta existen más modelos de gamas más altas, con mejores especificaciones y un precio más elevado. (Voltronic, 2020)



*Ilustración 78. Inversor híbrido*

Características:

- Voltaje de entrada 12 Vdc.
- Voltaje de salida 230 Vac.
- Potencia nominal 1000 W.
- Potencia pico 2000 W.
- Rendimiento 93 %.
- Tiempo de transferencia 10 ms.
- Corriente máxima de carga con alimentación 230Vac auxiliar 20 A.
- Corriente máxima de carga (MPPT) 40 A.
- Potencia máxima en el campo fotovoltaico 500 W.
- Tensión máxima del campo fotovoltaico 102 Vdc.

- Rango de trabajo MPPT: 17-80 Vdc.
- Temperatura de trabajo 0° C a -55°C.
- Medidas D x W x H (mm) 88x 225 x 320.
- Peso 4,4 kg.

A continuación, enumeramos las funciones del producto:

1. Inversor de onda sinusoidal pura.
2. Rango de tensión de entrada para los aparatos electrodomésticos y las computadoras personales ajustable mediante opciones LCD.
3. Corriente de la batería de carga configurable mediante ajuste de LCD.
4. Ajuste prioridad de CA / cargador solar configurable a través de ajuste de LCD.
5. Compatible con la tensión de red o de un generador.
6. Reinicio automático mientras la AC se está recuperando.
7. Protección contra sobrecarga / temperatura / cortocircuito.
8. Diseño del cargador de batería inteligente para optimizar el rendimiento de la batería.
9. Función de arranque en frío.

#### 10.1.11. BATERÍA

La batería es uno de los elementos esenciales en instalaciones solares autónomas. Se encargan de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para poder disponer de ella en las horas del día que no incida la luz solar.

En instalaciones de energía fotovoltaica no se buscan descargas agresivas, sino más bien progresivas, por esta razón las baterías a utilizar suelen ser con descarga de 100 horas (C100), pues cuanto más intensa es la descarga de una batería menos energía es capaz de suministrarnos.

Es una batería de tipo VRLA y de AGM de ciclo profundo, por lo que no requiere de ningún tipo de mantenimiento al tener sus vasos totalmente sellados.

A pesar de adquirirla junto con el resto de los elementos del refugio, con el fin de reducir el peso de todo el conjunto se unirá al resto del circuito tras la instalación en el lugar que haya elegido el consumidor. La situación de estas baterías se deja a elección del cliente.

Se ha elegido la batería Batería AGM 12V 300Ah Tensite, la cual se ha tenido en cuenta a la hora de realizar



*Ilustración 79. Batería*

**Características:**

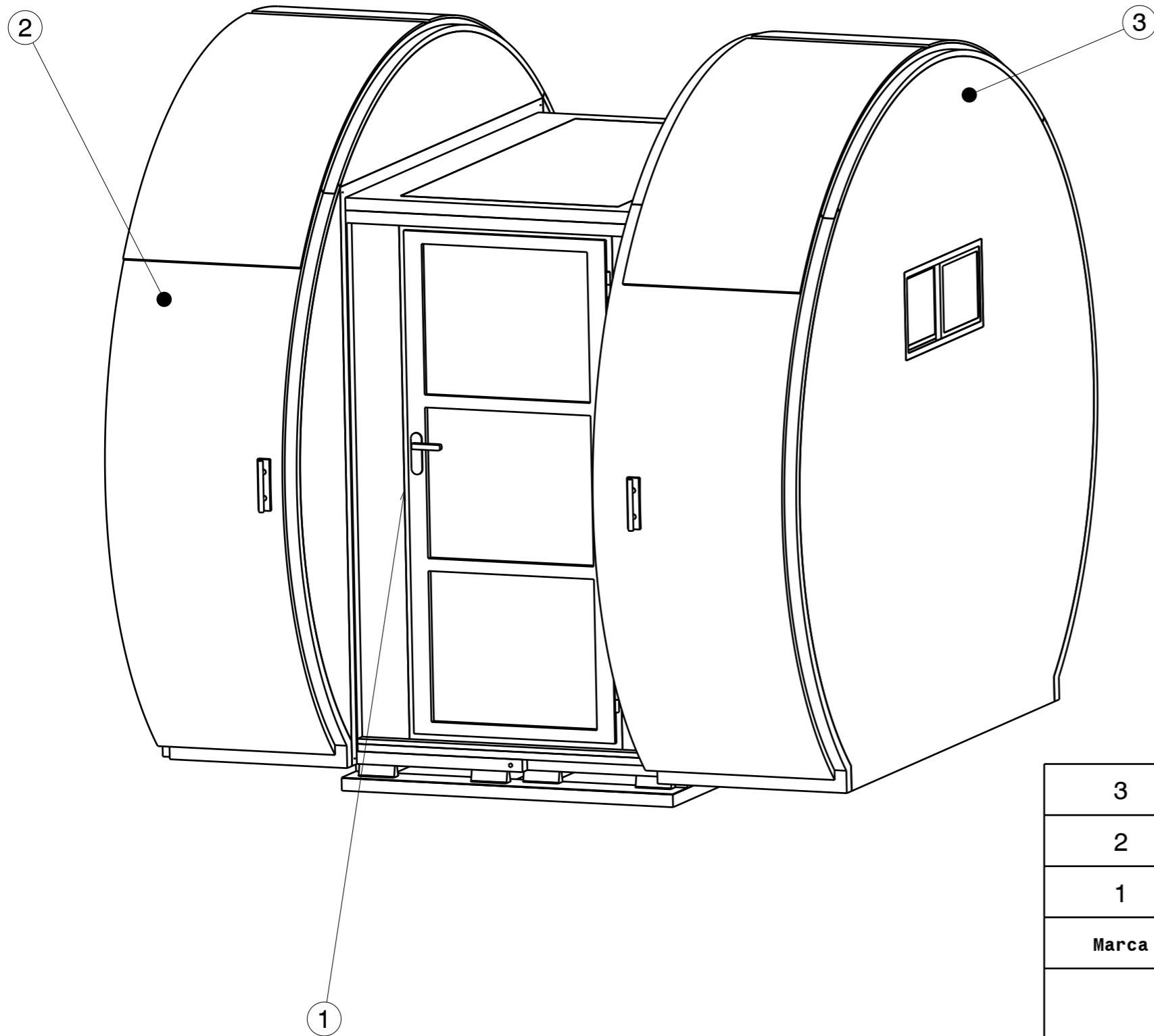
- voltaje nominal: 12v
- Capacidad: 300Ah
- Capacidad de descarga de 100 horas
- Dimensiones: 520 x 268 x 220 mm
- capacidad con bajas temperaturas: 85% con 0°C y 65% con -15°C
- Contenedor: BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0)
- Electrolito: ácido sulfúrico
- Separador: fibra de vidrio
- Terminales de cobre.
- Descarga automática a 25º: 64% cuando se almacena durante 12 meses.

Será necesario que use un regulador de carga solar que esté bien configurado.

Debe mantenerla siempre en su posición natural con los bornes hacia arriba. puede instalarse en espacios interiores, ya que gracias a su tecnología VRLA, sus vasos van totalmente sellados, no emite gases ni necesita mantenimiento.

## 10.2. ANEJO DE PLANOS



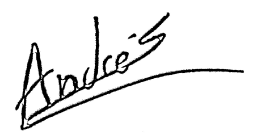


3	Subconjunto lateral derecho	1	Varios
2	Subconjunto lateral izquierdo	1	Varios
1	Subconjunto central	1	Varios
Marca	Denominación	Cantidad	Material

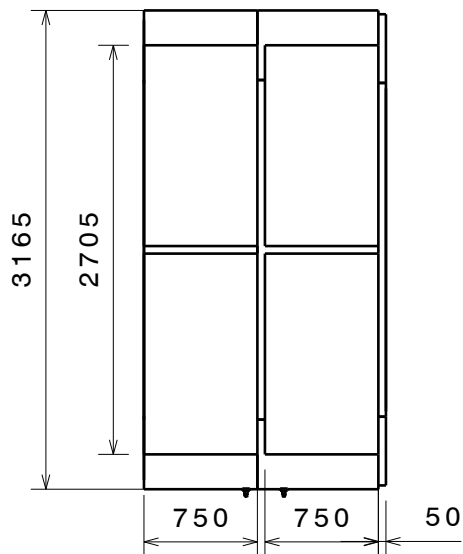
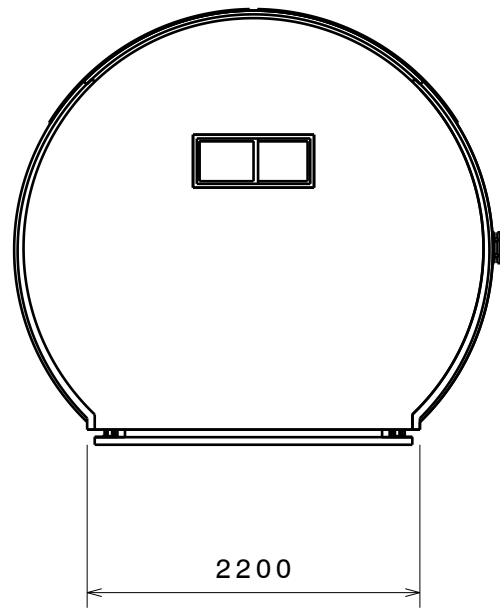
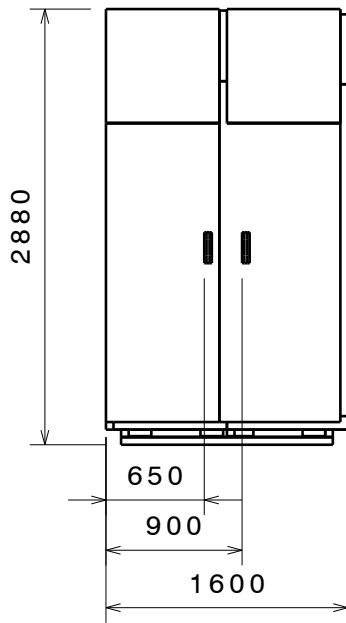
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO

Plano: CONJUNTO COMPLETO	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: 1
--------------------------	-------------------	--------------------


GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: VARIOS	Firma: 
--	------------------	--

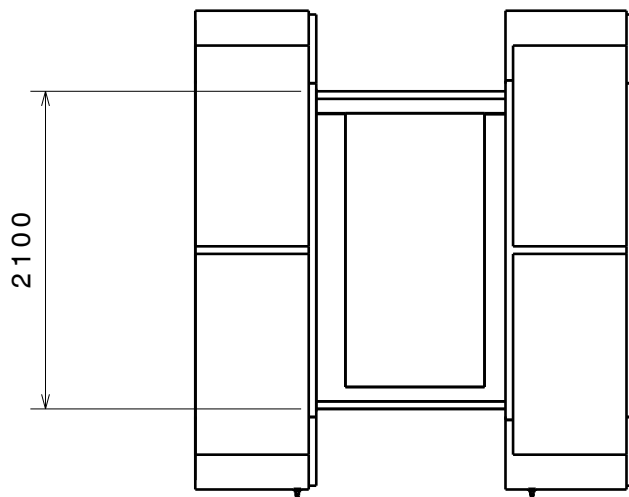
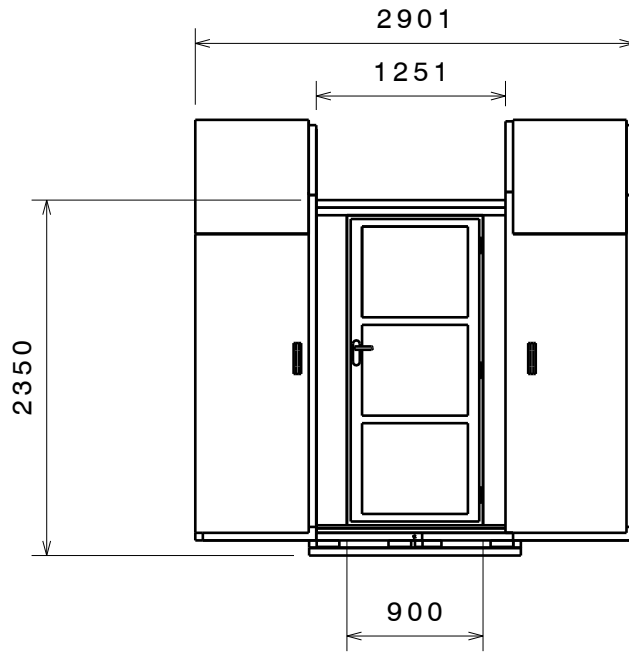
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: 1:20	Fdo: Andrés Torres Reques
---	--------------	---------------------------



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

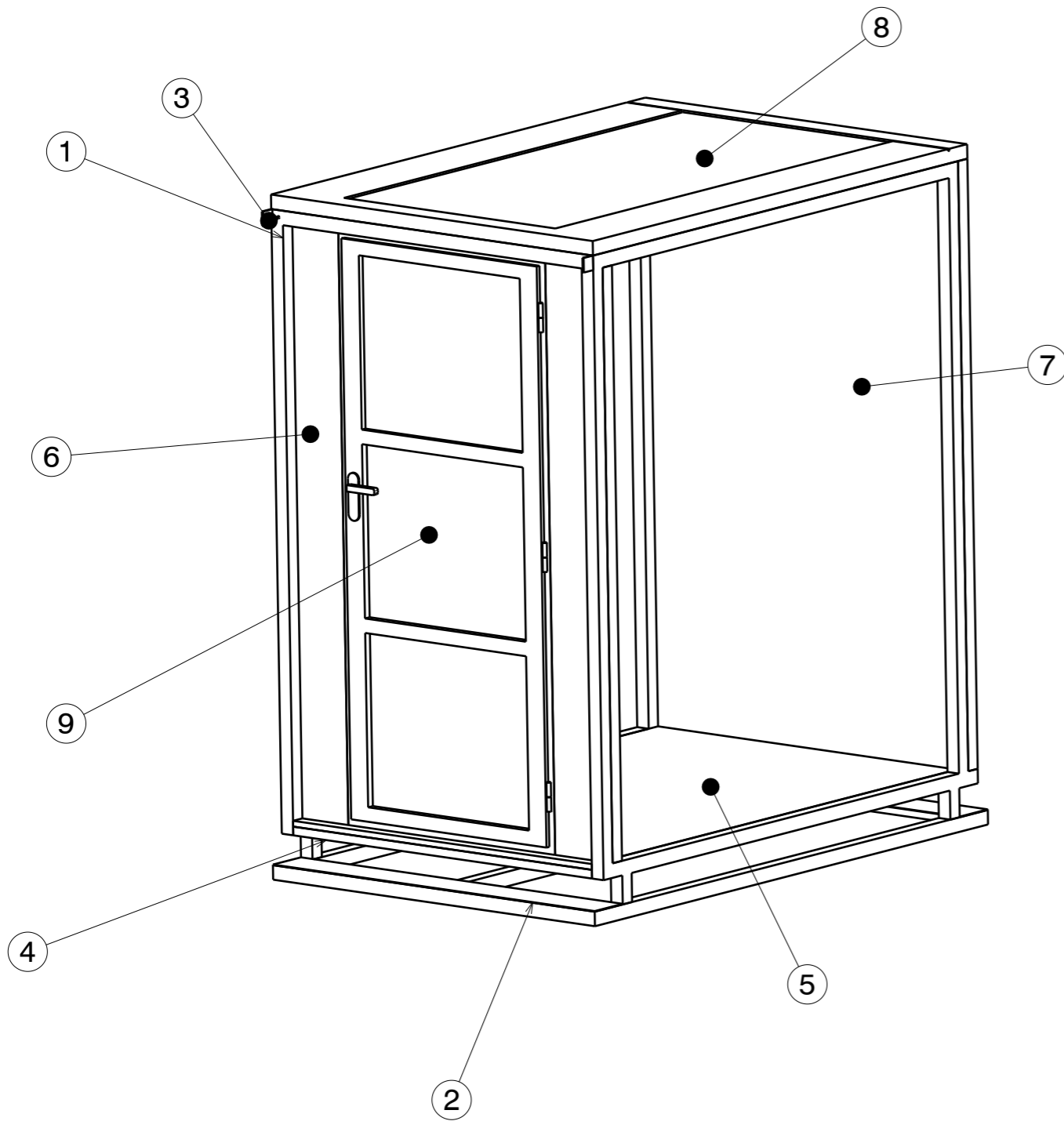
Plano: <b>CONJUNTO CERRADO</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>2</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material:  VARIOS	Firma:  
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:50</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

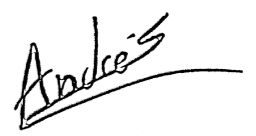
Plano: <b>CONJUNTO ABIERTO</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>3</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material:  VARIOS	Firma:  
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:50</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



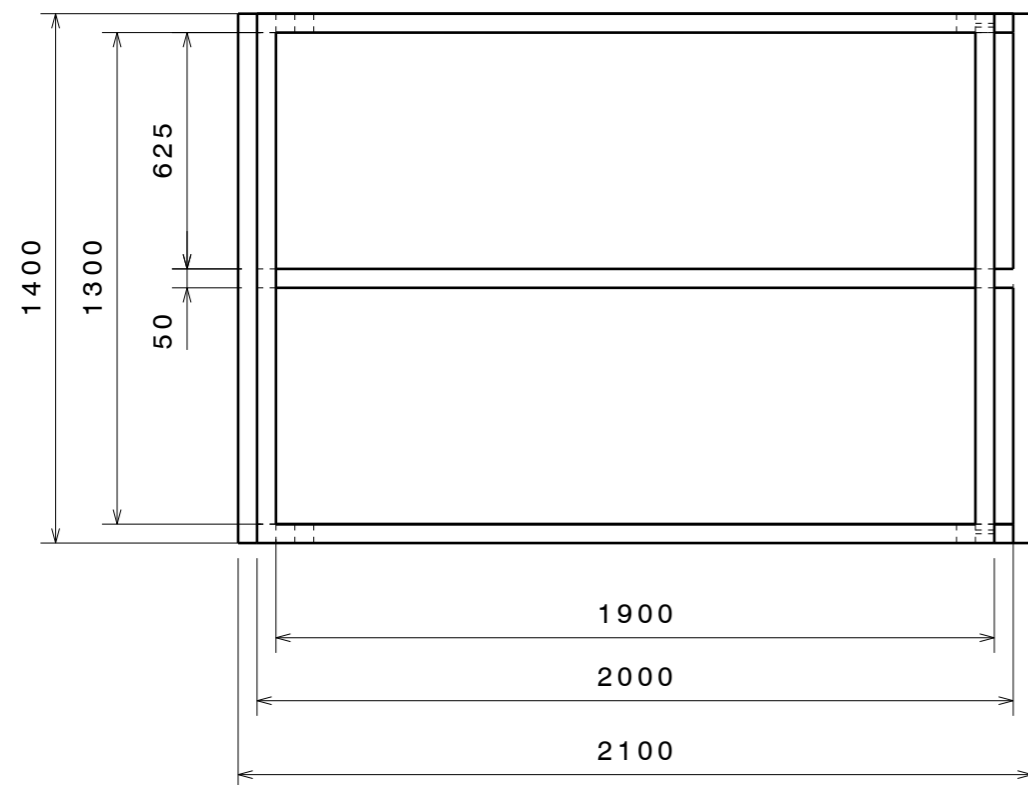
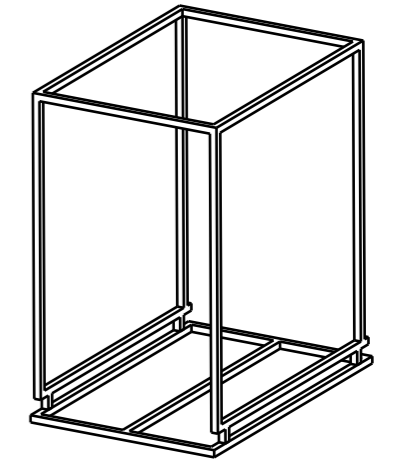
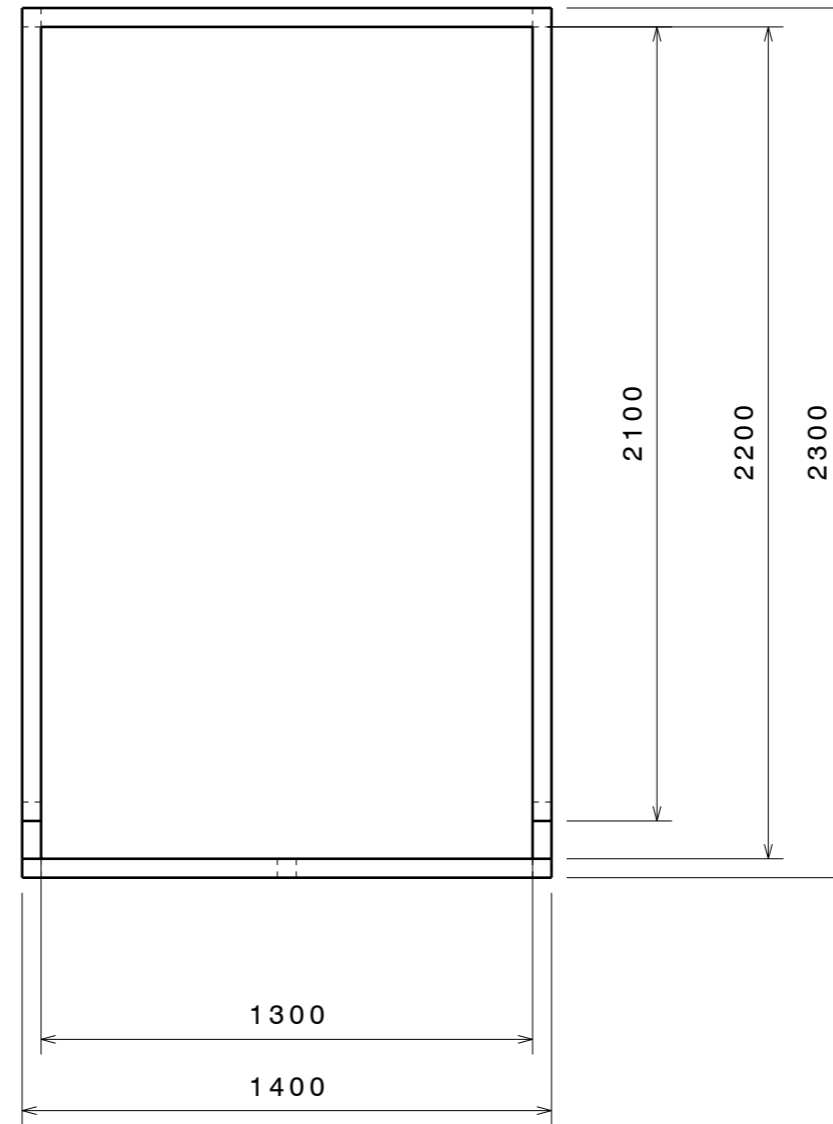
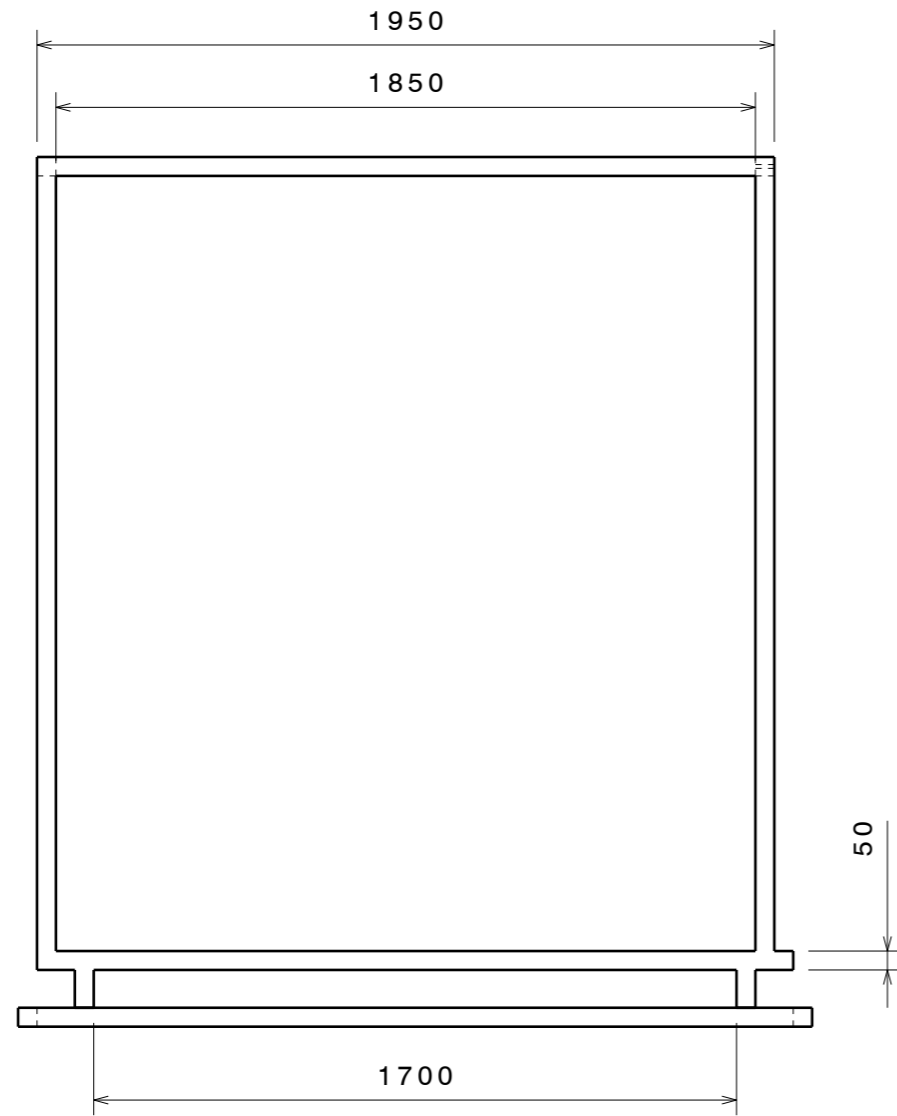
9	Puerta	1	Varios
8	Panel cubierta	1	Varios
7	Panel trasero	1	Varios
6	Panel delantero	2	Varios
5	Suelo central	1	Contrachapado
4	Trámex central	1	Poliéster
3	Escuadras	4	Acero
2	Lámina de aluminio	2	Aluminio
1	Estructura central	1	Aluminio
Marca	Denominación	Cantidad	Material

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

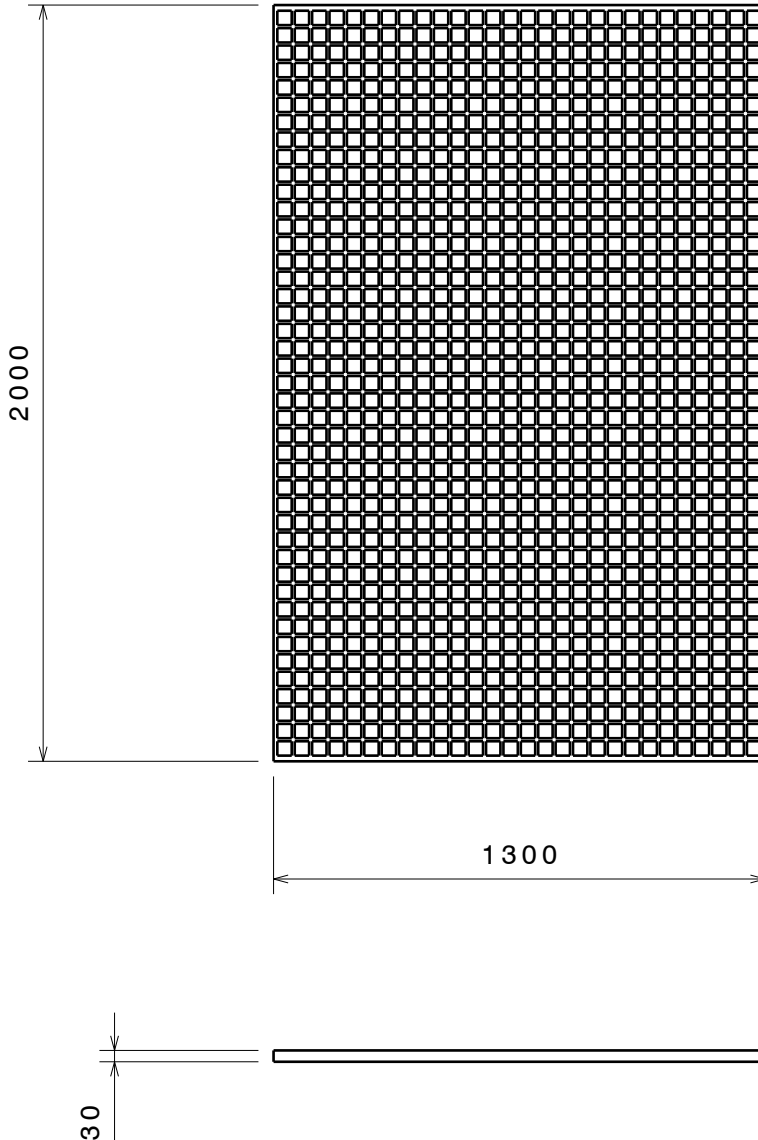
Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano:	Fecha:	Número de plano:
SUBCONJUNTO CENTRAL	04/07/2021	4
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material:	Firma:
Promotor:	ESCALA:	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	1:20	

Fdo: Andrés Torres Reques




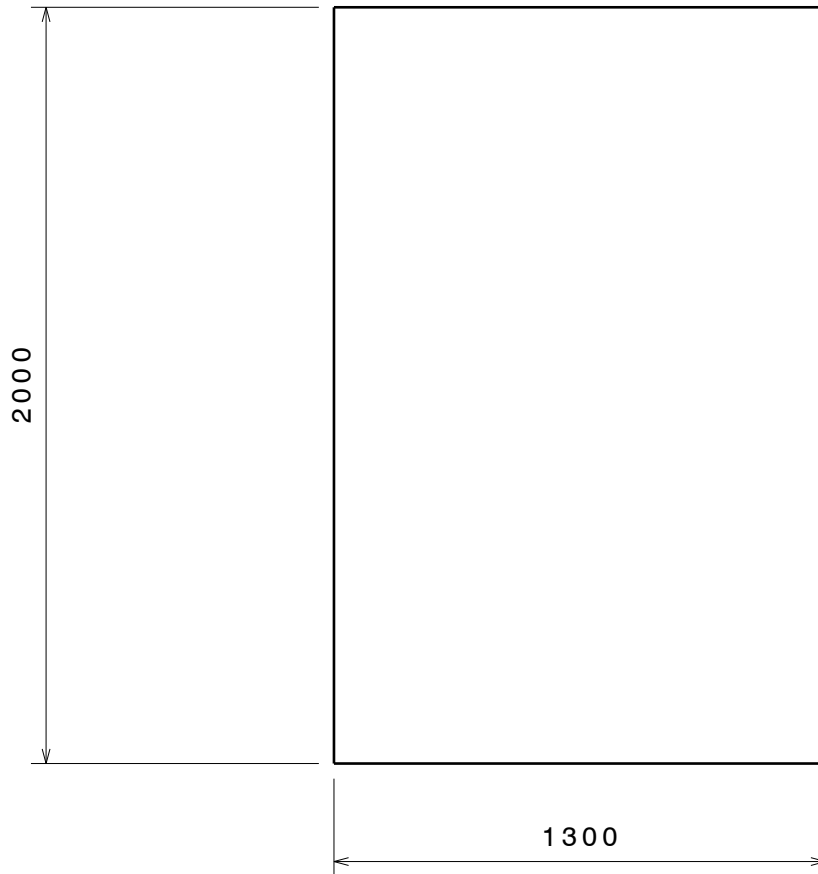
<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS</b> <b>INDUSTRIALES (E.I.I)</b>		
Título del proyecto: <b>REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO</b>		
Plano: <b>ESTRUCTURA CENTRAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>5</b>
Promotor: <b>GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO</b>	Material: <b>ALUMINIO</b>	 Fdo: Andrés Torres Reques
<b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

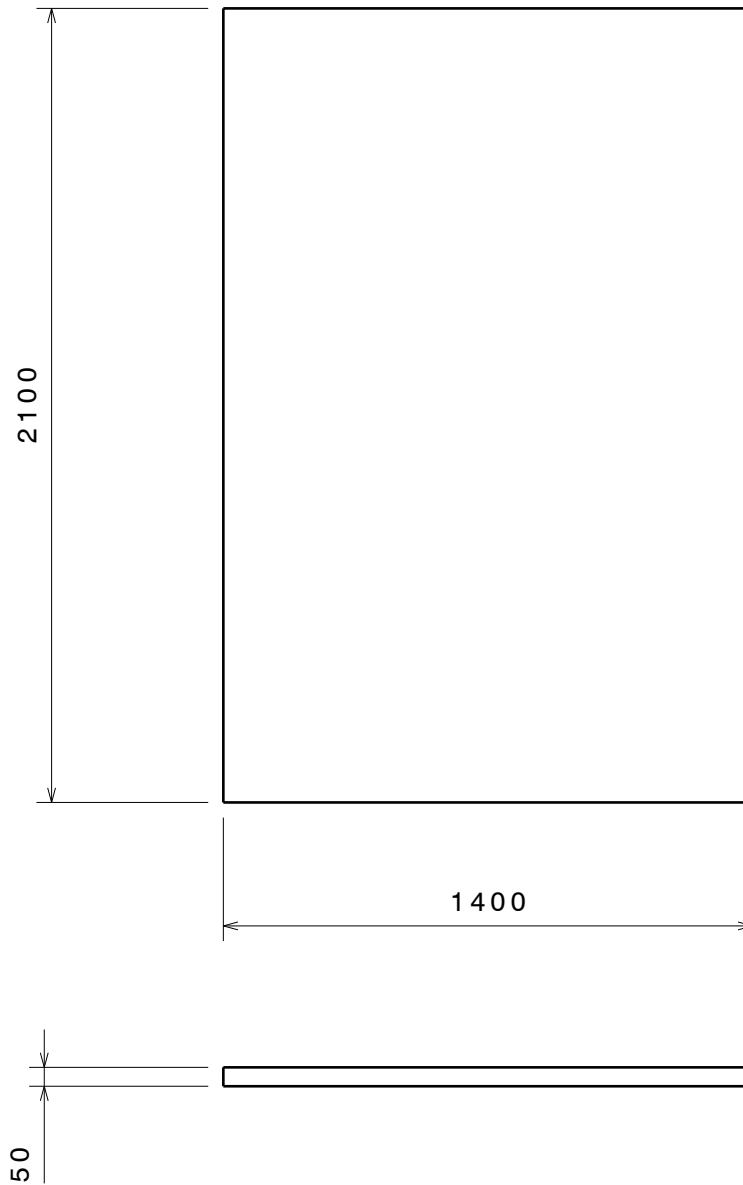
Plano: <b>TRAMEX CENTRAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>6</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>POLIÉSTER</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano: <b>SUELO CENTRAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>7</b>
<b>GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO</b>	Material: <b>CONTRACHAPADO</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

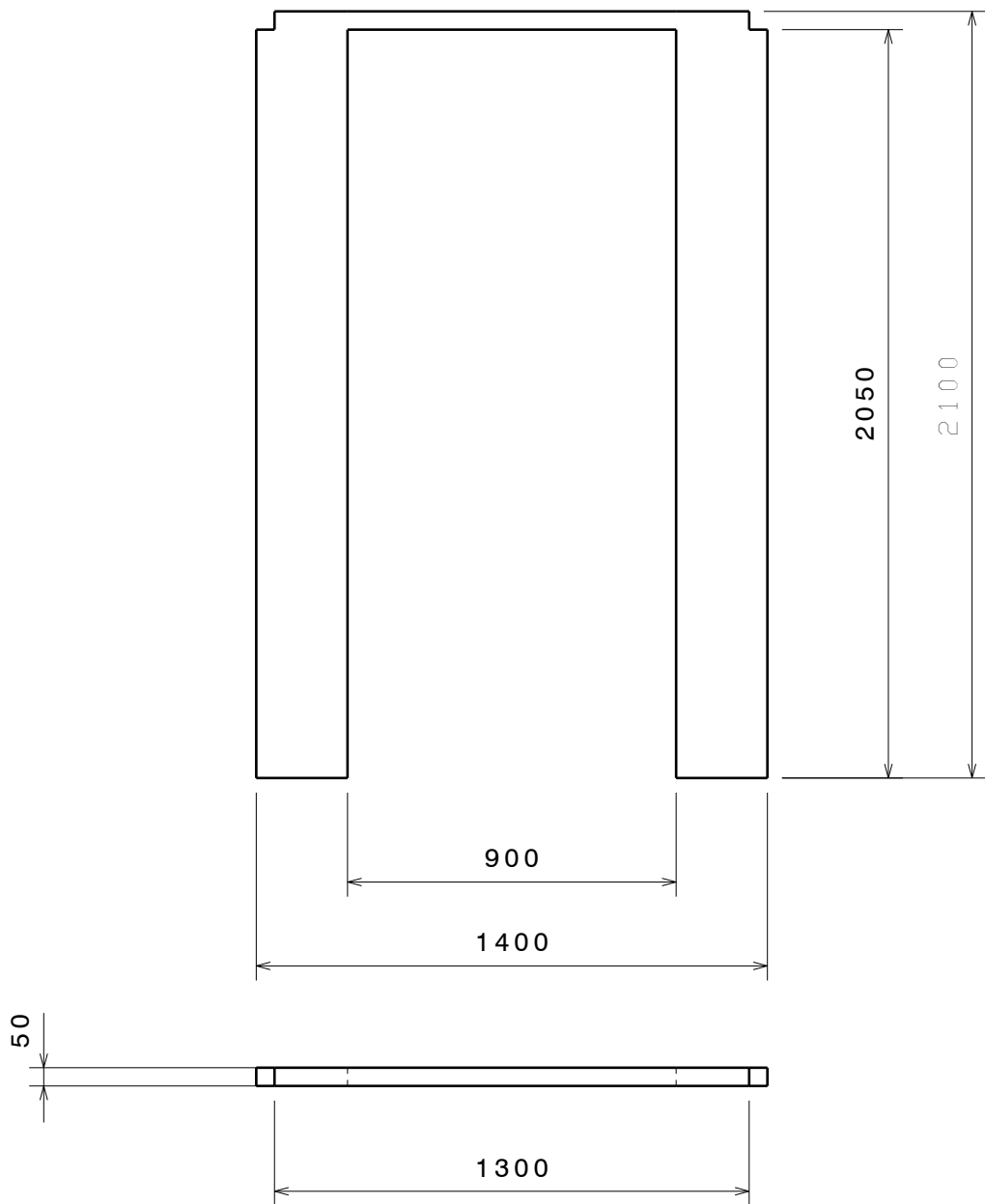


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO


Plano: <b>PANEL TRASERO</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>8</b>
<b>GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO</b>	Material: <b>ACERO PRECALADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

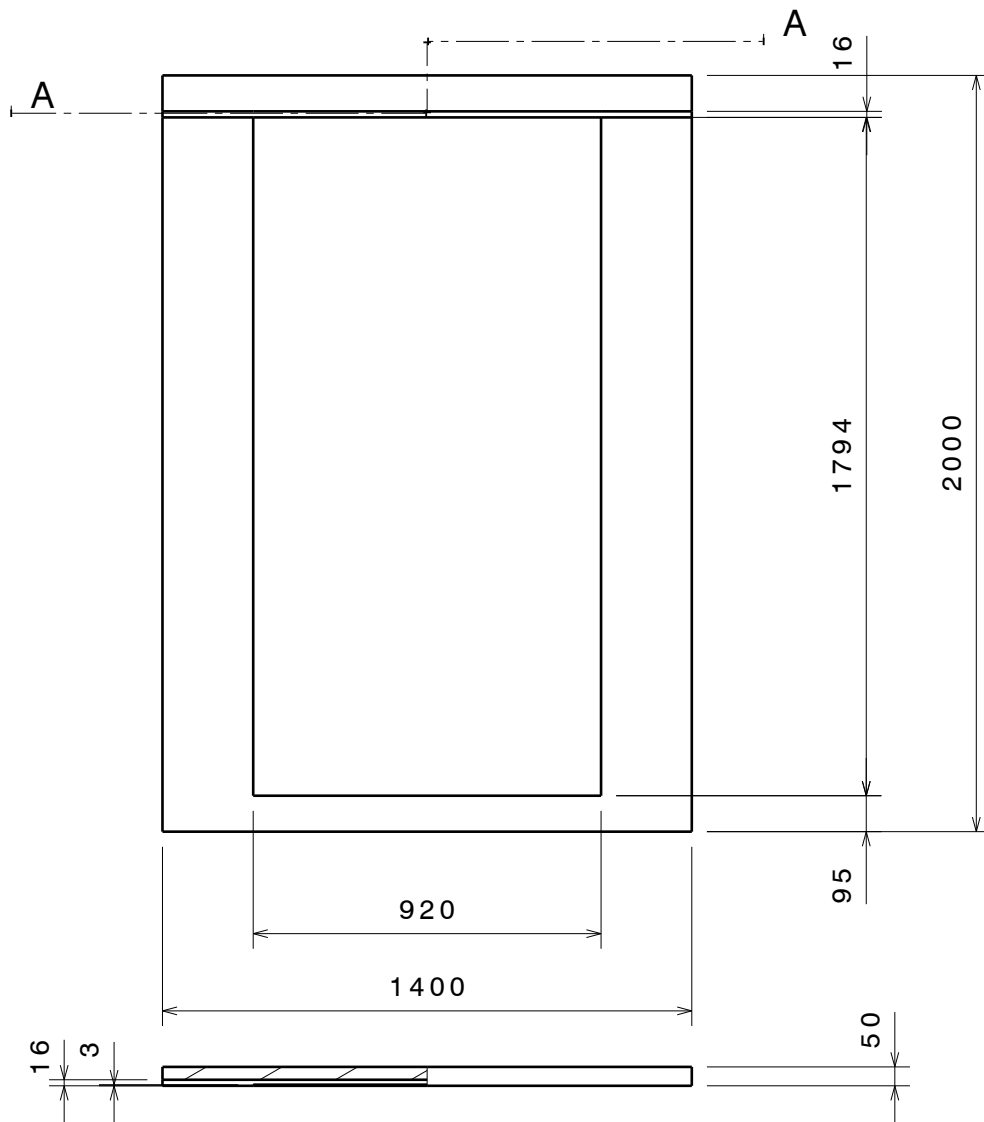




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO


Plano: <b>PANEL DELANTERO</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>9</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: ACERO PRECALADO EPS	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

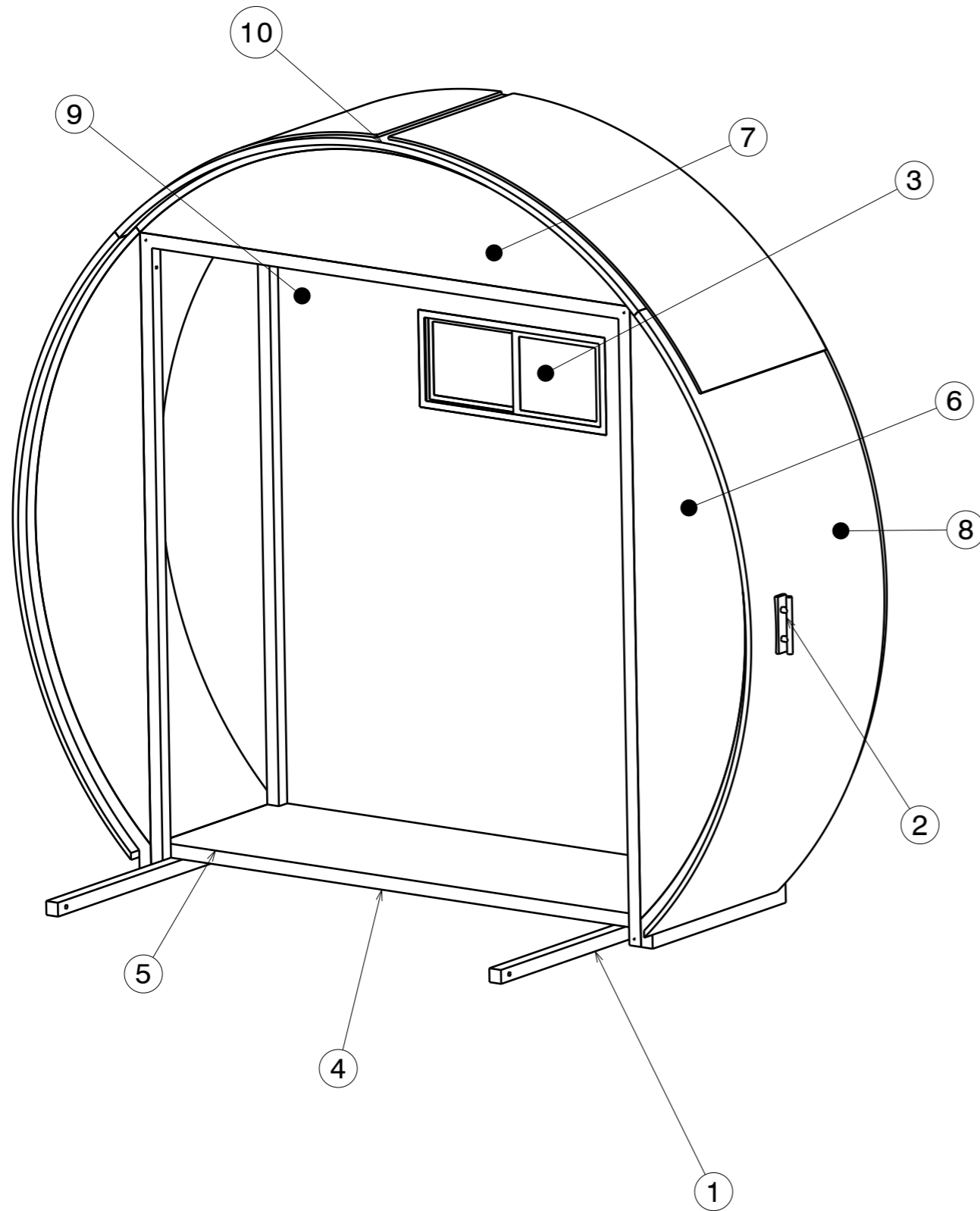


Corte A-A

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

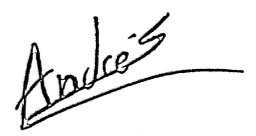
Plano: <b>PANEL CUBIERTA</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>10</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ACERO PRECALADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

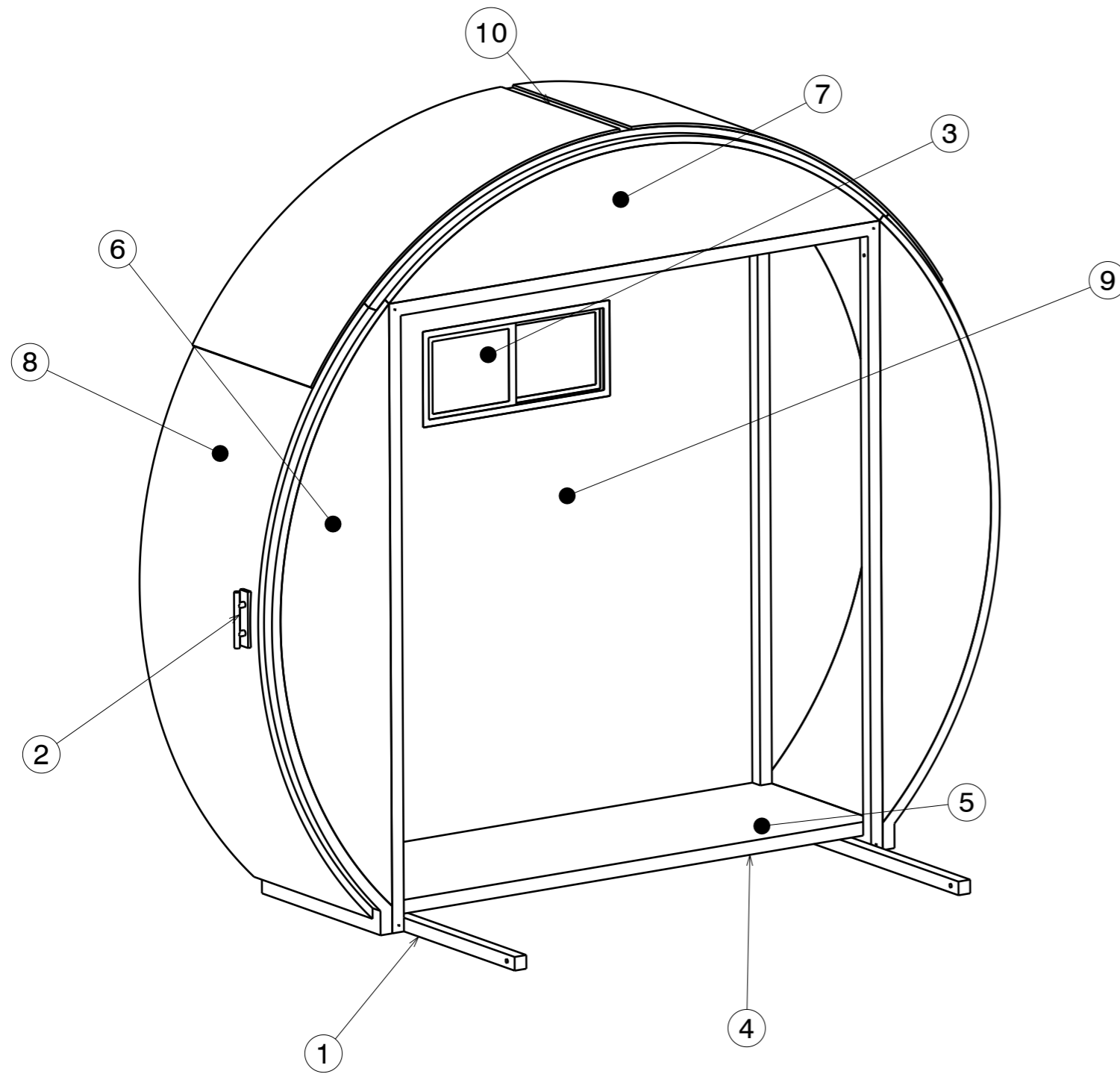


10	Panel cubierta central	1	Aluminio
9	Panel lateral	1	Varios
8	Panel cubierta lateral	2	Varios
7	Panel soporte cubierta	1	Varios
6	Panel soporte lateral	2	Varios
5	Suelo lateral	1	Contrachapado
4	Trámex lateral	1	Poliéster
3	Ventana	1	Varios
2	Agarradera	1	Aluminio
1	Estructura lateral	1	Aluminio
Marca	Denominación	Cantidad	Material

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

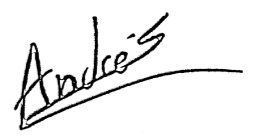
Plano: SUBCONJUNTO LATERAL DERECHO	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: 12
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: VARIOS	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: 1:20	Fdo: Andrés Torres Reques

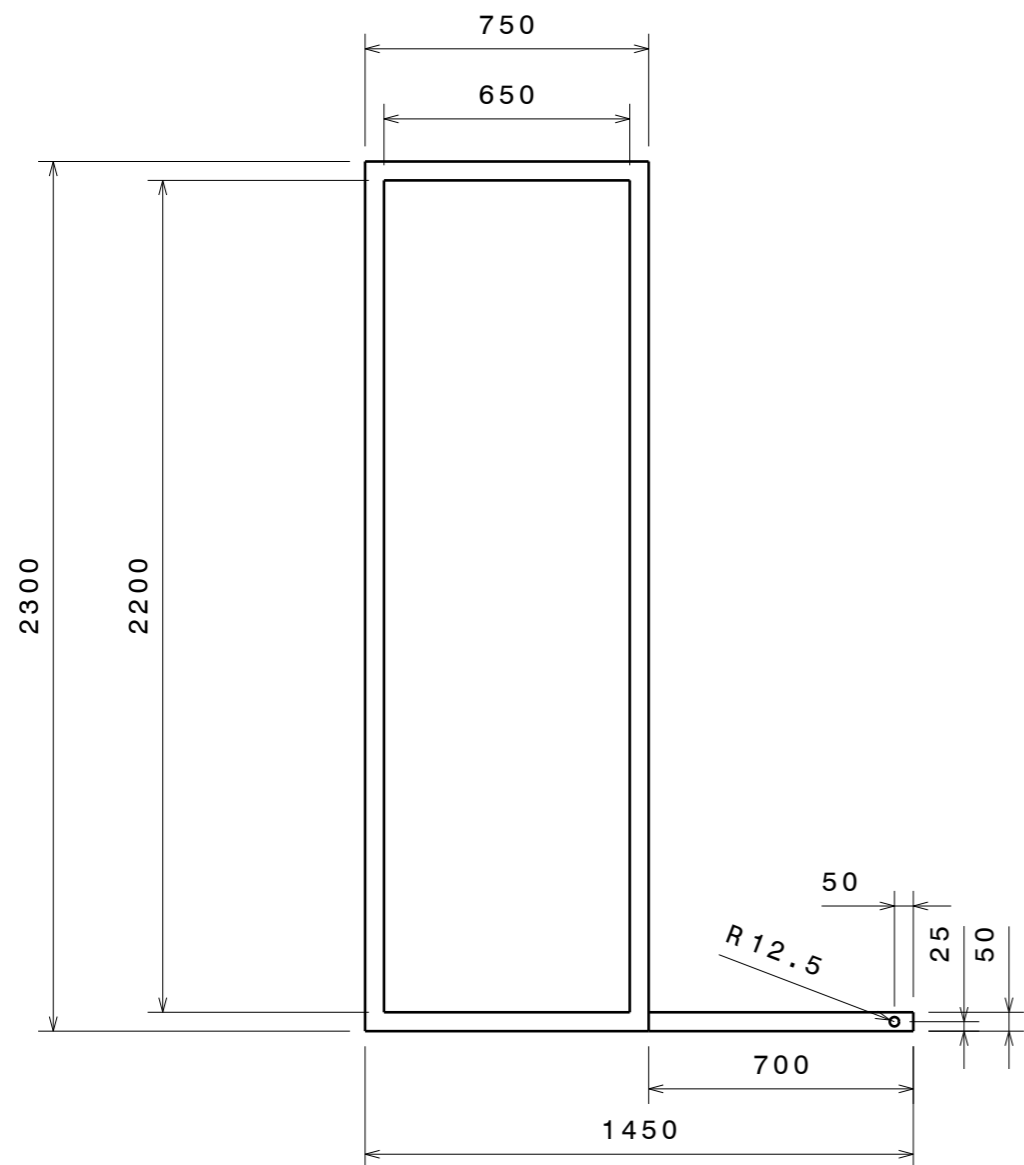
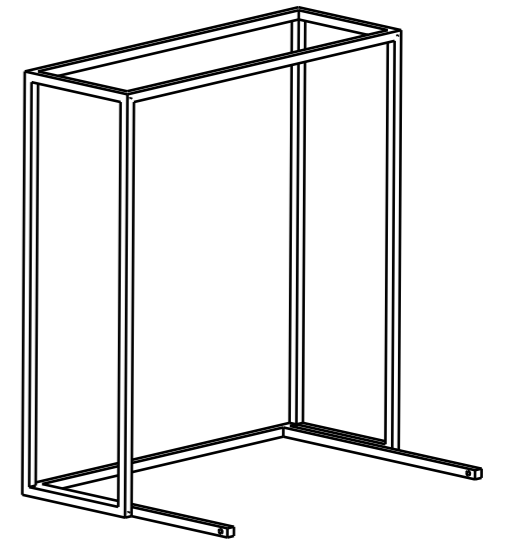
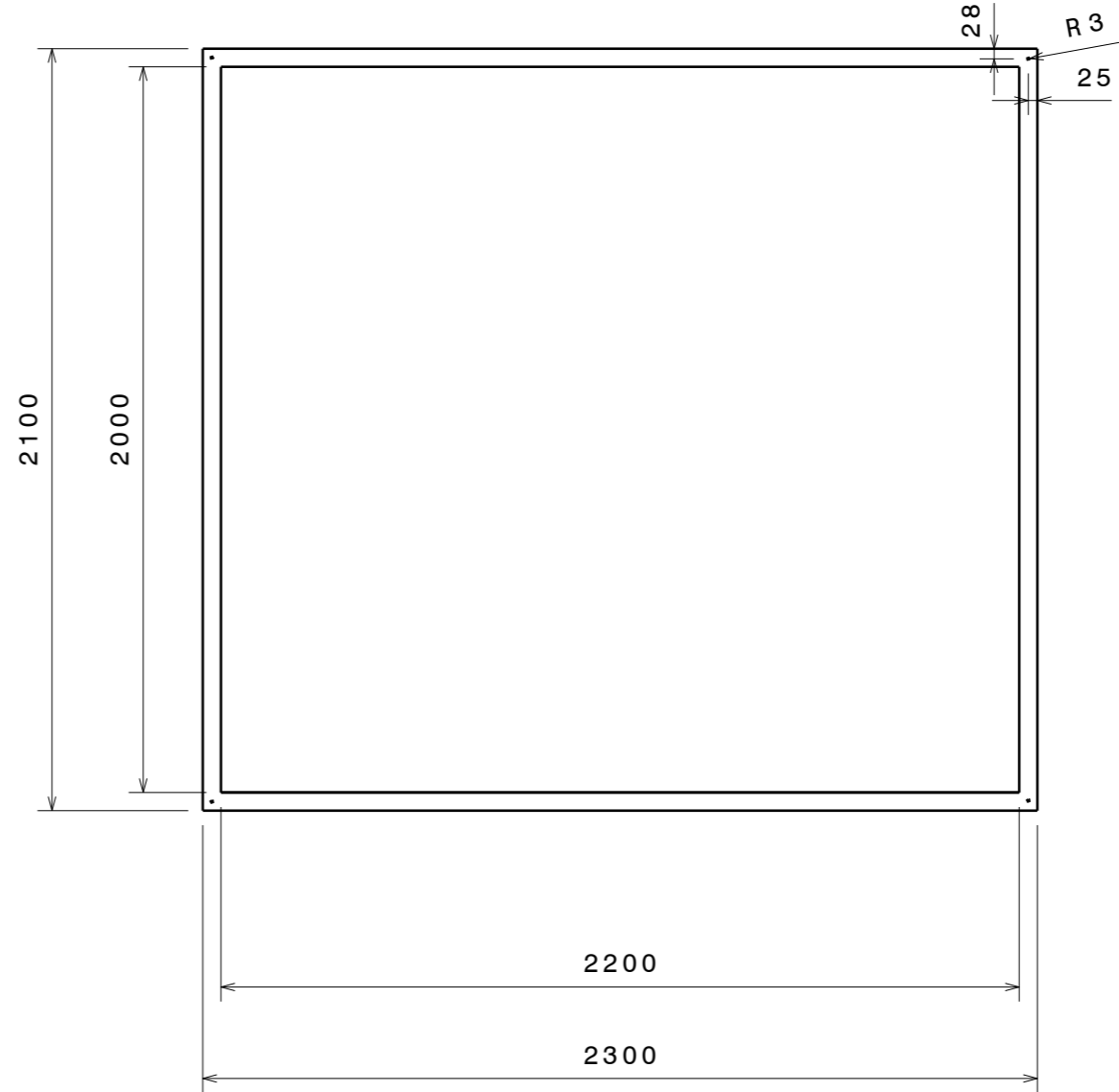
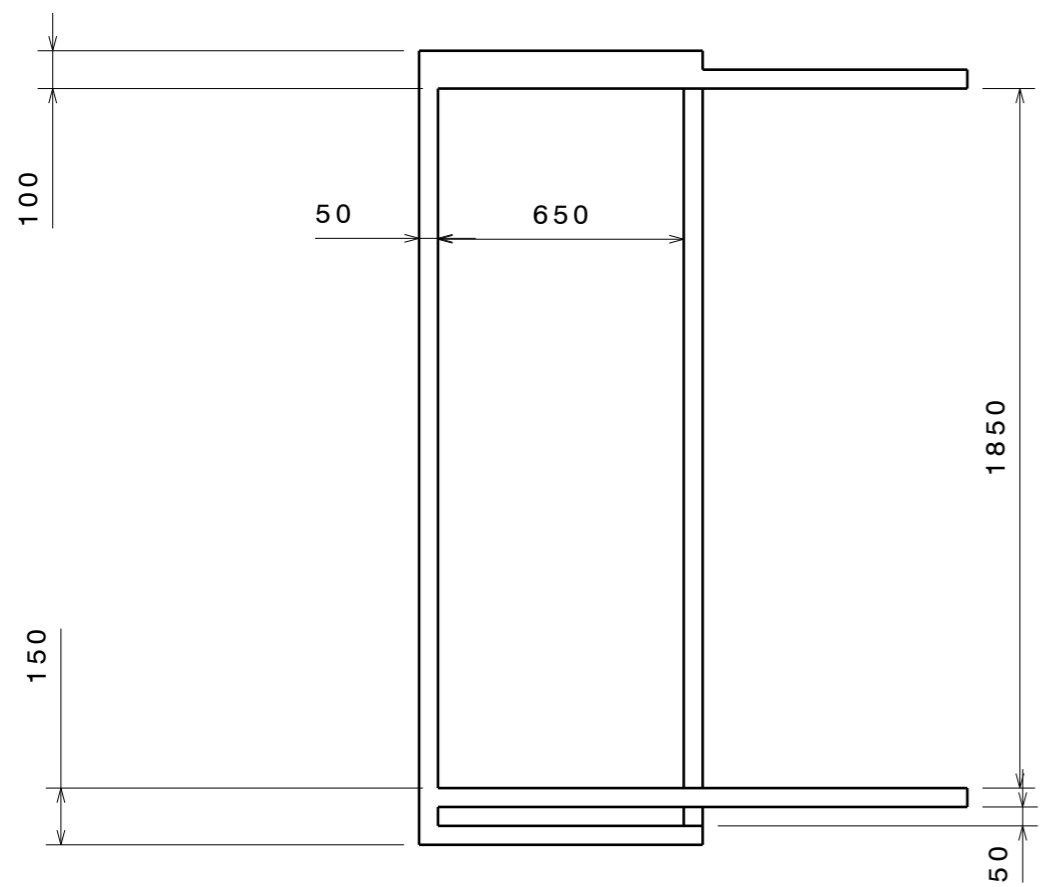


10	Panel cubierta central	1	Aluminio
9	Panel lateral	1	Varios
8	Panel cubierta lateral	2	Varios
7	Panel soporte cubierta	1	Varios
6	Panel soporte lateral	2	Varios
5	Suelo lateral	1	Contrachapado
4	Trámex lateral	1	Poliéster
3	Ventana	1	Varios
2	Agarradera	1	Aluminio
1	Estructura lateral	1	Aluminio
<b>Marca</b>	<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>

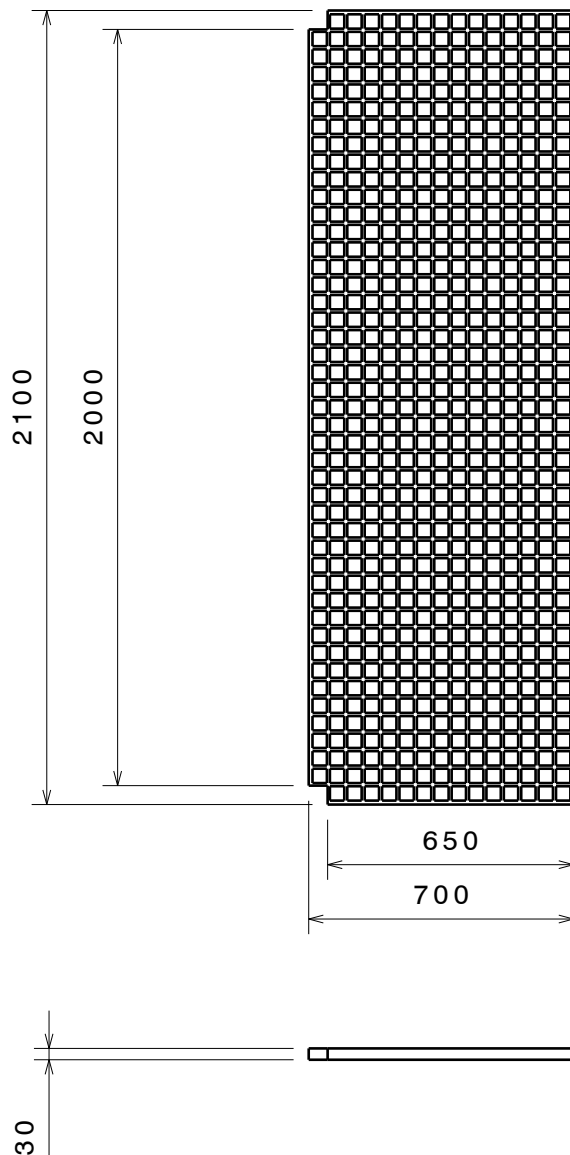
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano: SUBCONJUNTO LATERAL IZQUIERDO	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: 12
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: VARIOS	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: 1:20	Fdo: Andrés Torres Reques




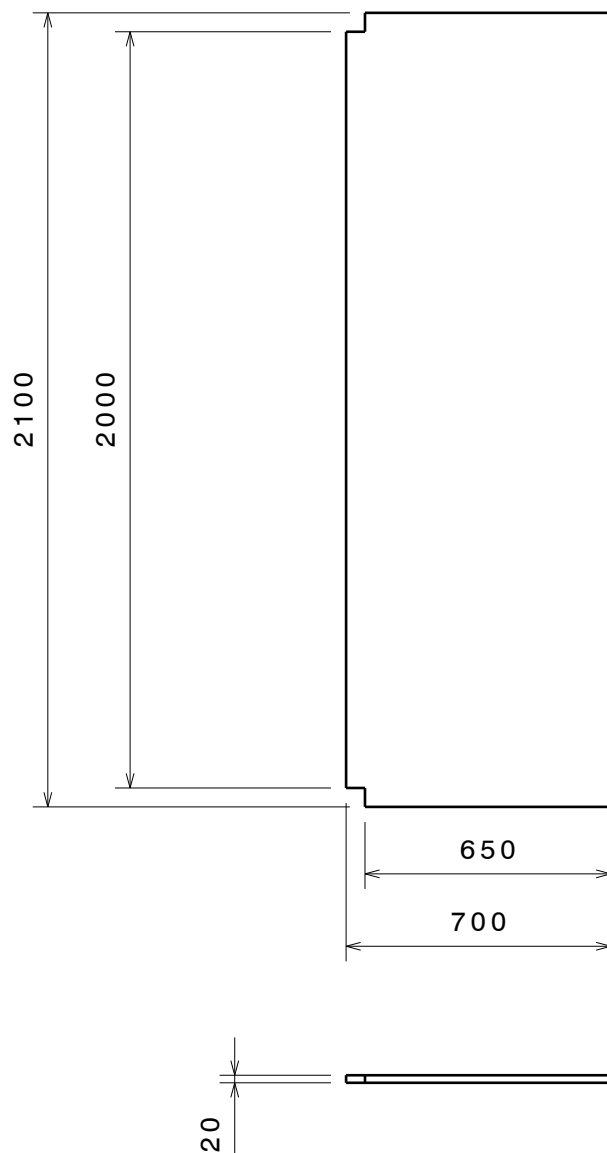
<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS</b> <b>INDUSTRIALES (E.I.I)</b>		
Título del proyecto: <b>REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO</b>		
Plano: <b>ESTRUCTURA LATERAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>13</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ALUMINIO</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

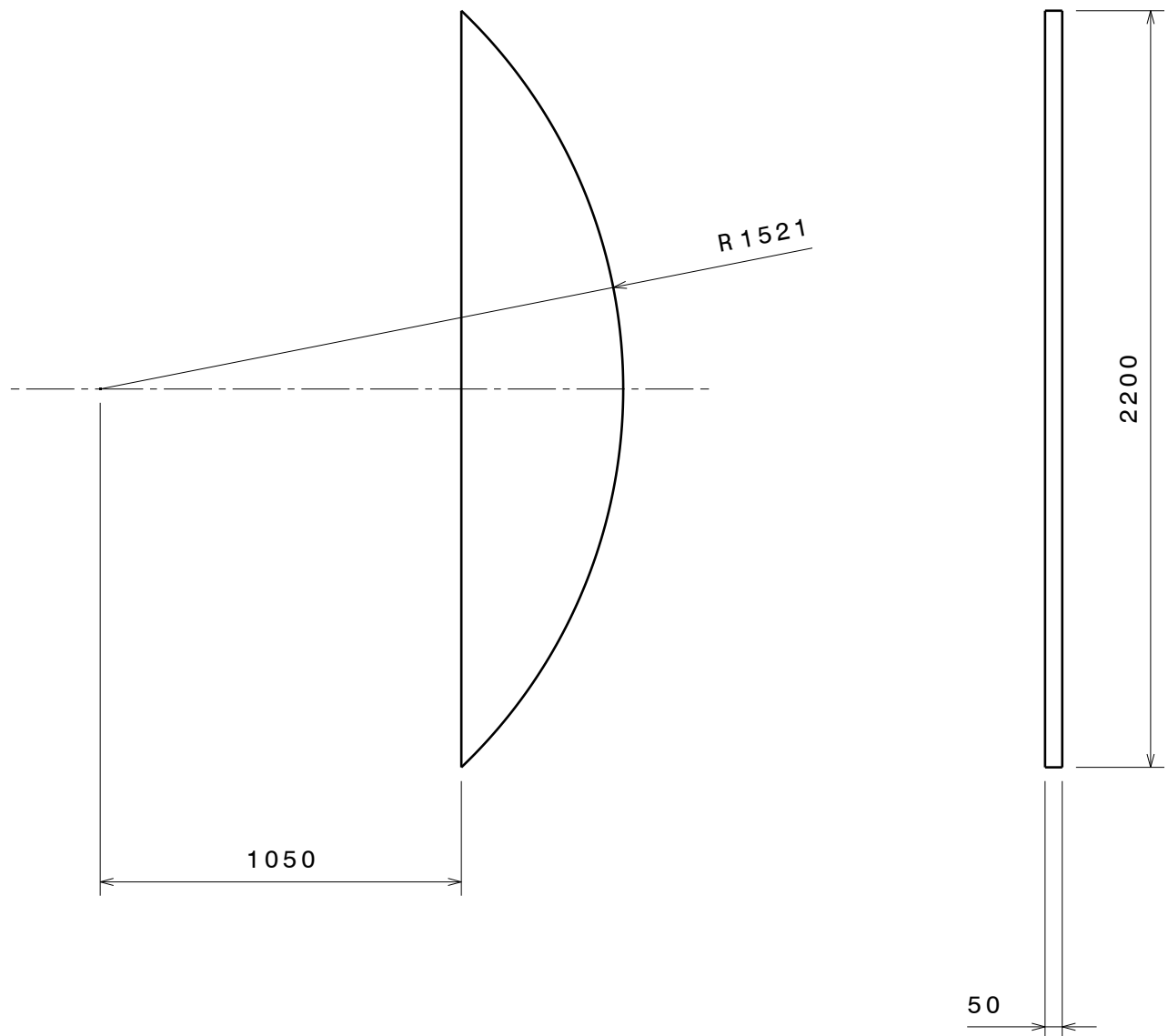
Plano: <b>TRÁMEX LATERAL</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>14</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>POLIÉSTER</b>	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano: <b>SUELO LATERAL</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>15</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: CONTRACHAPADO	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

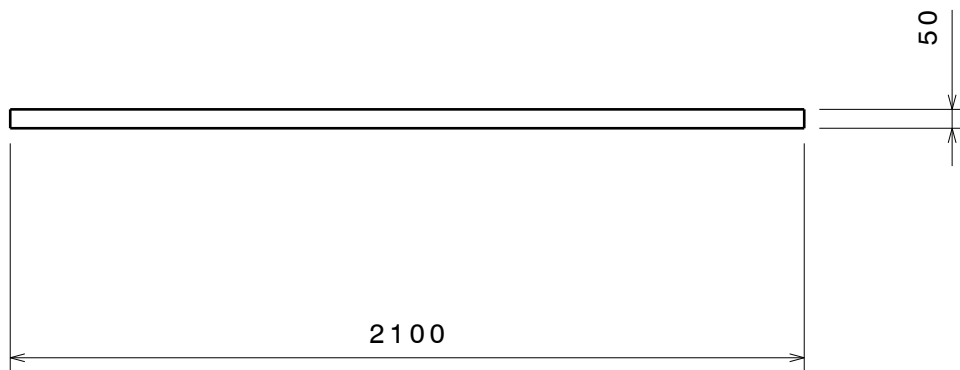
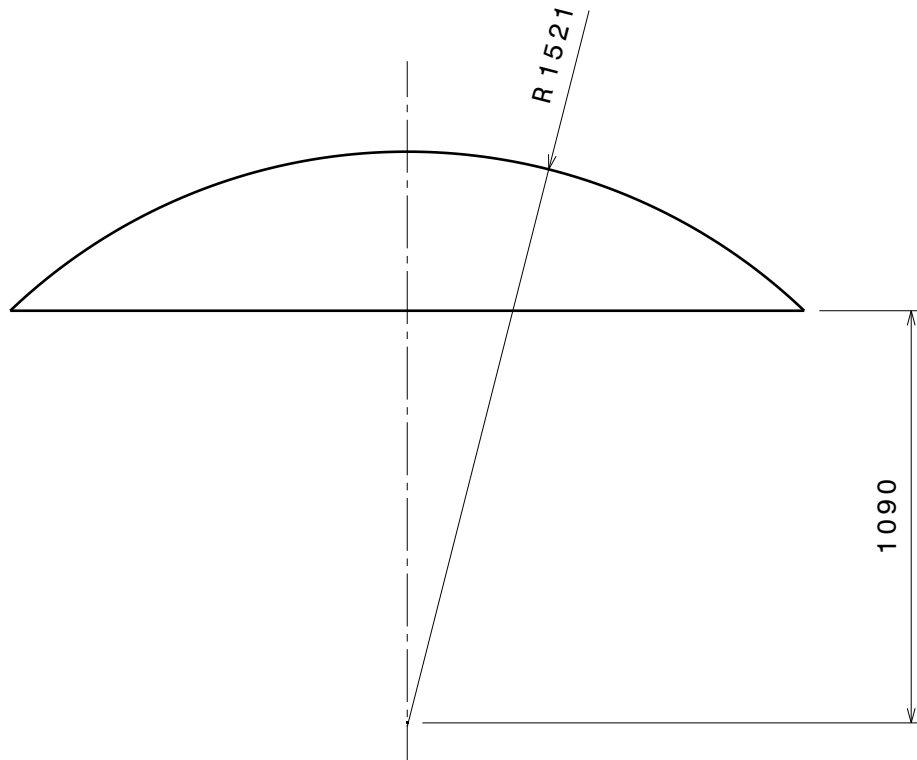


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO


Plano: <b>PANEL SOPORTE LATERAL</b>	Fecha: 04/07/2021	Número de plano: <b>16</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: ACERO PRELACADO EPS	Firma: 
Promotor: ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

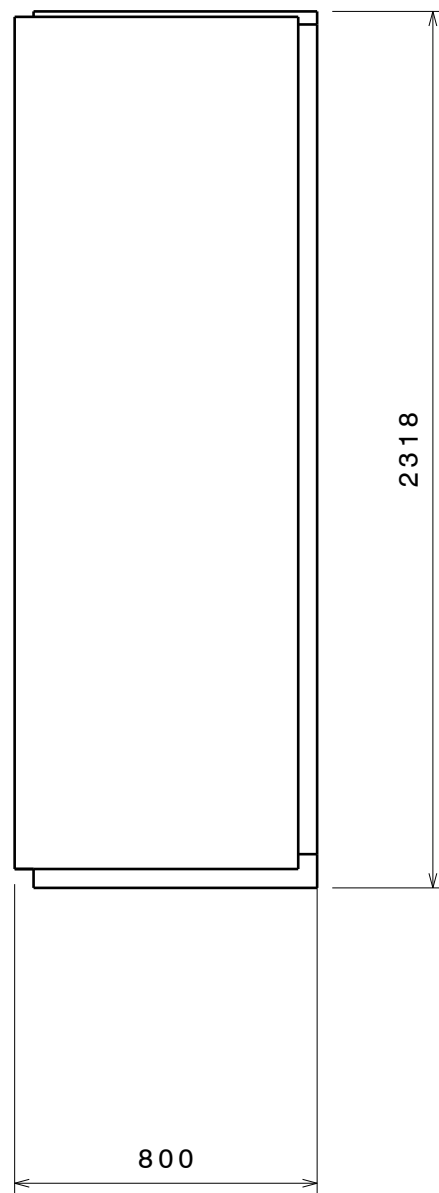
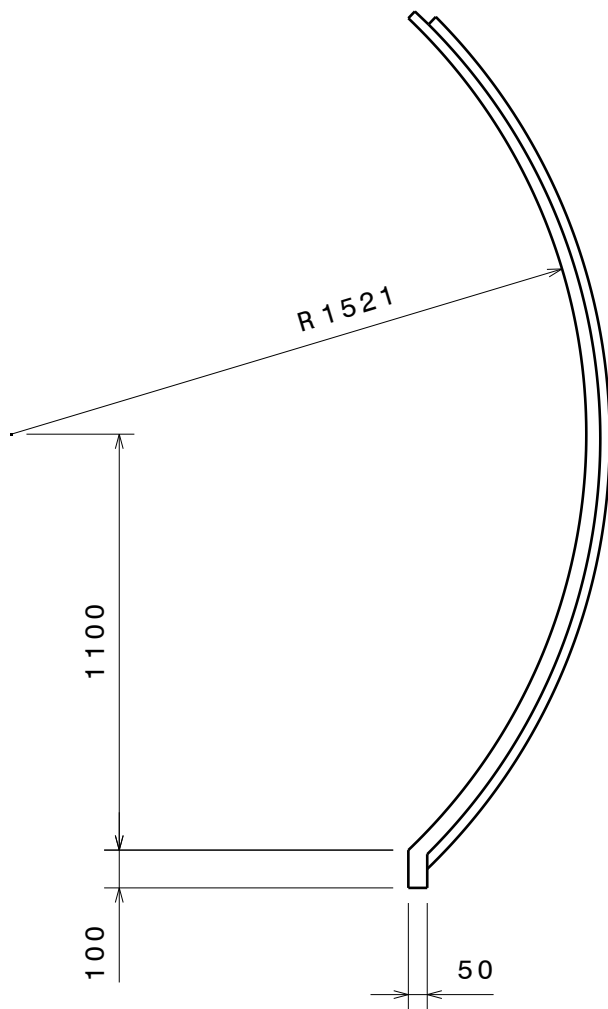




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

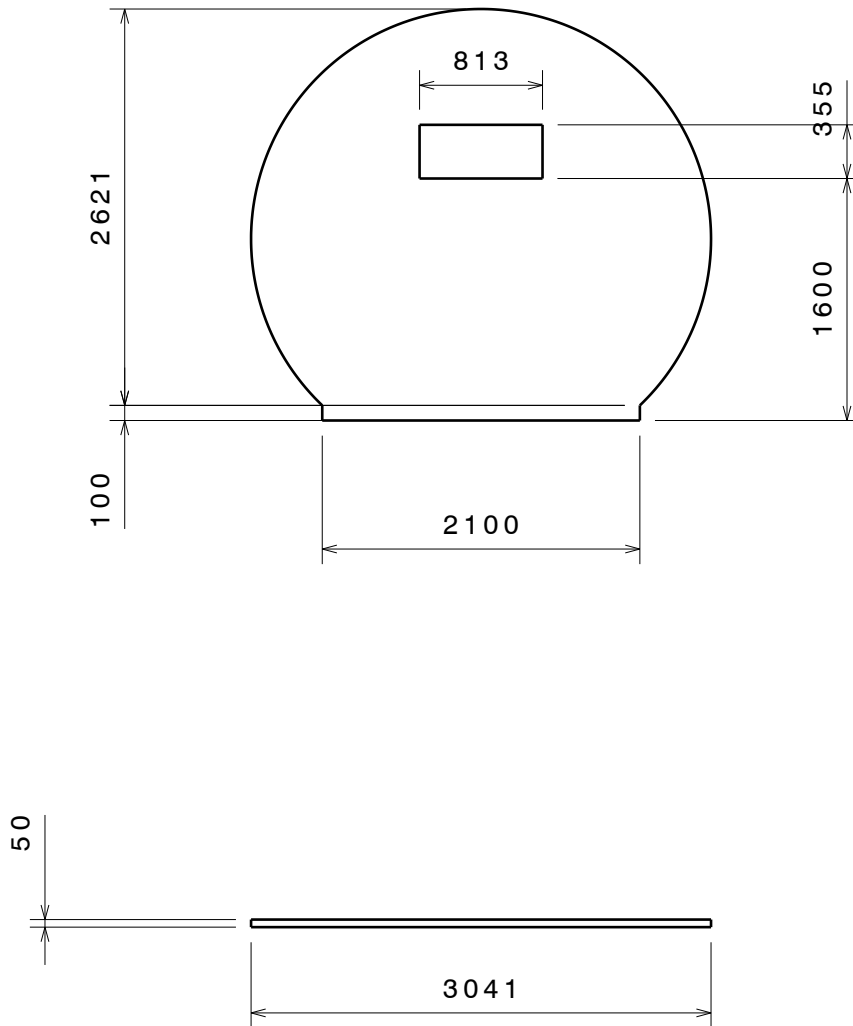
Plano: <b>PANEL SOPORTE CUBIERTA</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>17</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ACERO PRELACADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

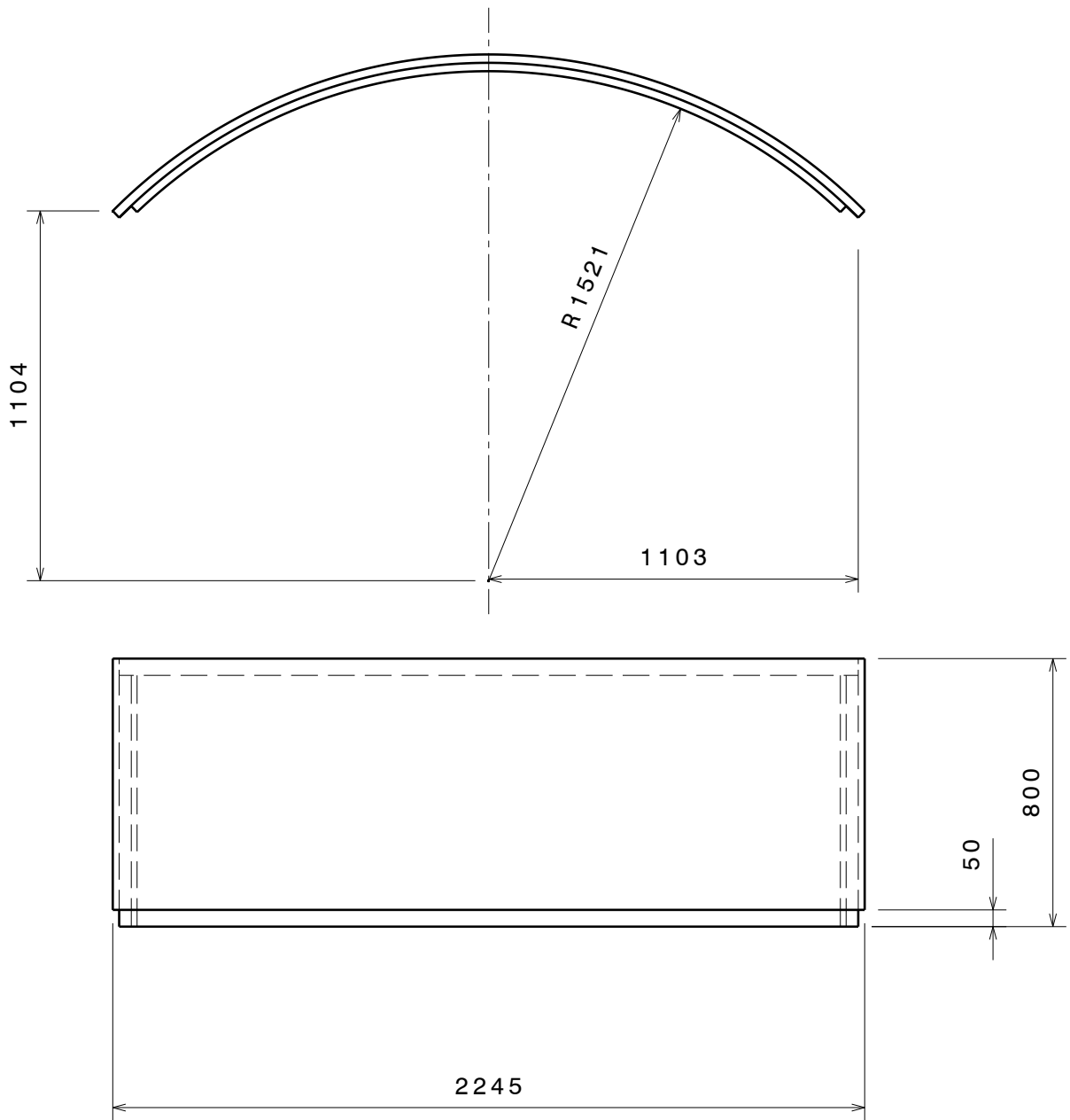
Plano: <b>PANEL CUBIERTA LATERAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>18</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ACERO PRELACADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)


Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano: <b>PANEL LATERAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>19</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ACERO PRELACADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:50</b>	Fdo: Andrés Torres Reques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS  
 INDUSTRIALES (E.I.I)

Título del proyecto: REFUGIO MODULAR EXTENSIBLE PARA TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO

Plano: <b>PANEL CUBIERTA CENTRAL</b>	Fecha: <b>04/07/2021</b>	Número de plano: <b>20</b>
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	Material: <b>ACERO PRELACADO EPS</b>	Firma: 
Promotor: <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	Escala: <b>1:20</b>	Fdo: Andrés Torres Reques

