



CCTVal
CENTRO CIENTÍFICO
TECNOLÓGICO
DE VALPARAÍSO

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
Valparaíso - Chile

UNIDADES MODULARES CON ESTRUCTURA A BASE DE FIBRA DE CARBONO (CFRP) PARA ZONAS AISLADAS DEL PAÍS

Unidades Habitacionales en Faro Bahía Félix

KATALINA ANDREA JUÁREZ SOTO

Memoria de Titulación para optar al Título de Arquitecta

Profesor Guía: Freddy Bastías
Co-Referente: Christian Romero

Modalidad Proyecto de Arquitectura

Diciembre 2023

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
Valparaíso - Chile



UNIDADES MODULARES CON ESTRUCTURA A BASE DE FIBRA DE CARBONO (CFRP) PARA ZONAS AISLADAS DEL PAÍS

Unidades Habitacionales en Faro Bahía Félix

KATALINA ANDREA JUÁREZ SOTO

Memoria de Titulación para optar al Título de Arquitecta

Profesor Guía: Freddy Bastías
Co-Referente: Christian Romero

RESUMEN

La finalidad del proyecto es diseñar unidades modulares para entregar una solución a la habitabilidad en zonas aisladas de difícil acceso ubicadas a lo largo de Chile, utilizando como material base materiales compuestos, particularmente CFRP (*Polímero Reforzado con Fibra de Carbono*), dada las propiedades mecánicas y las ventajas que posee frente a los materiales tradicionales.

El objetivo general se centra en dos conceptos principales:

[1] *DISEÑO ARQUITECTÓNICO*, diseñar un prototipo de unidad modular cumpliendo con los requerimientos necesarios para su funcionalidad respecto a los recintos presentados.

[2] *DISEÑO ESTRUCTURAL*, desarrollar un sistema constructivo modular a base del uso de CFRP, dando así una solución más resistente y ligera para su traslado y de rápido montaje.

Para reducir el análisis territorial se plantea un enfoque en los faros habitados por funcionarios de la Armada a lo largo del país, específicamente los ubicados en la zona sur-austral, los cuales se encuentran mayormente aislados de las ciudades, además de poseer condiciones climáticas extremas.

Tras el planteamiento anterior, la propuesta se emplaza en el Faro Bahía Félix en la región de Magallanes, el cual cuenta con una dotación de 4 funcionarios y clima caracterizado por temperaturas bajas, humedad elevada y vientos fuertes. Esto último dificulta maneras de mejoramiento y constante mantención del lugar, problemáticas que se pretenden solucionar con la propuesta a presentar.

Este trabajo ha sido financiado por ANID PIA/APOYO AFB220004 y AFB230003

ABSTRACT

The purpose of the project is to design modular units to provide a solution for habitability in isolated areas of difficult access located throughout Chile, using composite materials as a base material, particularly CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*), given its mechanical properties and advantages over traditional materials.

The general objective focuses on two main concepts:

[1] *ARCHITECTURAL DESIGN*, to design a prototype modular unit meeting the necessary requirements for its functionality with respect to the presented enclosures.

[2] *STRUCTURAL DESIGN*, to develop a modular construction system based on the use of CFRP, thus providing a more resistant and lighter solution for its transportation and quick assembly.

In order to reduce the territorial analysis, a focus is proposed on the lighthouses inhabited by Navy officers throughout the country, specifically those located in the south-austral zone , which are mostly isolated from the cities, in addition to having extreme weather conditions.

Following the previous approach, the proposal is located at the Bahía Félix lighthouse in the Magallanes region, which has a staff of 4 employees and a climate characterized by low temperatures, high humidity and strong winds. The latter hinders ways of improvement and constant maintenance of the place, problems that are intended to be solved with the proposal to be presented.

This work has been supported by ANID PIA/APOYO AFB220004 and AFB230003

GLOSARIO

CFRP (Polímero Reforzado con Fibra de Carbono)

Es un material compuesto, formado por una matriz y una fibra sintética, ésta se compone por miles de filamentos de 5-10 μm de diámetro, fabricados a partir de fibras de poliacrilonitrilo (PAN) carbonizados a altas temperaturas. Las características principales de este material es que es mecánicamente más resistente, duradero, flexible y liviano.

Diseño Arquitectónico

Se trata del proceso el cual se interpretan las necesidades del cliente y, con base en principios de funcionamiento, criterios generales de estructura y reglamentación elaboran una propuesta para que pueda ser construida.

Diseño Estructural

Está relacionado con el material. Las dimensiones estimadas inicialmente se verifican para los requisitos de diseño en lo referente a durabilidad, estabilidad, resistencia y rigidez.

Faro Habitable

(Faro) Construcción destinada a guiar y señalizar el paso a diversas embarcaciones que surcan las aguas territoriales. Algunos de ellos se operan mediante especialistas destinados por la Armada y en algunos casos, estos funcionarios se instalan solos o acompañados de sus familias.

Materiales Compuestos

Consisten en la combinación de dos o más materiales que se suman para lograr propiedades específicas actuando juntos como uno solo. Poseen mayor resistencia, flexibilidad, fuerza o ligereza que muchos materiales tradicionales.

Unidad Modular [Arquitectura]

Una estructura prefabricada portátil hecha en otro lugar y que se trasladó a un sitio para su instalación y su posterior uso. Pueden utilizarse entre sí para componer una estructura arquitectónica común mediante su interconexión.

Zonas Aisladas

Son territorios definidos por sus carencias y son analizados desde su distancia y sus problemas de conectividad. Son sectores geográficamente apartados o con dificultades de acceso para sus habitantes.

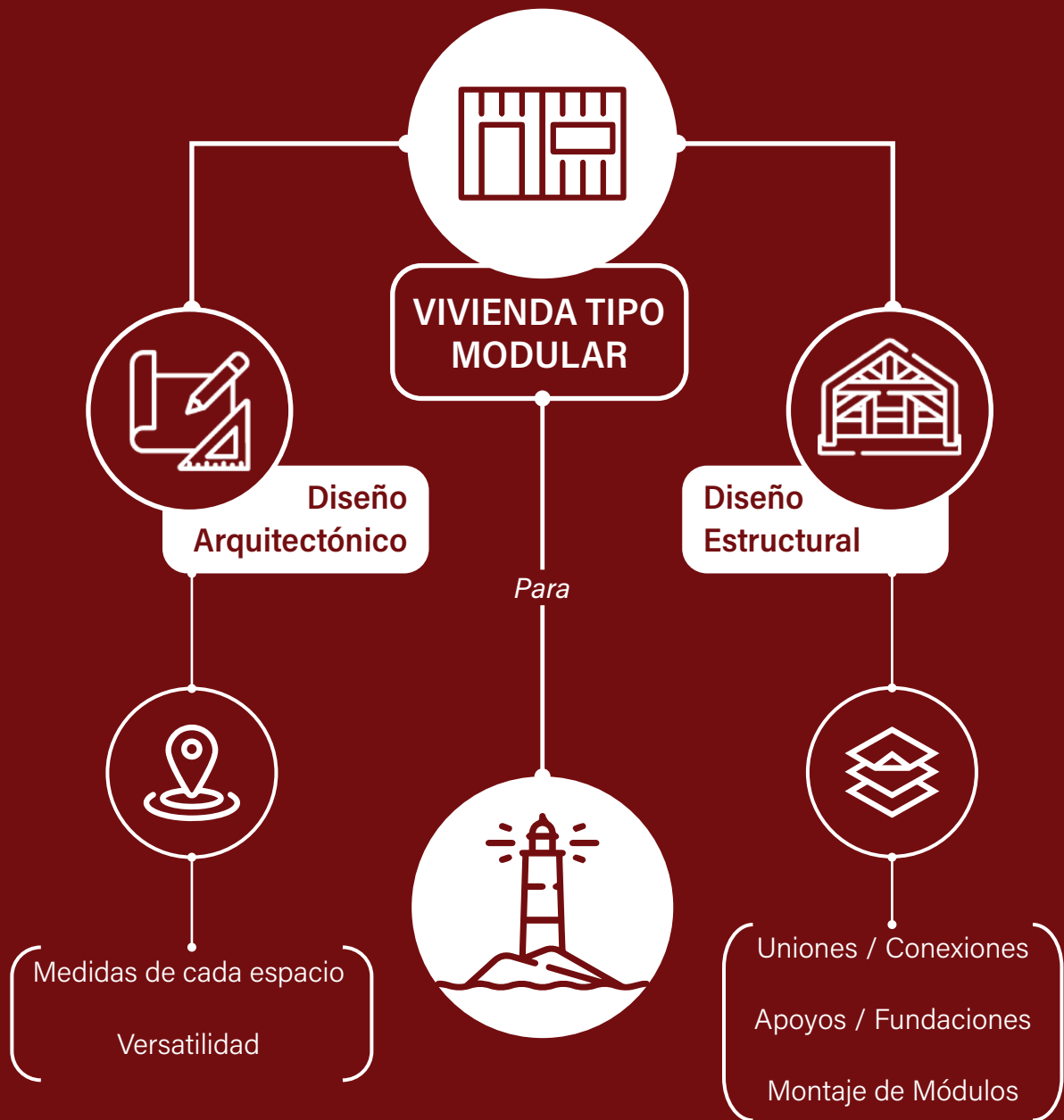
INDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
GLOSARIO (Palabras Claves)	6
00 - INTRODUCCIÓN	10
01 - ANTECEDENTES GENERALES	14
Unidades Modulares	16
<i>El Uso de Prefabricación Modular en Chile</i>	16
<i>Tipos de Sistemas de Prefabricación</i>	19
<i>Alternativas de Uso Unidades Modulares</i>	22
Zonificación Climática en Chile	24
Faros Habitados en Chile	26
<i>Contexto Histórico</i>	30
<i>Faros Zona Sur-Austral</i>	33
<i>Visita Faro Punta Panul</i>	42
Síntesis	46
02 - MATERIALIDAD	48
¿Qué son los Materiales Compuestos?	50
<i>Materiales Tradicionales</i>	54
<i>Plásticos Reforzados</i>	55
Fibra de Carbono (CFRP)	56
<i>Complementos</i>	58
Pre-Preg CFRP	63
Faro Puerto de Valencia, España	64
Síntesis	66

03 - PROPUESTA UNIDADES HABITACIONALES PARA FARO BAHÍA FÉLIX	68
Referentes	70
Primeras Iteraciones	73
Emplazamiento	76
Consideraciones de Diseño	82
Estrategias de Diseño	83
Anteproyecto	84
Diseño Arquitectónico	84
Diseño Estructural	90
Planimetría	96
Detalles Constructivos	100
Visualizaciones Maqueta Digital	104
 CONCLUSIÓN	 110
REFERENCIAS	112
AGRADECIMIENTOS	114
ANEXOS	116

0 0

INTRODUCCIÓN



CONTEXTO TEMA

La demanda de espacios modulares en Chile ha ido en aumento a lo largo de los años dada sus principales ventajas, como su calidad, rapidez de ejecución y hasta diseños personalizados. Otra de las grandes ventajas de este sistema es su versatilidad respecto a sus diferentes formas de uso, pudiéndose adaptar a la funcionalidad que se requiera y permitir la incorporación de más espacios a una vivienda si se requieren.

Para poder diseñar las unidades modulares los dos conceptos principales tomados en consideración son: el *Diseño Arquitectónico* y el *Diseño Estructural*, donde el primero se enfoca en los requerimientos que se solicitan en relación a la funcionalidad del espacio y el segundo se centra en el uso de un material compuesto para la construcción de la estructura de los módulos.

Existen múltiples alternativas de usos para las unidades modulares, es por esto que el enfoque del proyecto son las viviendas en faros habitados. Dado que estos se encuentran principalmente en zonas aisladas desde el norte hasta la zona austral de Chile contando con climas extremos, dificultades de accesibilidad e inconvenientes en posibles ampliaciones de espacios.

La propuesta se enfoca en el mejoramiento de la vivienda actual del Faro Bahía Félix, ubicada en la zona austral del país en el Estrecho de Magallanes. La cual si bien cuenta con espacios aptos para la vida cotidiana de los funcionarios de la Armada, hoy en día las dotaciones están siendo mixtas, y el uso de espacios no es el adecuado para convivir entre hombres y mujeres.

Por lo que se plantea ampliaciones enfocadas en espacios privados para cada funcionario, áreas de almacenamiento y baños, y reorganizar la vivienda actual para uso exclusivo de forma común y de uso cotidiano.

Además, se considera el uso del material CFRP para la base de la estructura de los módulos, dada las ventajas que posee este frente a las características climáticas de la zona y la superioridad de este ante los materiales tradicionales que se utilizan para la construcción. Otra gran ventaja del uso de la fibra de carbono como material estructural es que no requiere de una mantención constante a diferencia de los materiales tradicionales, logrando estimar una vida útil similar los sistemas constructivos modulares tradicionales.

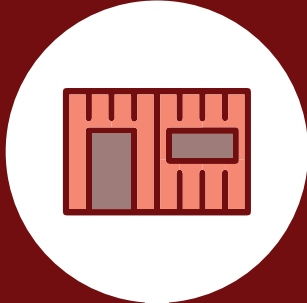
Por esto que se propone como alcances del proyecto:

- Presentar un diseño arquitectónico de una vivienda modular tipo para zonas aisladas del país, cumpliendo con los requerimientos necesarios para su funcionalidad.
- Desarrollar su sistema constructivo a base de fibra de carbono, que no afecte las propiedades mecánicas del material, considerando los apoyos y las conexiones y ensambles correspondientes para que su construcción sea en un tiempo limitado y eficiente.
- Incorporar las instalaciones y material aislante termo-acústico dentro de la propuesta de sistema constructivo a desarrollar, permitiendo una instalación rápida del módulo.

El desarrollo del proyecto se realizó en colaboración con el Centro Científico de Valparaíso (CCTVal), entregando apoyo en la elaboración del diseño estructural de las unidades modulares y el conocimiento del uso de CFRP.

01

ANTECEDENTES GENERALES



UNIDADES MODULARES



ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA EN CHILE



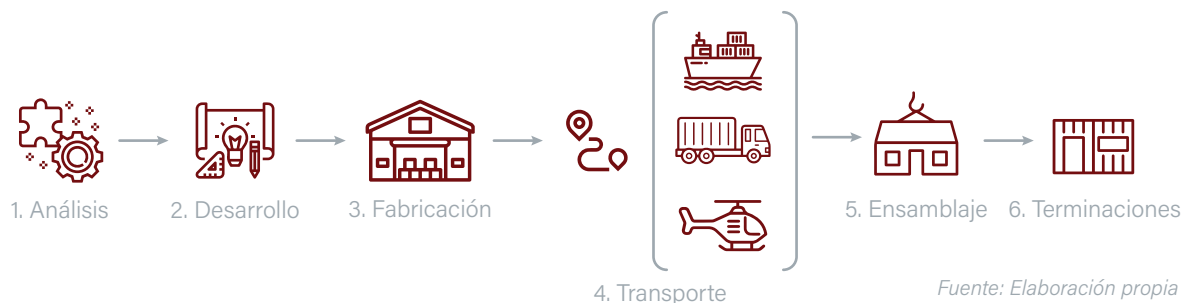
FAROS HABITADOS DE CHILE

UNIDADES MODULARES

El Uso de Prefabricación modular en Chile

Actualmente alrededor del mundo el sistema de prefabricado ha tenido un mayor crecimiento dado que se considera una solución más eficiente y rápida en la construcción, en particular para las zonas más aisladas, debido a sus limitaciones en acceso y traslado de materiales. La característica principal del sistema de prefabricación modular, como su nombre lo indica, es que se compone por medio de módulos construidos en una fábrica o taller diferente a su destino, los que posteriormente se trasladan a su emplazamiento y se instalan en el lugar enlazándose para conformar un conjunto, en donde cada segmento funciona respecto a su programa asignado.

Acorde a lo indicado anteriormente, se definieron 6 etapas para el proceso de la confección para los módulos. Donde se destaca un [1] *análisis previo*, refiriéndose a conocer las necesidades del usuario y la funcionalidad que requieren los módulos, posteriormente un [2] *desarrollo* de lo concluido, para poder comenzar con la [3] *fabricación* de los módulos, y las finalizarlos [4] *transportarlos* al emplazamiento donde se realiza el [5] *ensamblaje* entre los módulos y finalmente se realizan las [6] *terminaciones* en el interior y exterior del conjunto formado.



La configuración de los módulos se define por ciertas variables que determinan la correcta funcionalidad del sistema, permitiendo así la comodidad de sus habitantes. Tales aspectos son:



Terreno



Materialidad



Orientación



Transporte

>El Terreno

Fuente: miratuentorno.cl

Es importante conocer los factores físicos del lugar donde se emplazarán los módulos, teniendo en consideración las características del suelo, y las condiciones climáticas, como las temperaturas, humedad relativa, velocidad del viento, precipitaciones y otras.

> La Materialidad

Conociendo las condiciones meteorológicas del emplazamiento se puede determinar la materialidad que se utilizará, ya que algunos materiales se comportan mejor que otros dependiendo del clima donde se encuentren, asimismo conocer el tipo de aislamiento a ocupar. Además, se debe considerar cada cuanto tiempo se requerirá de la mantención a lo largo de los años.

>La Orientación

Al ubicarse en una zona aislada, es importante considerar la mayor capacidad de ahorro de energía, es por esto que conocer la trayectoria solar es relevante al momento de saber hacia donde orientar los espacios que requieran mayor ingreso de luz natural.

>Transporte

Se debe tener en cuenta el cómo será el transporte de los módulos, las alternativas que se consideran pueden ser de manera aérea (avión o helicóptero), marítima (barco) o terrestre (camiones o remolques)



Ventajas

- **Tiempo**, es una construcción rápida
- **Desechos**, al fabricarse los módulos en un sitio aparte, no se generan desechos en el terreno
- **Diseño**, permiten diversos tipos de estilos, dependiendo del gusto del usuario
- **Materiales**, diversidad de materiales, madera, hormigón, Metalcom, PVC, etc
- **Ampliación**, al ser una construcción mediante módulos, estos se pueden incorporar o retirar dependiendo de las necesidades del usuario



Desventajas

- **Tamaño**, los módulos no deben superar cierto tamaño, se limitan acorde al transporte
- **Financiación**, si bien puede considerarse como un factor positivo dado el bajo costo de este sistema, es importante conocer el valor del material que se utilizará, el rango de personalización y tener en consideración los factores externos que podrían surgir en el proceso

Tipos de Sistemas de Prefabricación

Existen diferentes tipos de sistemas de prefabricación que se utilizan en el país, cada tipo cuenta con ciertas características que permiten determinar cual estilo es el apropiado para lo que el usuario necesite.

Estos tipos disponen tanto de las ventajas como desventajas presentadas anteriormente, particularmente la rapidez y facilidad en su construcción. Además, se debe tener en cuenta que la instalación de estos sistemas requiere de una preparación previa del terreno, el tipo de transporte al lugar y el embalaje de las partes.

Los tipos de sistemas de prefabricación más recurrentes en Chile para lugares aislados son:



Alpina



Tipo Domo



Containers



Tipo Modular

A continuación se presentan las descripciones de cada uno de estos estilos.

>Alpinas

Son un modelo pensado para las personas que gusten de la vida en la montaña o sectores campestres. Conocidas como "tipo A", dado su parecido con la letra, la forma triangular del techo evita la acumulación de nieve y que al derretirse se eviten problemas de humedad en el interior el recinto.

Utilizadas principalmente para refugios o complejos turísticos en la montaña. Construidas generalmente con madera. Es importante la orientación que se les de, ya que al poseer grandes ventanales característicos del estilo determina la cantidad de luz natural que e recibirá.



>Tipo Domo

Son una variedad de construcción en forma de media esfera. Considerada una de las construcciones que más resisten ante el viento y la nieve debido a su superficie aerodinámica.

Son perfectos para proyectos turísticos o una vivienda en un lugar tranquilo.

Poseen resistencia al frío, dada su característica forma redondeada permite que se conserve el calor en el interior.



>Containers

Son una de alternativas habitacionales más viables hoy en día. Se caracteriza por utilizar contenedores marítimos como base estructural. Es importante para este tipo de sistema utilizar material aislante, par así mantener el interior más confortable.



Una de sus ventajas es que cuentan con una buena resistencia, además de ser adaptables, pudiendo apilarlos con mayor facilidad. La forma que poseen permiten que sean de fácil transporte dado que los contenedores están adaptados a las medidas normadas.

>Modular

Son construidas por bloques en la fábrica o taller, donde posteriormente se trasladan a su lugar definitivo y se instalan conectando sus recintos. Se caracterizan por el reducido tiempo que utilizan en su construcción.



Cuentan con diseños pre-diseñados o personalizados adaptados a los requerimientos de los usuarios.

Alternativas de Uso Unidades Modulares en Chile

La ventaja principal de las viviendas modulares es que permiten ser transportadas a diferentes lugares que se encuentren en sectores lejanos además de poder adaptarse correctamente a diferentes tipos de climas. En Chile se ha implementado su uso en diversos sectores, ya sea de manera particular o industrial. Algunos de los usos actuales de las viviendas con este sistema en el país son:



Fuente: Elaboración propia

- Viviendas particulares, una opción por su personalización y rapidez

- Viviendas para faros habitados del país, en donde se busca una solución rápida y eficiente para proporcionar a los empleadores instalaciones cómodas y duraderas.

- Unidades habitacionales para campamentos mineros, entregando a los trabajadores instalaciones cómodas, resistentes y de fácil transporte a los emplazamientos más lejanos.

- Refugios en zonas extremas donde no existan caminos, en el caso de guardabosques en parques nacionales, pudiendo ser trasladadas las unidades habitacionales por medio de helicóptero.

- Su uso para industrias o empresas ubicadas en zonas aisladas y que requieran de la permanencia de sus trabajadores o de forma periódica.



*Vivienda Particular
Fuente: TecnoFast*



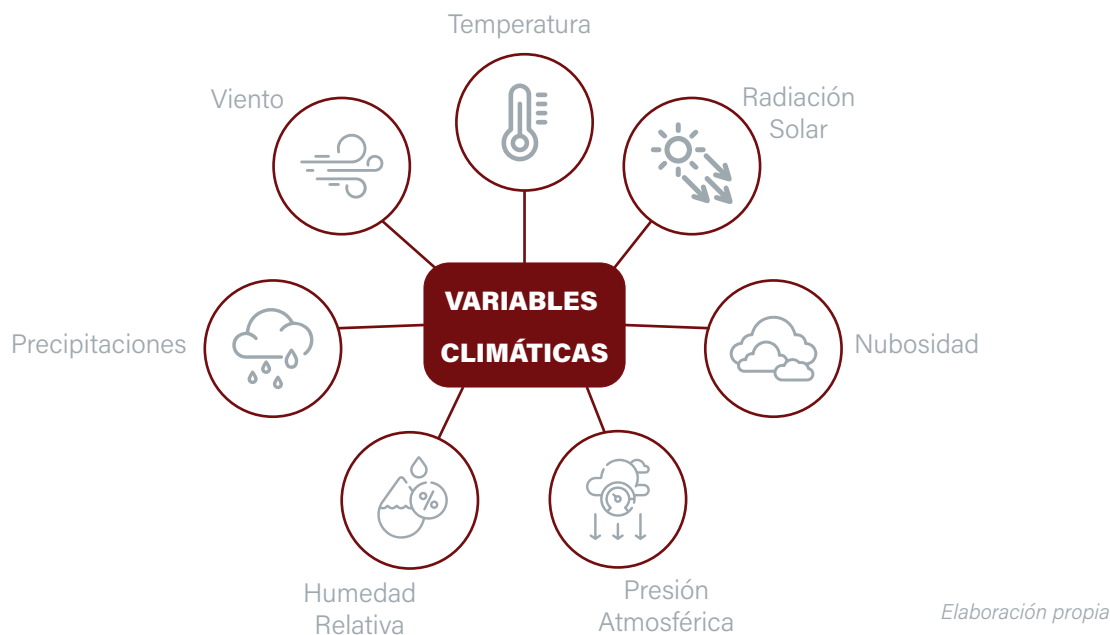
*Campamento minero Alto Maipo - Rental
Fuente: TecnoFast*



*Oficinas Rental
Fuente: TecnoFast*

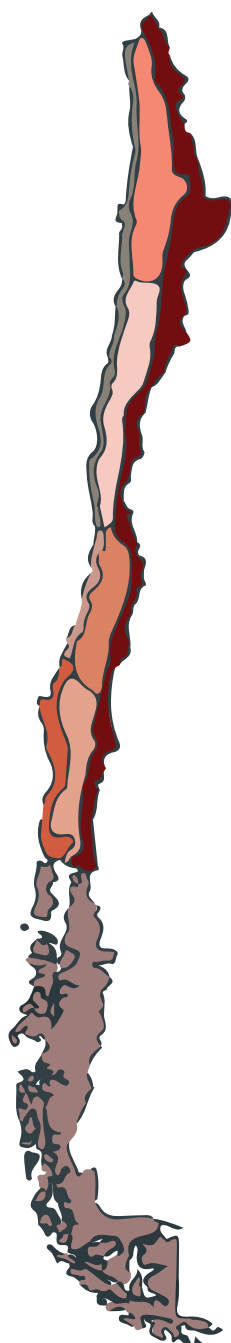
ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CHILE

El concepto de clima se define por un conjunto de variables atmosféricas, las cuales caracterizan a una región o territorio.



“El clima de una cierta región afecta directamente la forma en que desarrolla toda actividad humana. Los factores que lo determinan debieran condicionar el diseño arquitectónico y la selección de las soluciones de construcción de un cierto proyecto.”²

Chile se caracteriza por su extensión territorial y su singular forma dada por diferentes accidentes geográficos, generando diversos tipos de climas a lo largo y ancho del territorio. Por lo que cada zona geográfica posee diferentes dificultades al momento de construir.



La zonificación climática habitacional del país se define mediante la norma NCh 1079-Of.77, la cual indica que existen 9 zonas climáticas, esto con el fin de facilitar un correcto diseño arquitectónico en cada parte del territorio.

Los factores climáticos poseen un comportamiento constante tanto a lo largo como a lo ancho en el país, evidenciando las distintas zonas climáticas existentes.

	FACTORES CLIMATOLÓGICOS	
	INCREMENTAN	DISMINUYEN
DE NORTE A SUR	Precipitaciones	Temperaturas del Aire
	Humedad del Aire	Radiación Solar
	N° de Meses de Invierno	Altura Solar
	Nubosidad	
	Vegetación	
DE OESTE A ESTE	Oscilación Diaria de T°	Humedad del Aire
	N° de Horas de Sol	Nubosidad
	Radiación Solar	Presión Atmosférica

Fuente: Pie de página Pág 48

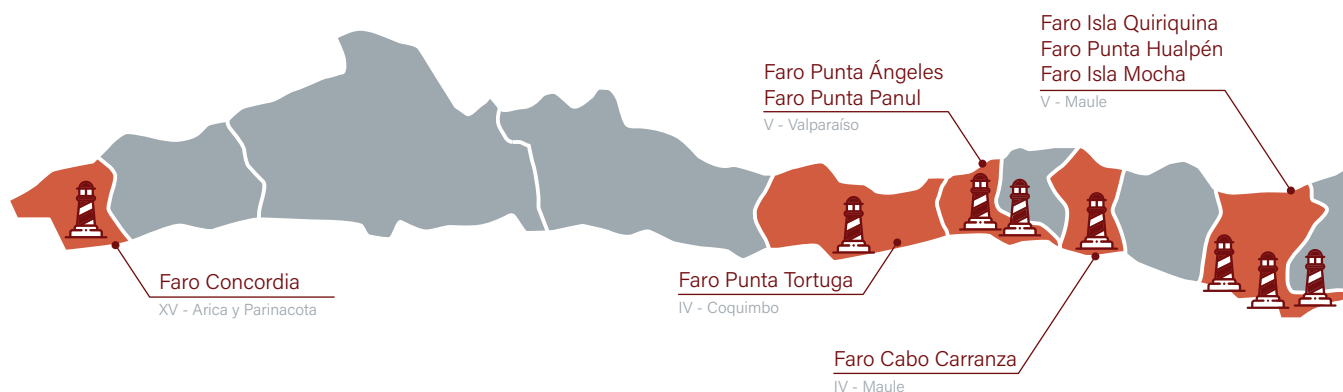
- Norte Litoral
- Norte Desértico
- Valles Transversales
- Centro Litoral
- Centro Interior
- Sur Litoral
- Sur Interior
- Sur Extremo
- Zona Andina

Fuente: Pie de página. Pág 46

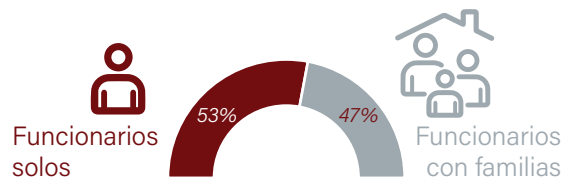
FAROS HABITADOS EN CHILE

Chile se ubica en el extremo suroeste de Sudamérica y cuenta con 2.400 millas náuticas de costa, uno de los factores fundamentales para el surgimiento de los faros a lo largo del país, dado que más de un tercio del litoral chileno está constituido por un vasto archipiélago que consta de unas 5000 islas las cuales forman una red compleja de canales con bajos, roqueríos y pasos estrechos. Haciendo que la señalización marítima sea de vital importancia en esta zona.

Existen más de 1.000 señales marítimas creadas para facilitar las condiciones de seguridad para la navegación en este contexto geográfico, de las cuales 56 de ellas son faros.³

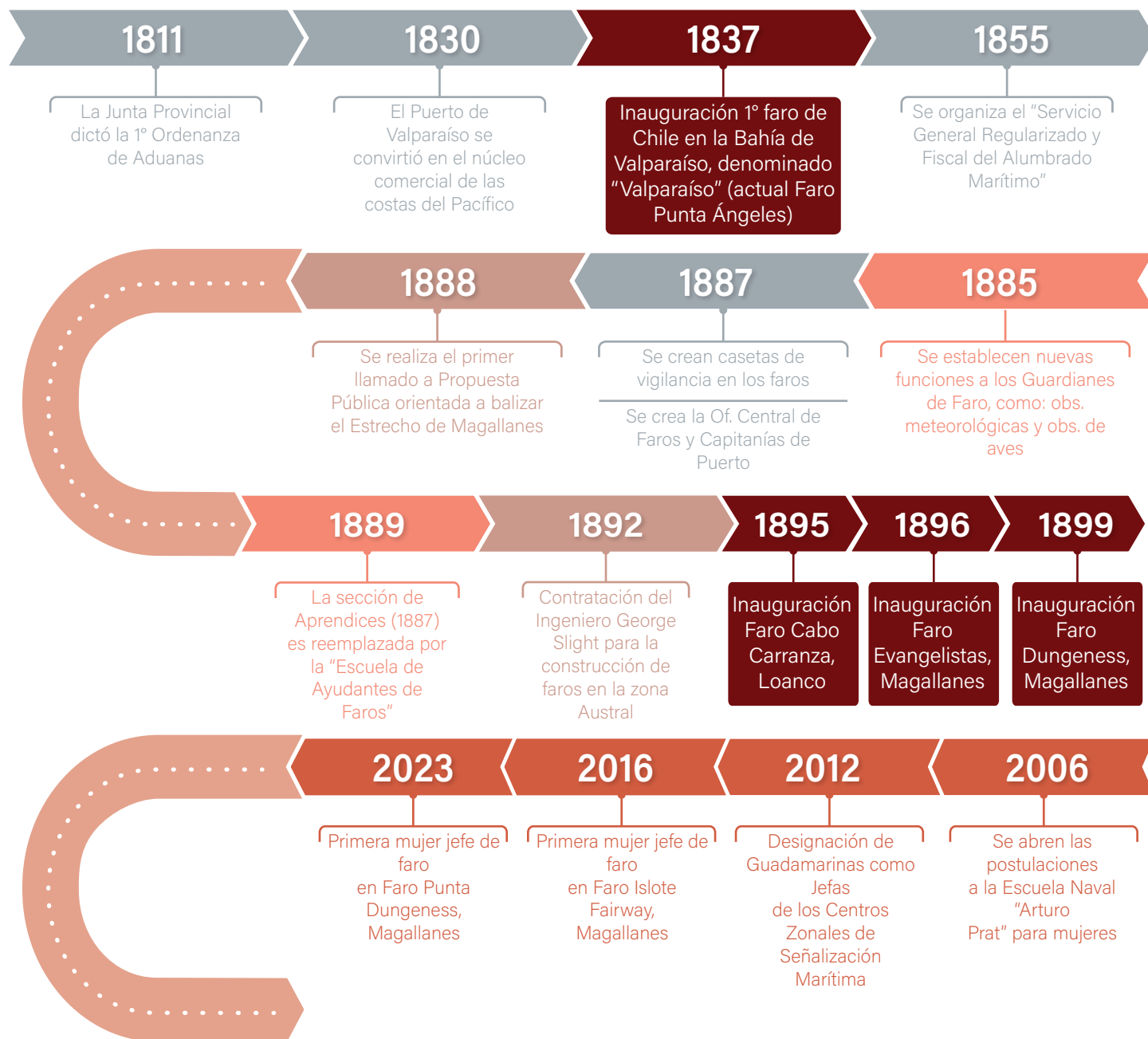


Sólo 19 son habitados por especialistas de la Armada y los restantes funcionan de manera automática. De los cuales 11 son faros habitados que cuentan con personal acompañados de sus familias, lo cual es un factor fundamental para ellos al estar aislados por cierta cantidad de tiempo. Normalmente pueden llegar a permanecer por meses o incluso por varios años, dependiendo mucho del faro al cual son asignados los funcionarios.⁴



Fuente: Faros Habitados de Chile.
Elaboración propia

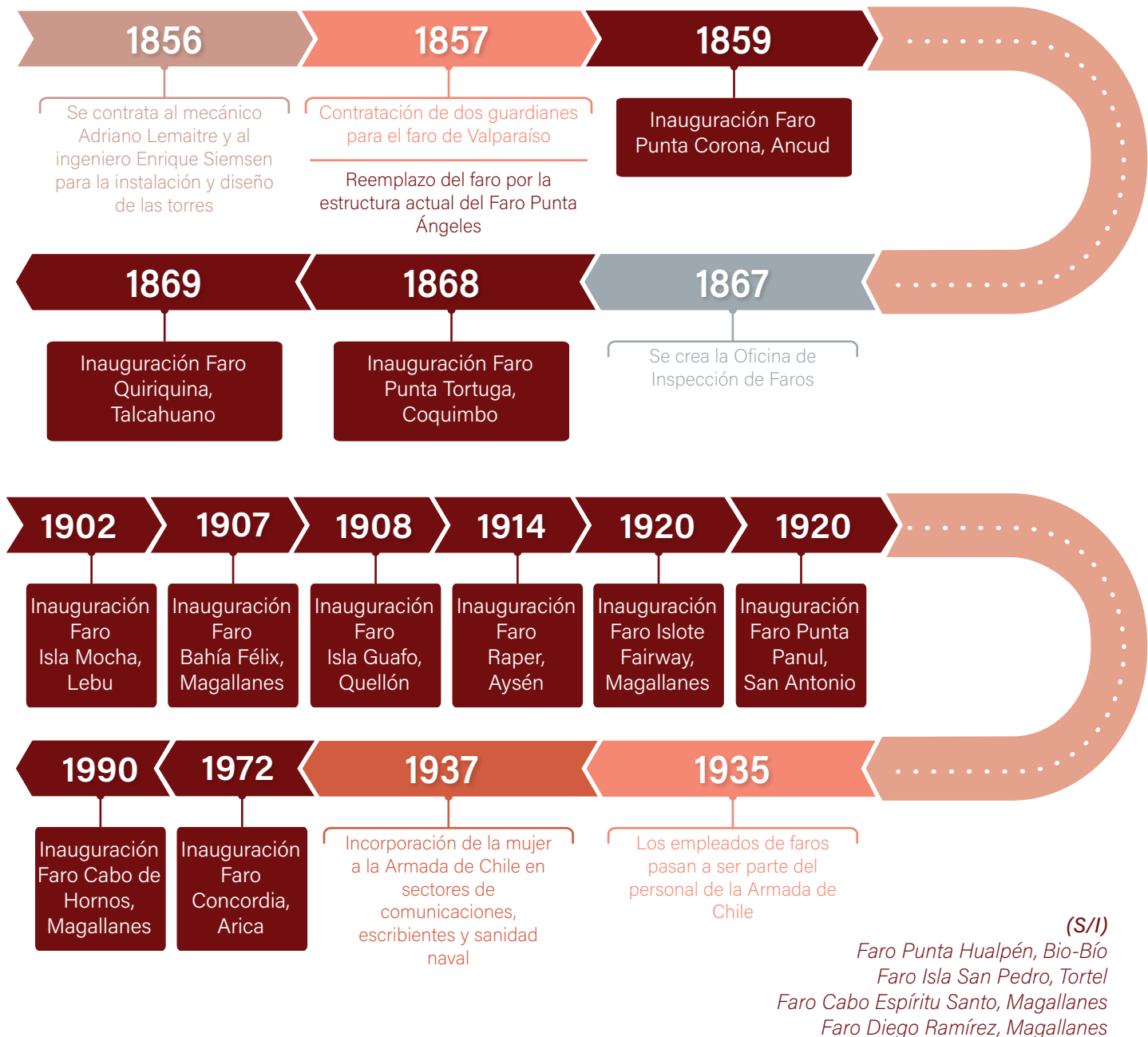
Faros en Chile - Línea de Tiempo



Fuente (4) 2012 - Servicio de Señalización Marítima, "Libro de Faros"

Fuente (5) https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/estrechodemagallanes_es.html

Faros Habitados



Contexto Histórico

Para reducir el análisis territorial y obtener datos más concretos se plantea un enfoque en los faros habitados por funcionarios de la Armada a lo largo del país, específicamente los ubicados en la zona sur-austral, los cuales se encuentran mayormente aislados de las ciudades y poseen condiciones climáticas extremas, además de ofrecer un rango de flexibilidad en cantidad de usuarios, dado que en unos se encuentran los funcionarios solos y en otros con sus respectivas familias.

>Inicios de la Actividad Marítima en Chile

La Actividad Marítima en Chile comienza en 1536 con la llegada de El Santiaguillo, el primer barco a la bahía de Valparaíso, bautizándola como el puerto más importante del en la zona central del país.

Fue en 1811, posterior a la Independencia del país, cuando se dictó la Primera Ordenanza de Aduanas, la cual se dedicaba a reglamentar la carga y descarga de mercadería de los puertos, constituyendo la Primera Organización Portuaria, comenzando así un proceso de apertura comercial e inserción en la economía mundial en el país. Ya en 1830, el Puerto de Valparaíso se convirtió en el núcleo comercial de las costas del Pacífico.

Dado el progreso que tenía la navegación comercial en el país, el presidente de la República Don Manuel Montt ordenó la construcción del primer faro del país, ubicándolo en la bahía de Valparaíso, en Punta Ángeles siendo inaugurado en 1837, sirviendo como señalización marítima para que los buques mercantes puedan identificar la entrada principal y primer puerto del país.

>Faros Habitados del País

Junto con el reemplazo estructural del Faro Punta Ángeles en 1857, se realizó la contratación de dos guardianes para servir en el faro. En 1885 se establecen nuevas funciones a los guardianes del faro, la observación meteorológica y la observación de aves, esta última con fines internacionales.

En enero de 1887, se ordena la creación de puestos de vigías en los faros destinados a su habitabilidad y cuidado, comenzando con el Faro Punta Ángeles. En ese mismo año se crea la Oficina Central de Faros y Capitanías de Puerto, donde se enseña todo lo referente al manejo de los faros.

Tiempo más tarde en 1935, los empleados de faros pasan a ser parte del personal de la Armada, denominados "personal de faros y vigías".

>Incorporación de la mujer a la Armada de Chile

La incorporación de la mujer a la Armada inicio en 1937, donde se integraron mujeres para las secciones de comunicaciones, escribientes y sanidad naval. Fue en 2006 el hito relevante en donde se abren las postulaciones a la Escuela Naval "Arturo Prat" para las mujeres.

En 2012, se designan como Jefas de los Centros Zonales de Señalización Marítima a las primeras mujeres con este rango, siendo parte de las primeras mujeres egresadas de la escuela. En el año 2016 se asigna a la primera mujer jefe de faro, cumpliendo su labor en la zona Austral del país en el Faro Islote Fairway en el Estrecho de Magallanes.

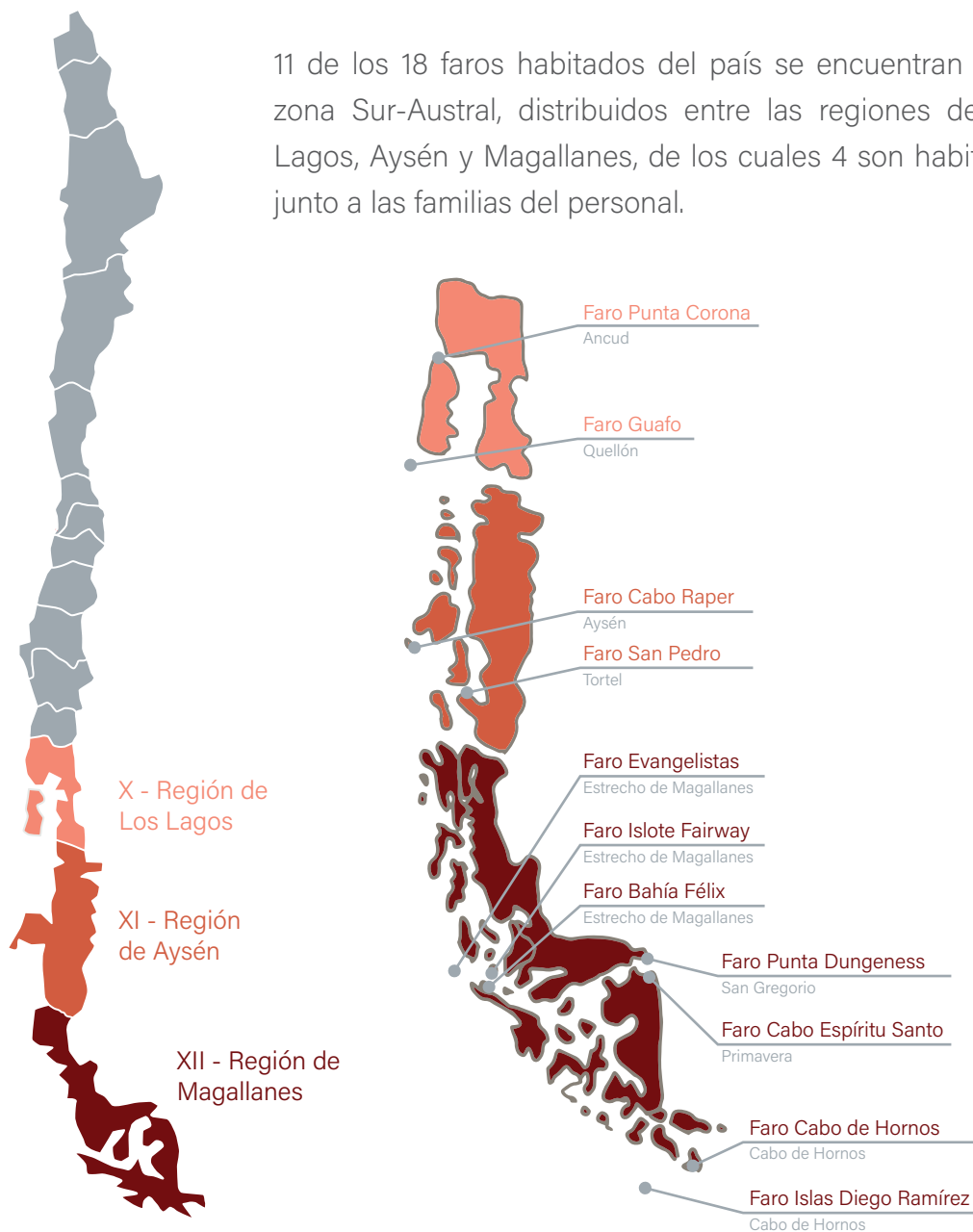
>Faros del Estrecho de Magallanes

A finales del siglo XIX, El Estrecho de Magallanes era paso obligatorio de los buques nacionales e internacionales como conexión del Océano Pacífico y del Océano Atlántico, previo a la construcción del Canal de Panamá en 1904.

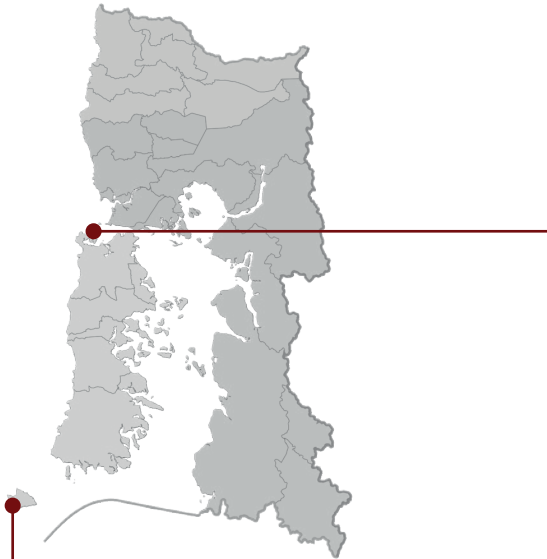
En un período de 25 años sucedieron 36 siniestros por las dificultades existentes en la navegación por el Estrecho. Por esto las autoridades comprendieron la necesidad de generar un sistema de señalización marítima para mayor seguridad, por lo que en 1868 se realiza el llamado a Propuesta Pública orientada a balizar el Estrecho de Magallanes, para esta labor se realizó la contratación del Ingeniero George Slight, el cual se hizo cargo de diseñar y construir los faros en la región Austral del país, tales como el Faro Evangelistas, Faro Bahía Félix, Punta Delgada entre otros.

Faros Zona Sur-Austral

11 de los 18 faros habitados del país se encuentran en la zona Sur-Austral, distribuidos entre las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, de los cuales 4 son habitados junto a las familias del personal.



Faros Región de Los Lagos



FARO GUAFO (1907)

ISLA GUAFO, QUELLÓN

- En 1852 habría una casa de madera de dos pisos pero fue destruida por un temporal
- En su comienzo fue habitado con personal y su familia, actualmente habitan solo funcionarios
- Zona de estudios científicos, biodiversidad marina
- Dotación de 4 marinos con rotación cada 4 meses



FARO PUNTA CORONA (1859)

ANCUD

- Cuenta con 3 viviendas para el personal que habita el lugar junto a sus familias
- Atractivo turístico de la zona
- Cuenta con sala de exhibición
- Segundo faro más antiguo del país



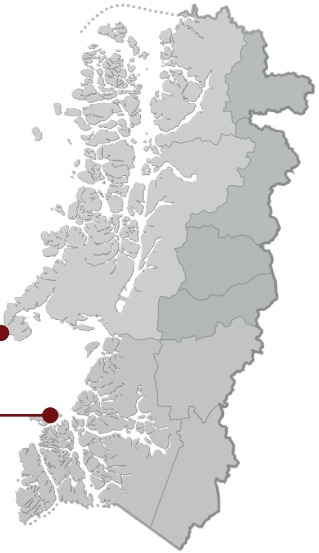
Faros Región de Aysén



FARO CABO RAPER (1914)

PENÍNSULA TRES MONTES

- Contó con una línea férrea hasta 1921 al estropearse la locomotora, actualmente el transporte de carga es realizado a con ayuda de un tractor y una carreta tirada por animales
- Zona de biodiversidad
- Acceso vía aérea y marítima, dependiendo de las condiciones climáticas



FARO SAN PEDRO (1922)

ISLOTE SAN PEDRO

- Atracción turística de la zona
- Radio Estación Marítima realiza labores de control de tráfico marítimo y registro de datos meteorológicos de la zona

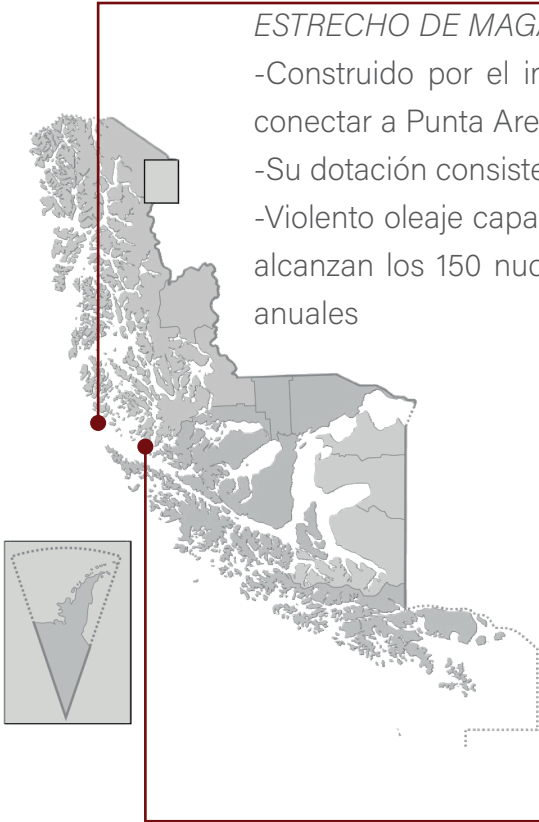


Faros Región de Magallanes

FARO EVANGELISTAS (1896)

ESTRECHO DE MAGALLANES

- Construido por el incremento de tráfico marítimo internacional y conectar a Punta Arenas con el resto del país
- Su dotación consiste de 4 marinos por 4 meses
- Violento oleaje capaz de salpicar hasta la base del faro, los vientos alcanzan los 150 nudos y la lluvia entre los 2mil y 3mil milímetros anuales

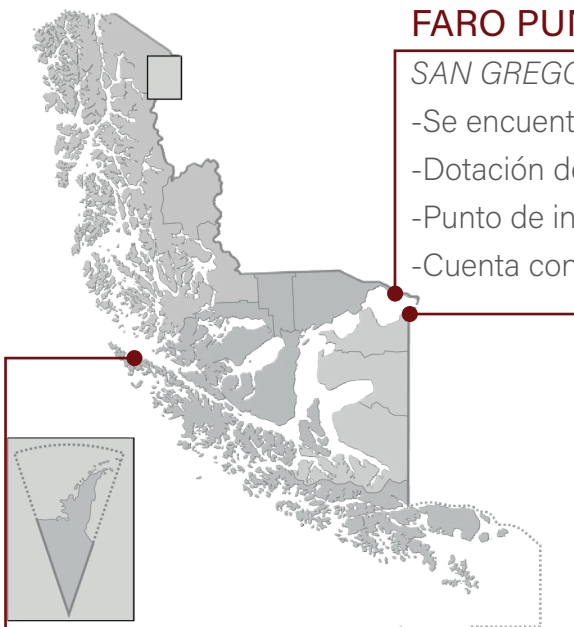


FARO ISLOTE FAIRWAY (1920)

ESTRECHO DE MAGALLANES

- Su dotación se compone de matrimonios en servicio de la Armada
- Funciones generales como el control naval del tráfico marítimo, observaciones meteorológicas, verificar el funcionamiento de las balizas ubicada en el estrecho

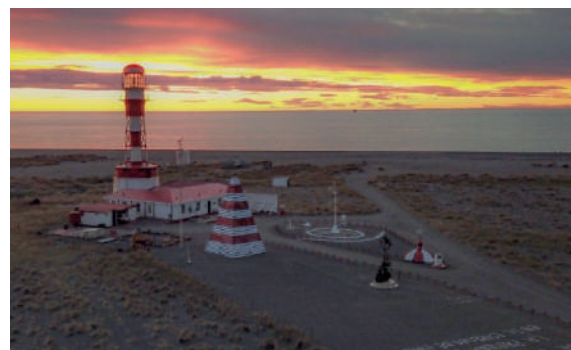




FARO PUNTA DUNGENESS (1899)

SAN GREGORIO

- Se encuentra en la entrada del estrecho de Magallanes
- Dotación de 3 especialistas con familia
- Punto de interés turístico de la zona
- Cuenta con una estación meteorológica automática



FARO CABO ESPÍRITU SANTO (1968)

ISLA TIERRA DEL FUEGO

- Ubicado en la frontera entre Chile y Argentina
- Casa habitada por personal naval y su familia



FARO BAHÍA FÉLIX (1907)

ESTRECHO DE MAGALLANES

- Cuenta con una línea férrea para el traslado desde el muelle a la casa
- Su dotación cuenta de 4 funcionarios
- La mantención de los recintos demanda alta exigencia debido a la constante humedad



FARO MONUMENTAL CABO DE HORNOS (1991)

ISLA HORNOS

- Accesible solo en barco
- El edificio de la fue construido en 2006
- Referencial para los buques que eligen esta ruta de navegación como alternativa a al del estrecho



FARO ISLA DIEGO RAMIREZ (S/I)

ISLA GONZALO

- Ubicado en el extremo oceánico del continente, "Faro del Fin del Mundo"
- Temperatura extremas y rachas de viento de 200 kilómetros por hora
- Rotación dotaciones de 4 funcionarios cada 6 meses



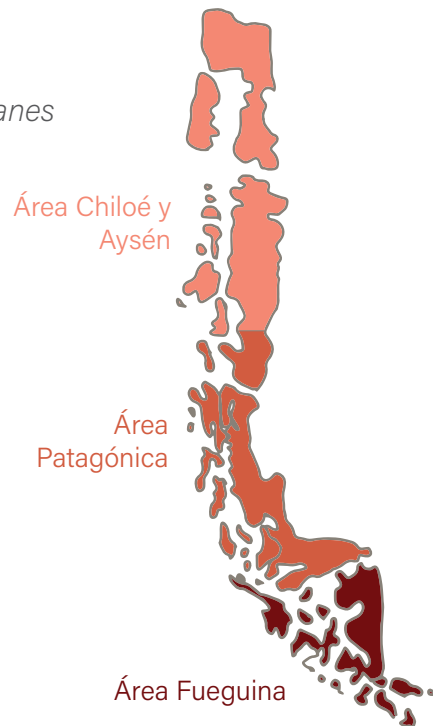
Análisis Macro

>Descripción Geográfica

Al sur desde el Canal Chacao al Cabo de Hornos existen 1.095 millas náuticas de canales, angosturas y fiordos, las cuales se dividen en tres áreas geográficas:

- 1) Área Chiloé y Aysén
Canal Chacao - Golfo de Penas
- 2) Área Patagónica
Golfo de Penas - Estrecho de Magallanes
- 3) Área Fueguina
*Estrecho de Magallanes -
Cabo de Hornos*

Esto proporciona aguas interiores resguardadas del mal clima y temporales comunes del Océano Pacífico, siendo aptas para las navegaciones de todo tipo de naves.



Fuente: <https://www.directemar.cl>
Elaboración propia

> *Meteorología General*

Características Climáticas por Áreas Geográficas:

1) Área Chiloé y Aysén:

Precipitaciones en invierno. En verano el clima es más templado y los días de sol más frecuentes.

2) Área Patagónica:

Se presentan vientos del sur, con mayor frecuencia durante la primavera y verano.

3) Área Fueguina (Área Patagónica):

Zonas frías y lluviosas durante todo el año. El invierno es más frío y nieva principalmente entre mayo y agosto.

> *Rutas de Navegación*

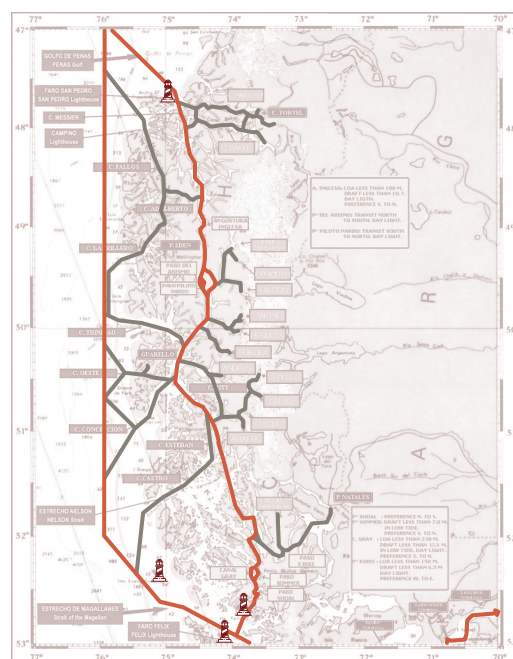
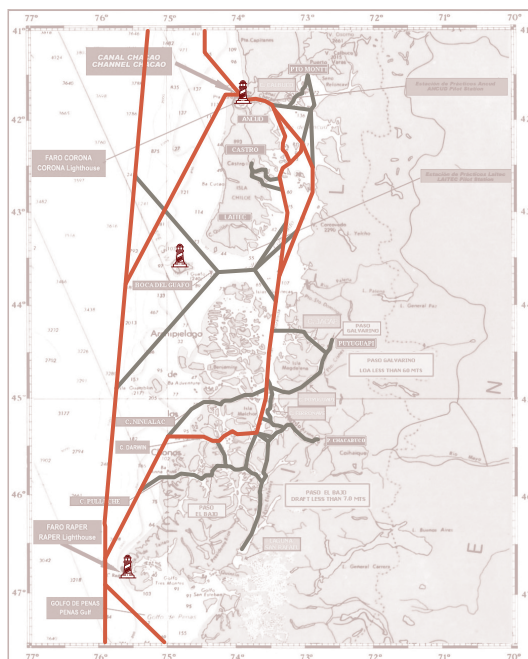
Existen DOS Rutas de Navegación:

1) Oceánica: rodea por medio de las aguas exteriores, pasando por el Cabo de Hornos.

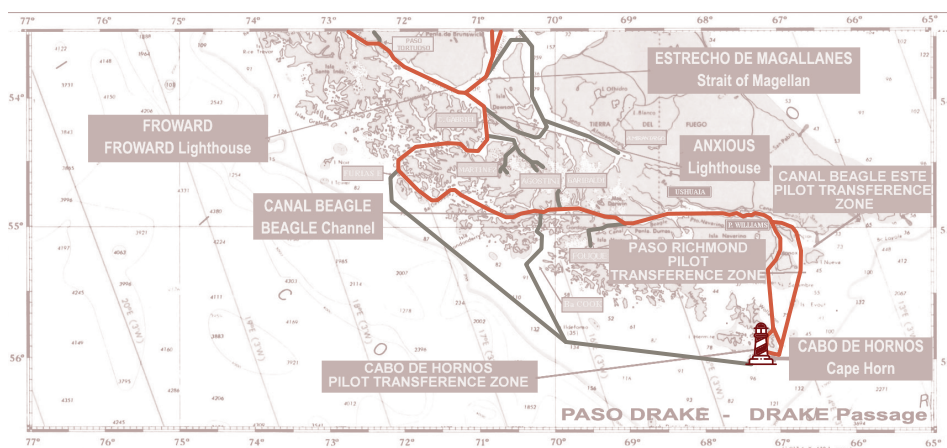
2) Canales-Aguas Interiores: ofrece alternativas de navegación. Altamente recomendable en caso de malas condiciones meteorológicas (comunes en esta área), pasando por el Estrecho de Magallanes en la zona austral.

Todas las rutas por aguas interiores chilenas están señalizadas

Existen restricciones especiales respecto al porte de la nave o condiciones de navegación, contando con algún paso alternativo.³



Fuente: DIRECTEMAR



Fuente (5) https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/estrechodemagallanes_es.html

Fuente: DIRECTEMAR

Visita Faro Panul

San Antonio, Valparaíso

En la actualidad el Faro Punta Panul es habitado por 3 especialistas junto a sus familias, los cuales llevan casi 4 años al servicio de las instalaciones. Al ser un faro cercano a la ciudad ubicado en dependencias de la Armada, constantemente reciben visitas de particulares, colegios y jardines.

Las instalaciones cuentan con estación meteorológica con la cual controlan diferentes variables climáticas tanto de manera manual y de manera automática, como la temperatura, la humedad relativa, la nubosidad, horas de sol, velocidad del viento y precipitaciones.

También cuentan con una carpintería, sala de máquinas, oficina de control, huertos, gallinero y helipuerto.

El aprovisionamiento de los faros se realiza al momento que se rotan las dotaciones de especialistas, pueden ser por vía aérea o marítima dependiendo de las condiciones meteorológicas. Las cargas incluyen víveres, material de construcción, cilindros de gas, combustible, artículos personales de los funcionarios, entre otros, esto con el fin de asegurar una adecuada calidad de vida del personal y una operación permanente de los sistemas.



Fuente:
Fotografías personales

El Cabo Víctor Barrientos, uno de los tres fareros del lugar, como muchos de los especialistas de esta área a sido trasladado a la gran mayoría de los faros habitados de la zona sur-Austral del país, indicó algunas de las consideraciones que se deben tener en cuenta para una buena habitabilidad en estos lugares, tales como:



>Filtración en la captación de aguas lluvia

Actualmente cuentan con captación de aguas lluvia como estrategia en todos los faros aislados en la zona sur-austral, pero no poseen un sistema de filtración adecuado, provocando que el personal deba usar e ingerir agua en malas condiciones.



>Tipo de Energía

Para el funcionamiento de las maquinarias y de uso personal se utilizan generadores, entre 2 a 3 de ellos dependiendo del faro.



>Calefacción

En los faros más alejados en la zona austral el tipo de calefacción es mediante gas y los ubicados en la zona central-sur utilizan calefacción por leña.



>Instalaciones

En cada faro existe una fosa séptica en la cual se conectan los servicios para los desechos sanitarios. Además, cuentan con sistema hidropack conectado con el tanque de agua.



>Clima

Especialmente en los faros de la zona austral el clima es un factor crucial, dada las bajas temperaturas, las velocidades elevadas de viento y la gran cantidad de precipitaciones durante el año, complicando la mantención externa y provocando posible congelamiento de cañerías y tuberías. Además, se debe considerar que la techumbre soporte el peso de gran cantidad de nieve.



>Humedad

Al ubicarse las instalaciones en las costas del país, la humedad es muy elevada en estas áreas, generando filtraciones en las viviendas

SÍNTESIS

Referente a lo presentado en el capítulo se puede determinar que el **sistema prefabricado tipo modular** es una solución óptima para el mejoramiento y mayor comodidad para los faros habitados a lo largo del país, **otorgando espacios tanto más privados como comunes**, dado que al ser un sistema en donde los recintos se transportan ya fabricados permiten una instalación más rápida, dada las condiciones climáticas a las que se encuentran sometidos los faros de la zona sur-austral.

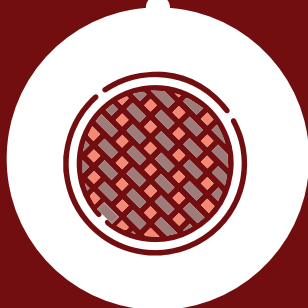
Además, se tiene conciencia de las **consideraciones que se deben tener en cuenta en los casos de situaciones aisladas** observadas en la visita al Faro Punta Panul, como la captación de aguas lluvia, la calefacción, sistema de instalaciones entre otros.

0 2

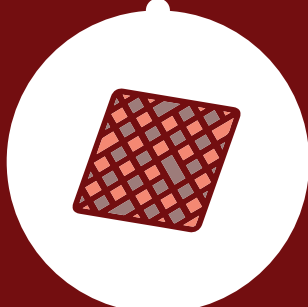
MATERIALIDAD



MATERIALES COMPUESTOS



FIBRA DE CARBONO (CFRP)



PRE-PREG CFRP

¿QUÉ SON LOS MATERIALES COMPUESTOS?

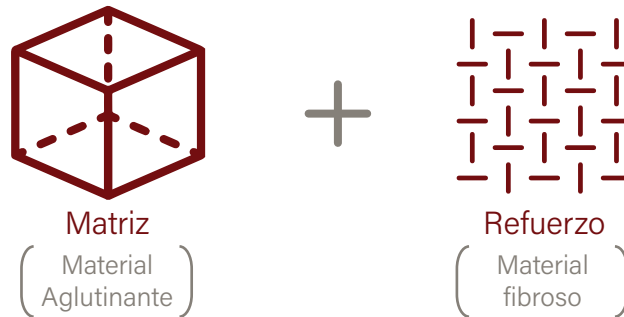
Son fabricados por el hombre, y como su nombre lo indica son combinaciones de materiales, los cuales se suman para conseguir un mejoramiento en sus propiedades, actuando así de mejor manera unidos que de forma individual.

Un material compuesto es una combinación de dos o más materiales que poseen diferentes propiedades, tanto físicas como químicas. Al formarse generan mejores características llegando a ser más fuertes, más ligeros y más resistentes, ya que son diseñados para ejercer un determinado uso que requiera **mayor resistencia, eficiencia o durabilidad.**

El término compuesto se refiere a un material estructural (matriz) dentro del cual se incrusta un material fibroso (refuerzo), este último proporciona la fuerza que posee el material y la matriz actúa como adhesivo, uniendo las fibras y dando solidez al material.

Los materiales que lo componen no se mezclan completamente, sino que se combinan y aportan sus propiedades para mejorar el producto final. Dentro de la estructura acabada, los elementos individuales permanecen separados, lo que diferencia a los materiales compuestos de las mezclas y soluciones sólidas.

Los Materiales Composites caracterizan por componerse de la unión dos elementos principales:



>Matriz

Es el material aglutinante que permite a las fibras poder trabajar de forma conjunta, ayuda a mantener en posición y orientación el refuerzo, además de proteger las fibras de las condiciones medioambientales, esfuerzos de compresión y del desgaste que podrían tener.

Tipos de Matriz

- Matriz Cerámica*, se utilizan para aplicaciones de alta temperatura.
- Matriz Metálica*, se usan más en la industria automotriz.
- Matriz Orgánica, Polimétrica o Plástica Reforzada*, son las más comunes.

Las matrices orgánicas pueden ser elastómeras, termoestables o termoplásticas, siendo las resinas termoestables las más utilizadas para generar materiales compuestos de alto rendimiento. Estas resinas dan lugar a un producto sólido, insoluble e infundible mediante un proceso de curado o reticulación. Por otro lado, las termoplásticas se funden cuando se exponen al calor.

Fuente (6): <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-compuestos-que-son-y-para-que-sirven/>

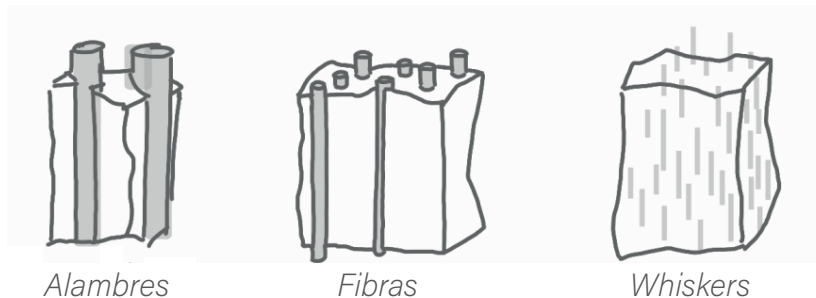
Fuente (7): Carbono Composites "Curso de formación Profesional en Composites de Fibra de Carbono"

>Fibra (Refuerzo)

Son los elementos que le aportan resistencia mecánica, rigidez y dureza al compuesto, proporcionando las propiedades estructurales. A mayor volumen de las fibras, mayor serán las propiedades en el compuesto.

Tipos de Refuerzo

- Partículas: compuestos reforzados con partículas grandes son utilizados con matrices metálicas, poliméricas y cerámicas. Por ejemplo, el concreto, formado de cemento (la matriz) y arena y grava (las partículas)
- Fibras: la mayoría de estos materiales alcanzan una mejor resistencia a la fatiga, rigidez y relación resistencia peso. De acuerdo al diámetro y características de las fibras pueden ser agrupadas como alambres, fibras y whiskers (de mayor a menor diámetro respectivamente).



>Tipos de Fibras

- Fibras de vidrio
- Fibras de carbono
- Fibras de boro
- Fibras cerámicas
- Fibras metálicas
- Fibras de aramida (Kevlar)
- Fibras naturales

Fuente (6) <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-compuestos-que-son-y-para-que-sirven/>

Fuente (7): Carbono Composites "Curso de formación Profesional en Composites de Fibra de Carbono"

>Las fibras se pueden encontrar en diferentes formatos:

- Roving / Hilo Continuo
- Tejido
- Hilos Cortados
- Trenzado

La demanda de materiales más ligeros y resistentes en la industria ha sido la principal fuerza que ha impulsado el desarrollo de los materiales compuestos, ya que se trata de materiales más ligeros, fuertes y duraderos en comparación con los materiales comunes.

Además, son materiales que resisten bien el calor y la corrosión. Por esto, sus aplicaciones son ideales en productos expuestos a entornos extremos, como barcos e industria aeronáutica. Otras aplicaciones habituales son en edificios, puentes y estructuras, piscinas, entre otros.

La evolución de los materiales compuestos a lo largo de los años a significado un mejoramiento en la construcción, en donde se busca que estos sean cada vez más duraderos y que tengan una mejor resistencia.

Materiales Compuestos Tradicionales

Los materiales compuestos también se encuentran en el campo de la construcción, tales son:

- Hormigón Armado
- Mamposterías
- Madera Contrachapada
- Paneles SIP
- Técnicas artesanales, como el adobe por ejemplo.



Plásticos Reforzados

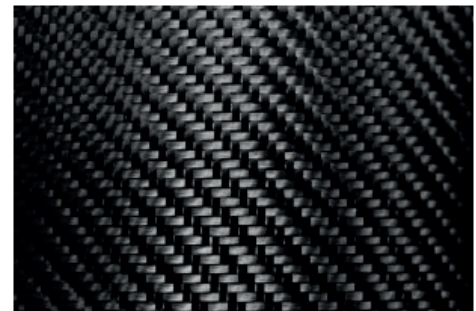
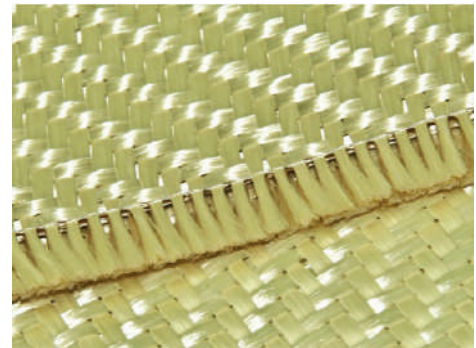
Los Materiales Compuestos de alta tecnología son los nuevos tipos de fibras en el mercado, los cuales se han ido incorporando poco a poco a diferentes sectores de la industria.

Estos tipos de Materiales Composites son:

- Fibra de Vidrio
- Fibra Aramida (Kevlar)
- Fibra de Carbono

Estas fibras se caracterizan por ser superiores a los materiales convencionales en cuanto a su alta resistencia, ligereza y durabilidad.

Pero al ser materiales nuevos el costo de su uso es elevado, de igual manera son utilizados en los sectores como el automotriz, aeroespacial, aeroáutica y en la construcción.



FIBRA DE CARBONO (CFRP)

Es uno de los materiales más ligeros y resistentes que existen hoy en día, este se compone de grupos de filamentos con una sección entre 5 y 10 micrones. Estos filamentos son fabricados mediante fibras de poliacrilonitrilo (PAN), sometidos a tratamientos químicos y térmicos.

>Propiedades Principales:

- Alta resistencia
- Bajo peso dado su baja densidad
- Tolerancia a altas temperaturas
- Baja expansión térmica
- Buena resistencia a la corrosión

>Formas de Presentación:

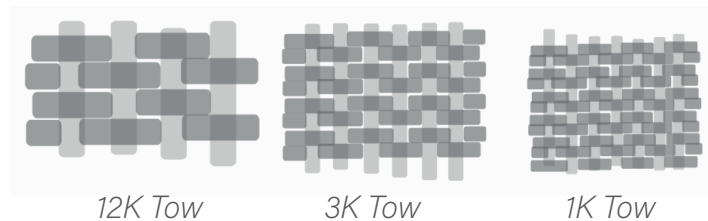
- Roving / Hilo Continuo, se clasifica en relación a la cantidad de filamentos que posee el hilado (3K, 6K, 12K, etc.)
- Fibra Corta
- MAT, capas no tejidas formadas por la aglomeración de fibras cortas, tipo fieltro
- Cintas, forma de refuerzo de fibra de carbono
- Tejidos, capas donde los hilos se orientan a distintas direcciones y se entrelazan formando diferentes tipos de tramas
- No Tejidos
- Tela de fibra de carbono híbrida, tejido de refuerzo compuesto que combina dos más tipos de fibras

>Aplicación en la Industria

- Automóviles
- Barcos
- Piezas de aviones y naves espaciales
- Aspas de molinos de viento en la energía eléctrica
- Autos de carreras
- Bicicletas
- Artículos deportivos
- Prótesis corporales

>Nomenclatura del hilado

Se basa en el número de filamentos que se emplean en la fabricación del carbono utilizado. Por ejemplo, la nomenclatura 3K quiere decir que se utilizan 3000 filamentos de fibra de carbono.



La fibra de carbono actualmente también es utilizada dentro del sector de la construcción como un material de refuerzo para edificaciones principalmente de hormigón, acero o madera.



Fuente (7): Carbono Composites "Curso de formación Profesional en Composites de Fibra de Carbono"

Fuente (8): <https://anclaf.com/fibra-de-carbono-en-la-construccion/>

Complementos: Orientación Tejido

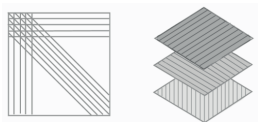
Los tejidos de fibra de carbono se pueden ser ensamblados en función de las orientaciones que se les de a las fibras, pueden ensamblarse en:

- Unidireccionales (UD 0° - 90°)
- Bidireccionales (0° y 90°)
- Biaxiales ($+45^\circ$ y -45°)
- Triaxiales Non Crimp (capas de fibras colocadas en 3 orientaciones)
- Cuadriaxiales (0° / $+45^\circ$ / -45° / 90°)
- Multiaxiales

Complementos: Estructura

Los Materiales Compuestos se pueden clasificar mediante a la conformación de su estructura dependiendo de la geometría de los elementos, pueden ser:

- Estructuras Monolíticas;
Piezas de geometría compleja, compuestas por tejidos superpuestos y con diferentes orientaciones, esto para que el material pueda soportar cargas estructurales más pesadas.



- Estructuras Tipo Sándwich;
compuestas por un núcleo y capas, mejoran las propiedades mecánicas de los materiales sin aumentar mucho el peso y mejoran respecto al aislamiento térmico y acústico.



Complementos:

Resinas Termoestables

La resina sintética es un compuesto químico orgánico que actúa como agente aglutinante. Las resinas de laminación comienzan en estado líquido y se curan en forma sólida.

Existen tres clases de este tipo de resinas:

>Resina Poliéster:

- Es la resina más utilizada en la industria de los compuestos
- Requiere de un catalizador para curar
- Son naturalmente resistentes a los rayos UV, de rápido curado
- Tolerantes a las variaciones de temperaturas

>Resina Viniléster:

- Requieren un catalizador para curar
- Excelentes propiedades térmicas
- Resistente a las condiciones climáticas (temperatura y humedad)

>Resina Epoxi:

- Ofrece las propiedades de resistencia máxima más altas
- Requieren de un endurecedor en lugar de catalizador
- Cuanto más cálida sea la temperatura del curado, más rápido curará. El calor acelera la reacción química de los componentes

Hay tres tipos de curado:

1. Curado a temperatura ambiente
2. Curado en horno
3. Curado en autoclave (presión + Temperatura)

Complementos: Técnicas de Laminación

Hay diferentes técnicas de moldeo para la formación de piezas de acuerdo a la necesidad.

1.- *Técnica Manual por Contacto:* técnica sencilla, económica pero artesanal. Es la más antigua en la fabricación de piezas de materiales compuestos. Consiste en la aplicación de capas de material de refuerzo sobre un molde para luego impregnarlas con resina mediante pincel o rodillo.

2.- *Técnica Asistida por Vacío:* empleada para crear presión mecánica sobre el laminado durante el ciclo de curado. Elimina el aire atrapado entre las capas, compactándolas y evitando el cambio de orientación de las fibras. Reduce la humedad y optimiza la relación fibra-resina en la pieza. Luego de impregnar manualmente el laminado con resina, este se coloca dentro de una bolsa hermética y se procede a extraer el aire que existe en su interior a través de un sistema de vacío.

3.- *Técnica Asistida por Vía Líquida:* se realiza mediante una bomba de vacío. Debe disponerse de una trampa de resina para el exceso de esta sobre el laminado. Se inyecta la resina por medio de mangueras (no reutilizables).

Tipos de Inyección de Resina:

- >Central, por el centro del molde
- >Por canal de flujo lateral, desde un lateral al otro del molde
- >Periférica, por el perímetro del molde

4.- Técnica del Moldeo por Proyección Simultánea Spray-up: pulveriza la resina, corta e impulsa las fibras mediante una pistola que se carga con resina e hilo continuo.

5.- *Técnica por Infusión en Saco de Silicona*: el molde se carga con refuerzo de fibra seca y el contramolde (saco de silicona) se coloca en su lugar y se aspira el aire a través de puertos incorporados en la bolsa, posteriormente se introduce la resina por puertos usando una bomba de inyección.

6.- *Filament Winding*: consta de la impregnación de roving continuo con resina y su colocación en un mandril que gira, existen dos maneras de realizar el proceso: proceso húmedo, las fibras pasan por un depósito de resina antes de ser enrollado; proceso seco, las fibras preimpregnadas.

7.- *Pultrusión*: se utiliza para la obtención de piezas solidas o huecas de sección constante, pudiendo sustituir a los materiales tradicionales. Es un proceso de conformado de perfiles de plástico termoestables reforzado. Consiste en el arrastre de fibras mojadas con resina a través de un molde.

Siendo la técnica de asistencia por vacío la que se tendrá en consideración para el desarrollo de los elementos del proyecto, dado que ésta es la técnica que se utiliza actualmente en las dependencias del CCTVal para la fabricación de piezas en fibra de carbono (CFRP).

Complementos: Gelcoats

Es un material utilizado para proporcionar un acabado de alta calidad en la superficie visible de un material polimérico compuesto.

> Gelcoat Poliéster: son más comunes. Es pigmentado para proporcionar una superficie de color, brillante, que mejora la apariencia estética del artículo.

>Gelcoat Viniléster: es un recubrimiento usado en plantas químicas y mineras por su insuperable resistencia a la corrosión, temperatura y radiación UV.

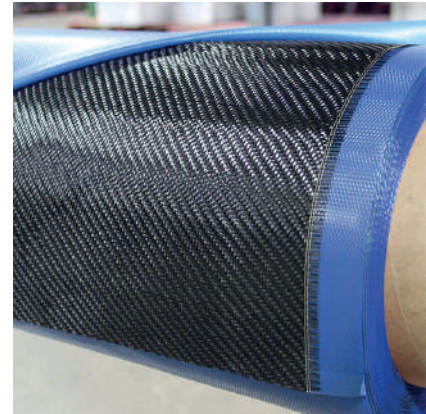
>Gelcoat Epoxi:

- Standard*: se utiliza para protección contra golpes, rayones o penetración de agua. Se suele utilizar para crear piezas composite de todo tipo. Se puede encontrar en diferentes colores.
- Clear*: es más utilizado en laminados de carbono cuando se desea una excelente dureza superficial y resistencia a los rayos UV, obtener alto brillo y ser transparente para apreciar el tejido.
- Matricero*: posee carga adicional y propiedades finales superiores en cuanto a dureza superficial y baja porosidad.

Los componentes de un gelcoat son variados, en función de las propiedades que se deseen. Estos pueden ser, resinas, catalizadores y aceleradores, pigmentos, cargas minerales, agentes tixotrópicos, protectores UV.

PRE-PREG CFRP

Tejido de refuerzo que ha sido pre-impregnado con un sistema de resina previamente curado, por lo que se encuentra apto para colocarse en el molde sin la necesidad de adherir resina. Para que el laminado se cure es necesario usar una combinación de presión y calor. Se deben mantener a bajas temperaturas para mantener las propiedades sin que la resina cure.



PrePreg 3K CFRP. Fuente: Fibre Glast

>Las principales ventajas del Pre-Preg son que:

- Posee propiedades de resistencia máxima
- Entrega uniformidad y repetibilidad de la pieza
- Menos desorden y menos desperdicio al momento de trabajar con ella
- Menor tiempo de curado

>Como desventaja tiene:

- El costo del material
- Su duración
- Requerimientos de calor para el curado

Los requerimientos de calor generalmente requieren de un horno para controlar la aceleración de la temperatura, reducirla y mantener una temperatura uniforme y controlada durante la duración recomendada.

Fuente (7): Carbono Composites "Curso de formación Profesional en Composites de Fibra de Carbono"

Fuente (8): <https://anclaf.com/fibra-de-carbono-en-la-construccion/>

FARO DE VALENCIA, ESPAÑA

2015 - AACIONA / Arq. Ignacio Pascual

Cosntrucción Infraestructura: Materiales Compuestos



Su estructura se forma de materiales compuestos, como fibra de carbono y fibra de vidrio con matriz polimérica.

Consta de 8 columnas fabricadas en fibra de carbono de 31 metros de altura, de sección circular de 250 mm de diámetro y 20 mm e espesor.

La rigidez horizontal entre los tubos se conforma mediante 2 sistemas:

- 4 Anillos que conectan los tubos, compuestos de tubos de fibra de vidrio de 190 mm de diámetro y 20 mm de espesor.
- 5 Forjados horizontales de planta ortogonal, paneles tipo "sándwich" de 0,20 metros de espesor.

El peso total de la estructura es de 20 toneladas. Todas las piezas del faro han sido construidas mediante una técnica diseñada por ACCIONA que reduce más de un 40% el tiempo de ejecución de las obras y evita una quinta parte de la contaminación asociada a la construcción de estas infraestructuras, siendo más respetuosa con el entorno.



La fabricación de las piezas y el montaje de la estructura se llevó a cabo en el taller donde se fabricaron, donde posteriormente se trasladó la estructura a la ubicación final.

En el emplazamiento se realizó previamente el hormigonado de los cimientos in-situ.



Al izar la estructura se hormigoneo nuevamente sobre el empotramiento de esta.

Finalmente se instalaron los escalones (de fibra de vidrio) y de los equipamientos.

Este proyecto expone el desarrollo que está teniendo este tipo de materiales dentro de la construcción, evidenciando las ventajas que tiene el material, siendo una estructura de gran magnitud y de bajo peso (comparando si fuera de otro material). Además, al ser de materiales que no se ven afectados por la corrosión, aumenta su ciclo de vida y reduce las mantenencias que requeriría si fuera de materiales convencionales.

SÍNTESIS

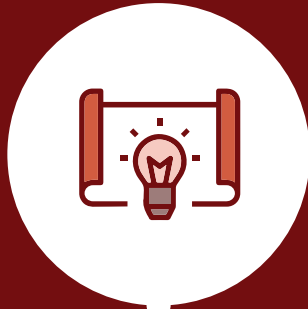
La elección del uso del material como componente fundamental en el sistema constructivo es dado por la colaboración junto al CCTVal, para entregar un desarrollo tecnológico en el uso de CFRP y en el área de la construcción.

Otro factor en la elección son las propiedades que entrega y los beneficios que conlleva su uso estructuralmente, siendo ventajoso respecto a los materiales tradicionales, dada sus principales características como su alta resistencia, su bajo peso y resistente a la corrosión.

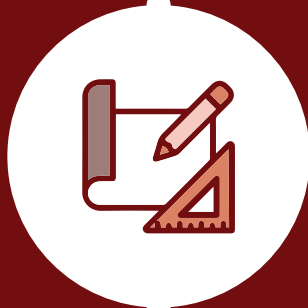
La fibra que se utilizará en el proyecto será en formato tejido de 3K o en formato prepreg (dependiendo de la dificultad en las formas de las piezas que se proyecten), con resina tipo epoxi y técnica de laminación asistida por vacío (procedimiento que se realiza por parte del CCTVal), para la fabricación las piezas se consideran ambos tipos de estructura presentados (monolítica para elementos estructurales y como tipo sándwich para paneles) y la utilización de gelcoats para la pigmentación del acabado de las piezas.

03

PROPUESTA
UNIDADES
HABITACIONALES
PARA FARO BAHÍA
FÉLIX



ANÁLISIS DE DISEÑO



ANTEPROYECTO

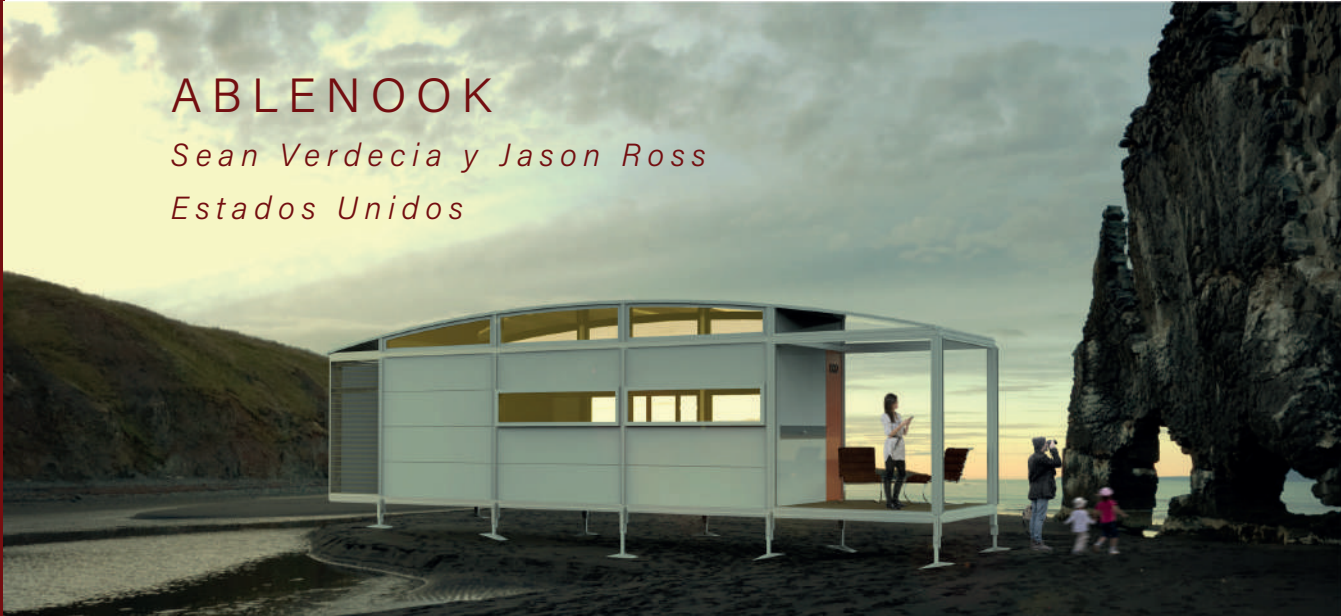


PROPUESTA VIVIENDA

REFERENTES

ABLENOOK

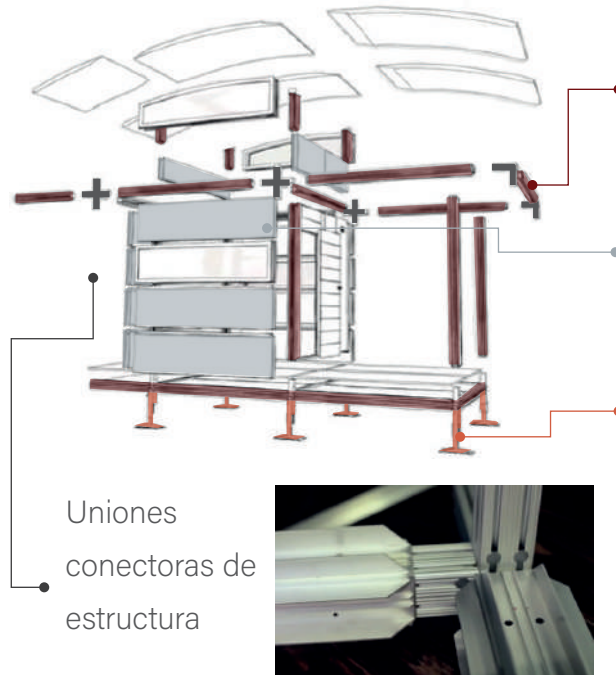
*Sean Verdecia y Jason Ross
Estados Unidos*



Prototipo Sistema Modular AbleNook

Fuente: <https://ablenook.com/gallery/dcz70ar5jiy1kequyypb2pt49y0qt0>

Casa Prefabricada inicialmente como una solución de ayuda humanitaria, nació de proporcionar un refugio rápido y eficiente en áreas afectadas por desastres, y su diseño demuestra ser adaptable para una diversidad de propósitos.



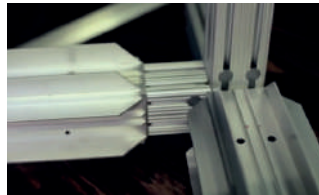
Sistema Estructural:

• Estructura de aluminio de grado aeronáutico

• Cerramiento de paneles SIP (paneles aislantes estructurales)

• Las patas ajustables permiten el despliegue en terrenos variados, a veces eliminando la necesidad de un costoso trabajo de cimentación.

Uniones
conectoras de
estructura



Diseñado para un fácil montaje, requiriendo de herramientas y mano de obra mínimos.

Su forma modular permite que no sea solo una casa pequeña, pero un espacio de vida ilimitado y expandible, adaptable incluso después de su construcción inicial.



REFERENTES

CASA RH

Lucas Maino Fernández

Valdivia, Chile

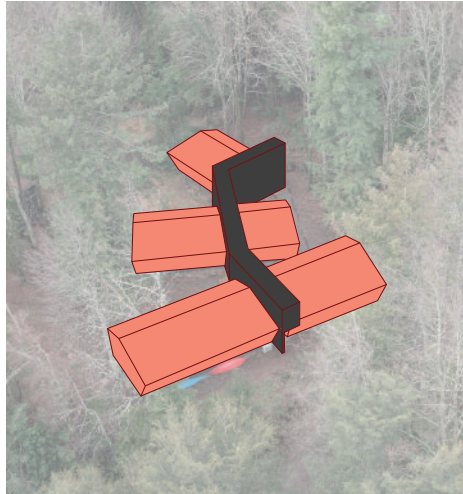
2021

Área: 210m²



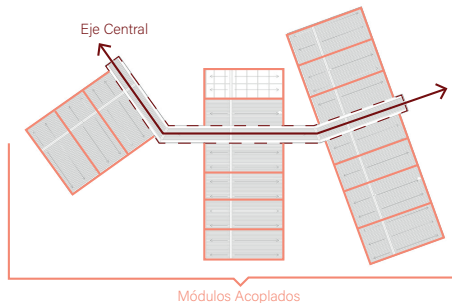
Fotografías Casa RH

<https://www.archdaily.cl/cl/986424/casa-rh-corredor-plus-modulo-lucas-maino-fernandez>

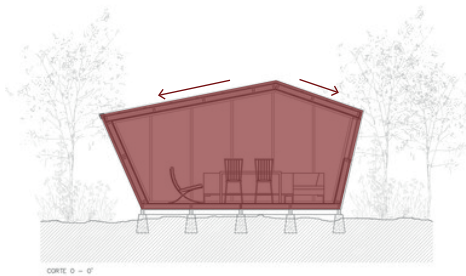


Casa prefabricada compuesta por módulos acoplados a un eje central de circulación.

El sistema estructural de cada módulo se compone de una estructura de acero y paneles SIP, de doce metros cuadrados interiores y una altura de dos metros setenta y cinco en su cumbrera interior.



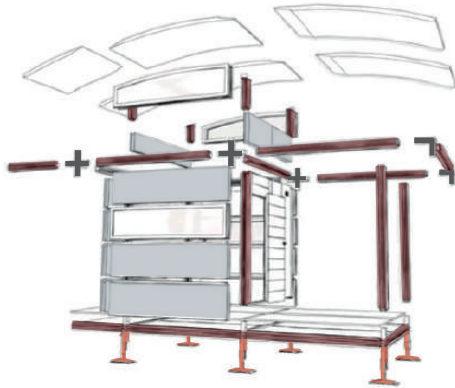
Los módulos se unen de manera sucesiva, para conformar diferentes soluciones espaciales, las que en su interior se dividen con tabiquería.



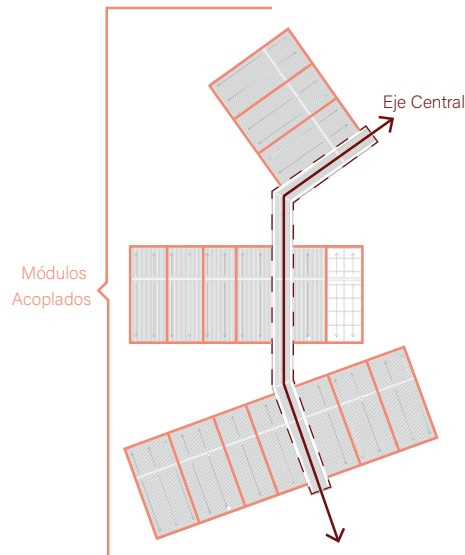
Su volumen, está trabajado en dos aguas, con el propósito de escurrir la lluvia característica de la zona, y distanciarse del paralelepípedo tradicional de los sistemas modulares. Con ello, se logra generar una propuesta formal expresiva, que responde a problemas locales de manera eficiente.

REFERENTES

Síntesis y consideraciones de los referentes a tener en cuenta para el diseño del proyecto.

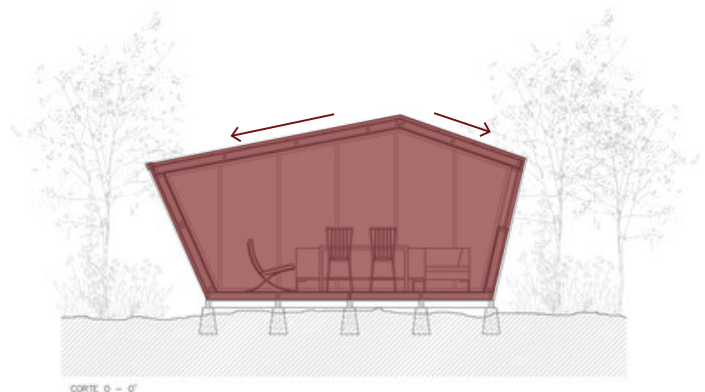


- Estructura armable entre uniones y perfiles.
- Cerramiento de paneles de fácil instalación.
- Patas ajustables al terreno irregular.



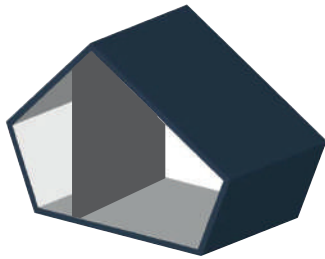
- Un eje central de circulación donde se acoplen los módulos.

- Forma irregular de los módulos, distinta al paralelepípedo común.

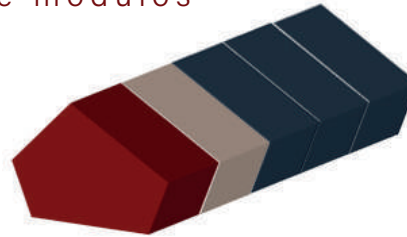


PRIMERAS ITERACIONES

1° Propuesta



Posible configuración de módulos

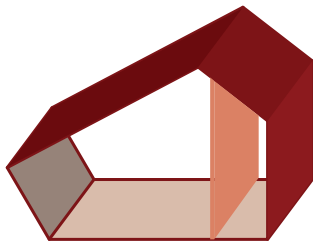


Modulación lineal por segmentos
Cada segmento es un recinto

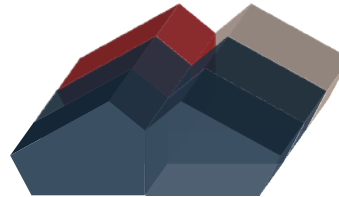
Comentarios

- Considerar el área de utilidad.
- Conexión para más módulos
- Circulación entre los módulos

2° Propuesta



Posible configuración de módulos

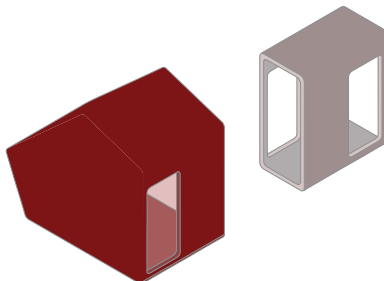


Consideraciones anteriores
Permite conexión a módulos desde eje central

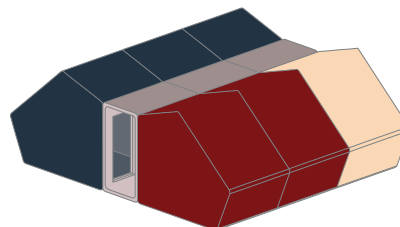
Comentarios

- Genera doble pasillo

3° Propuesta



Posible configuración de módulos



Consideraciones anteriores
Eje de circulación central

Comentarios

- Posteriormente considerar la acumulación de agua que se genera en el pasillo

EMPLAZAMIENTO

>Contexto Inmediato

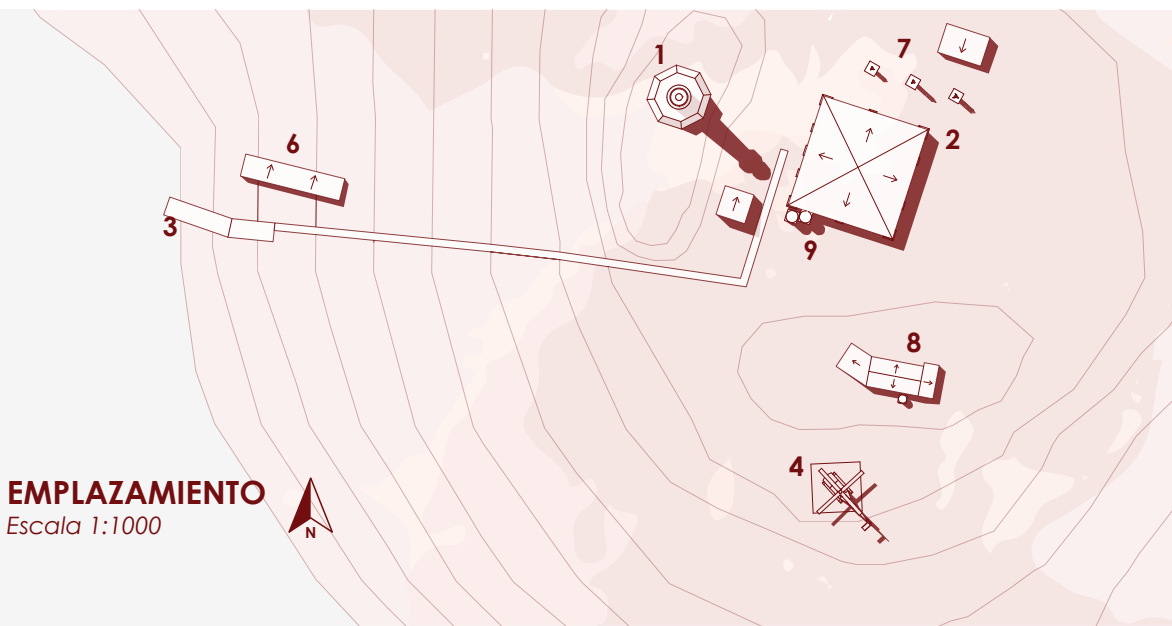


El proyecto se emplaza en el Faro Habitado Bahía Félix, en Isla Desolación, en el borde sur de la salida del Estrecho de Magallanes hacia el Océano Pacífico.

La isla se localiza a 310 kilómetros aproximadamente de la comuna regional, Punta Arenas.

Equipamiento Contexto:

- | | | | |
|-------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| 1.-Faro | 4.-Helipuerto | 7.-Estación | 8.-Sala de Motores y baterías |
| 2.-Vivienda | 5.-Huerto | Metereológica | 9.-Tanques de agua |
| 3.-Muelle | 6.- Almacén | | |



EMPLAZAMIENTO
Escala 1:1000



Vista Aérea Faro Bahía Félix
Fuente: La Prensa Austral

PLANTA VIVIENDA ACTUAL

Sin Escala



Metros cuadrados por recinto:

- Dormitorios: 15 m²
- Sala de Radio: 12 m²
- Baño: 10 m²
- Despensa: 4 m²
- Cocina: 14,5 m²
- Comedor: 14,8 m²
- Estar: 15m²
- Sala de Juegos: 38,5 m²

TOTAL: 150 m²

m² de recintos en Planta de Arquitectura Vivienda. Restauración de 1985
Fuente: www.monumentos.cl

>Faro Bahía Félix



La construcción del faro se inició en 1095 por le contratista Luis Gazmuri y fue finalizado en 1907 por George Slight, el cual fue el que había realizado el diseño de este y de muchos de los faros de la zona sur austral de Chile.

Está construido en hierro fundido, posee una base de concreto y alcanza una altura de 14 metros.

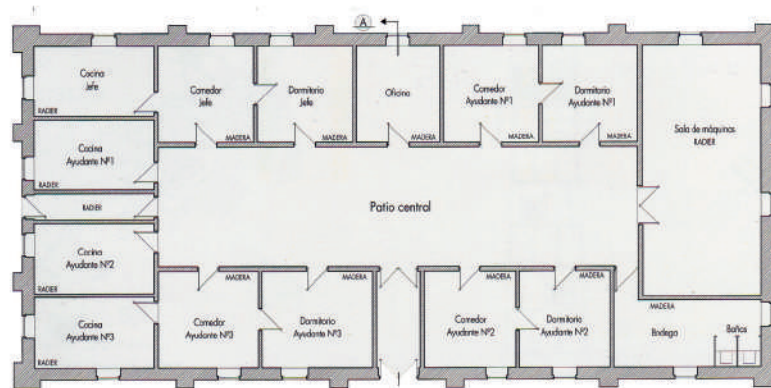
La vivienda que se encuentra en el emplazamiento esta separada del faro, a diferencia de algunos de los otros faros de la zona, en un comienzo se había proyectado un corredor entre el faro y la vivienda pero por complicaciones del gasto que implicaba. La edificación esta construida completamente en piedra canteada (material de la zona) y el uso de madera para la estructura de la techumbre, con tirantes metálicos que ayudan en el arriostramiento de la albañilería.

En 1996 fue reemplazado en su totalidad la línea férrea que conectaba el muelle con la vivienda, por un carro de transporte tirado por un guinche eléctrico.

En 2009 el faro fue declarado Monumento Histórico Nacional (Doc. Decreto N°0199, 2009) junto al Faro San Isidro, Faro Fairway, Faro Evangelistas, el Faro Dungeness y el Faro Punta Delgada, ubicados todos en la región de Magallanes.



Vista Aérea Emplazamiento Faro Bahía Félix
Fuente: bitacordeunfarero.blogspot.com



Planta de Arquitectura Original Casa Faro Bahía Félix
Fuente: www.monumentos.cl

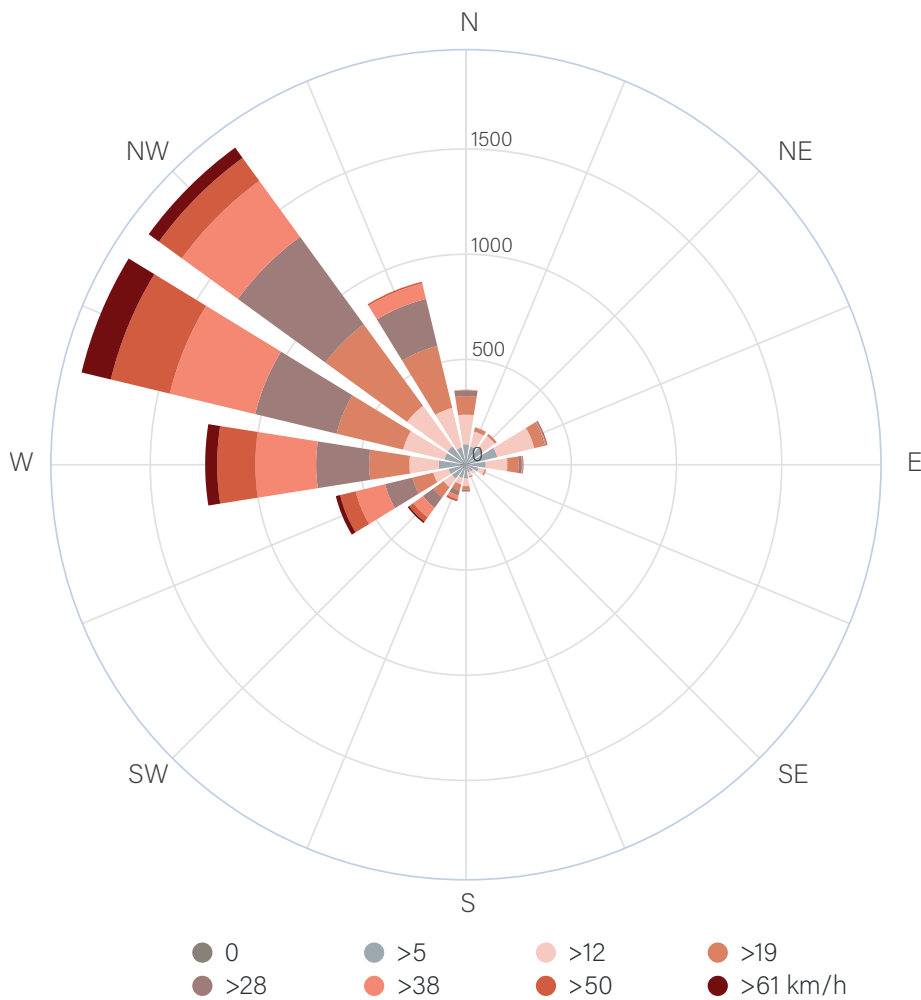


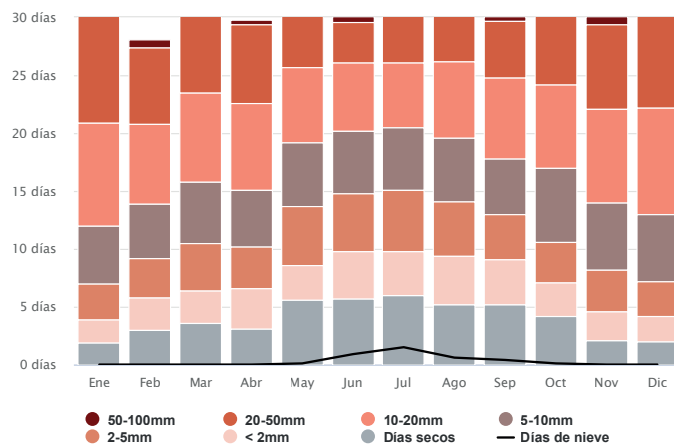
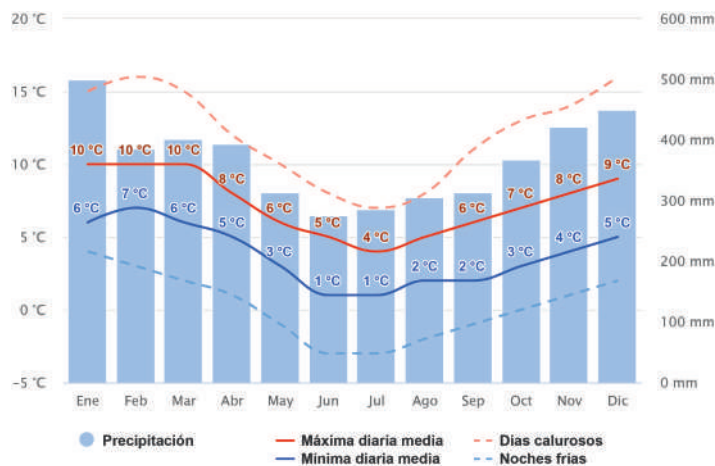
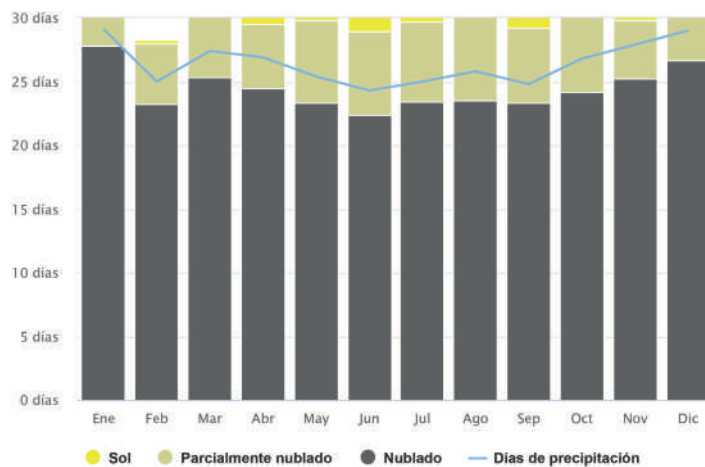
Elevación Idea inicial Conexión entre Vivienda y Faro
Fuente: www.monumentos.cl

>Condiciones Climáticas



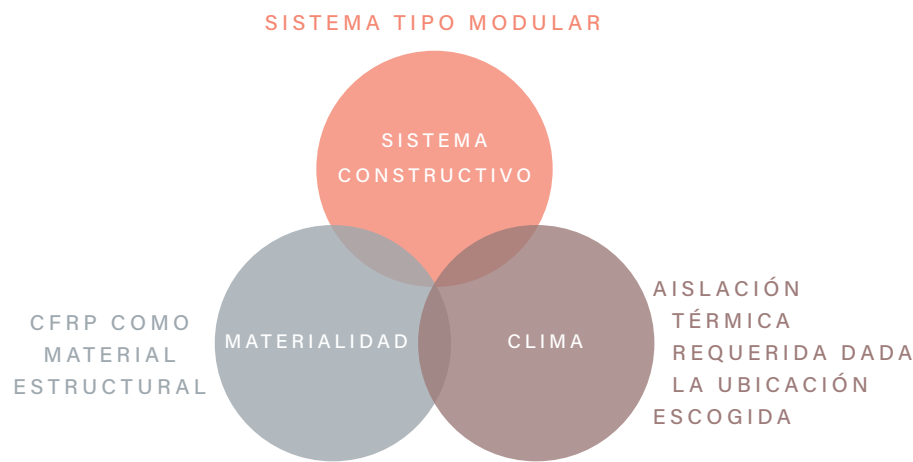
El lugar se caracteriza por fuertes vientos, pudiendo llegar hasta más de 100 km/h, pocas horas de luz dada la gran cantidad de nubosidad de la zona y hartas precipitaciones a lo largo del año.



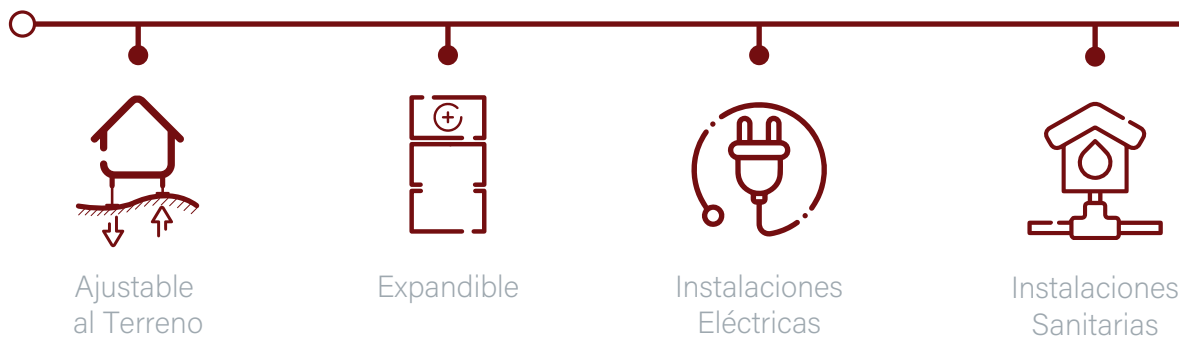


CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En primera instancia para poder desarrollar la idea de diseño conceptual del proyecto se toman consideraciones para un mejor planteamiento al momento de diseñar los módulos. Tales consideraciones se centran en las conclusiones presentadas en los capítulos anteriores y en el emplazamiento escogido.

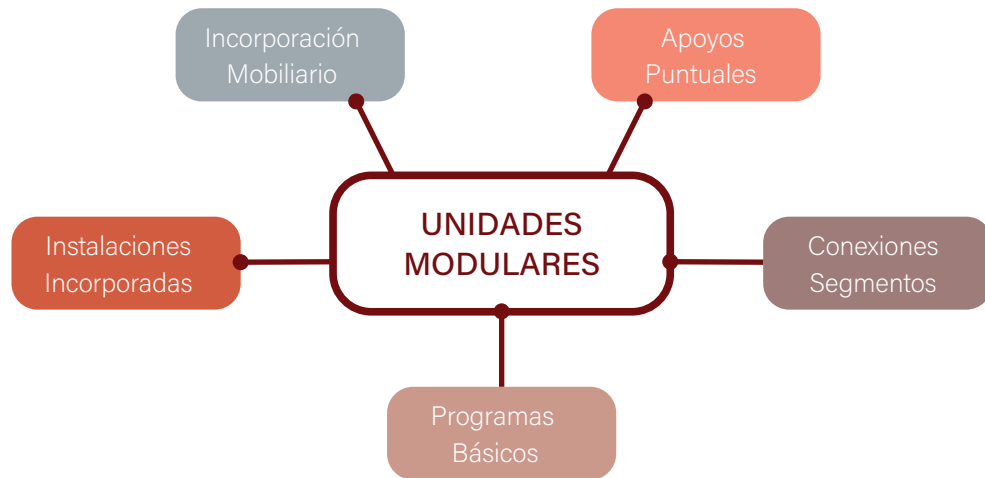


Teniendo claro los 3 puntos claves en los que se enfocará el diseño del proyecto, a continuación se presentan las estrategias que se utilizarán para determinar las intensiones de la propuesta.

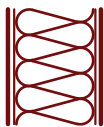


ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Las estrategias que se utilizarán se centran en puntos generales a tomar en cuenta para el diseño de las unidades modulares y permitir la funcionalidad de cada recinto para la comodidad de los usuarios.



Estos 5 puntos se subdividen indicando estrategias puntuales a tener en cuenta para la confección de conjuntos modulares que complementen la vivienda actual.



Aislación en Paneles



Múltiples Usos



Captación y Filtración de Aguas Lluvia



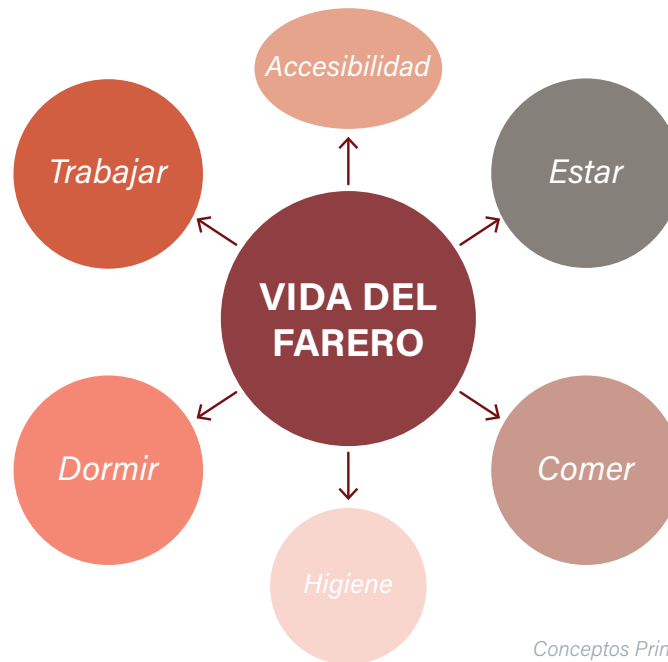
Calefacción Incorporada

ANTEPROYECTO

Diseño Arquitectónico

>Planteamiento del Proyecto

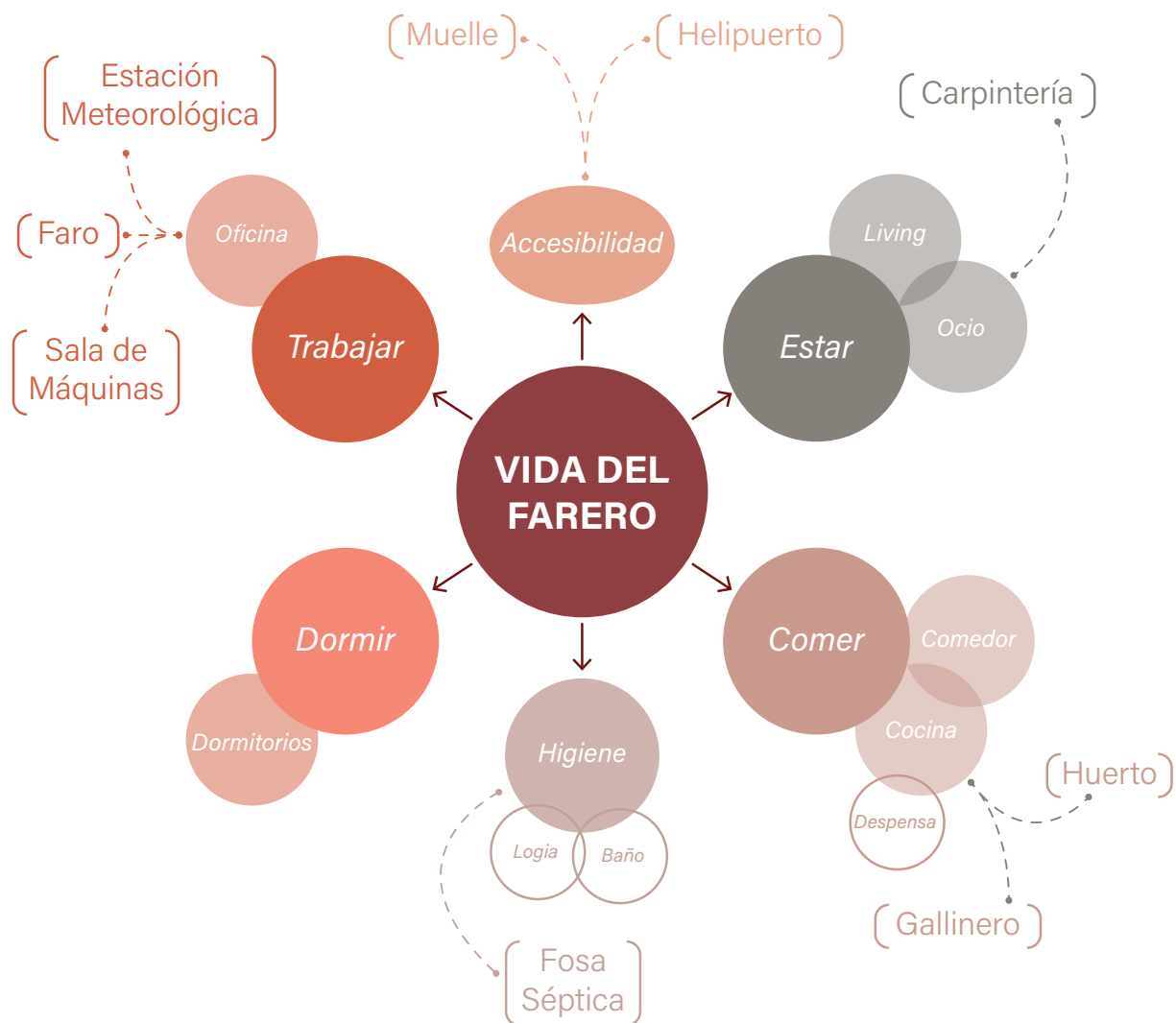
El proyecto se enfoca en solucionar el problema de espacios en la vivienda del faro Bahía Félix, por lo que primero se analiza los conceptos principales que rodean la vida del farero (funcionarios de la Armada que resguardan el faro)



*Conceptos Principales de la Vida del Farero
Fuente: Elaboración propia*

Cada concepto se subdivide respecto a programas dentro de la vivienda que engloban cada acción y a la vez se relacionan con los exteriores ubicados dentro del emplazamiento.

>Relaciones Programáticas



>Usuarios

Actualmente el Faro Bahía Félix cuenta con una dotación de 4 funcionarios, los cuales van rotando cada 4-5 meses. Además, en ocasiones tienen visitas de investigadores a la isla, para fines científicos al observar la flora y fauna del lugar.



>Programas

Para la propuesta se plantea separar los programas comunes de los programas privados, donde los primeros se mantendrán dentro de la edificación actual de la vivienda y los últimos serán compuestos por la incorporación de los módulos por diseñar, además de modificar los programas de las áreas comunes.

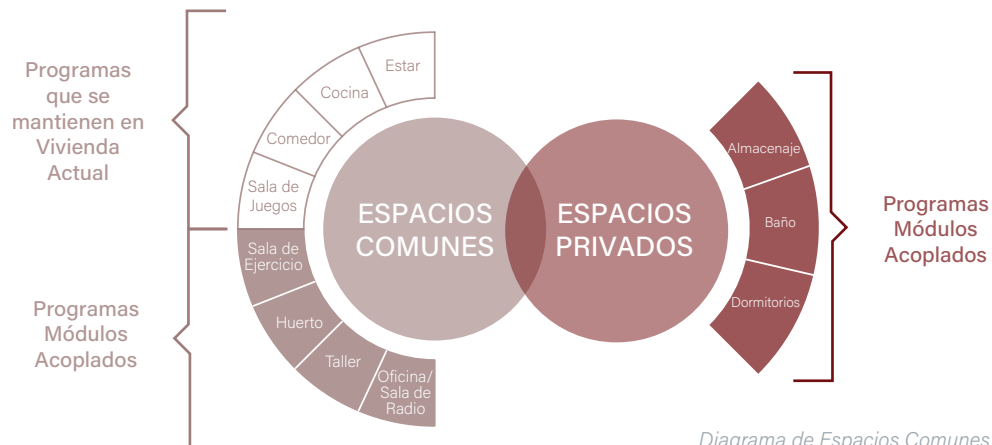


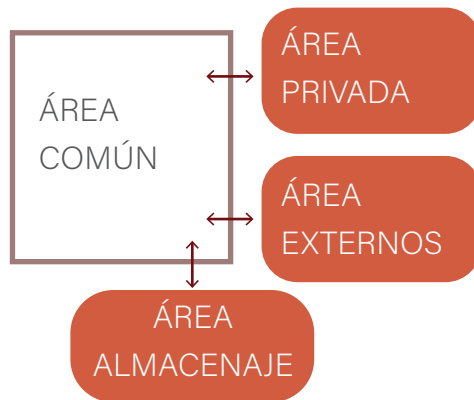
Diagrama de Espacios Comunes y Privados
Fuente: Elaboración propia

La ampliación de la vivienda del faro se realizará mediante dos tipos de módulos, el primero enfocado en la circulación y el segundo más amplio para los programas a proyectar, como los dormitorios, baños, módulos de almacenaje y huertos.

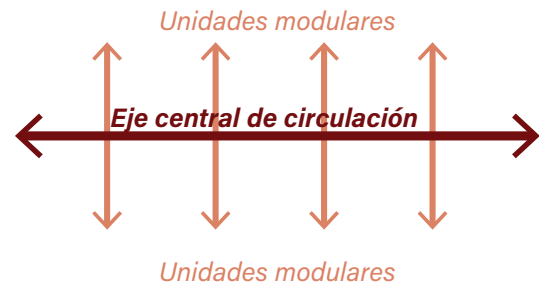
La orientación de los módulos se debe a la dirección hacia donde va dirigido el viento, con el fin de que este no llegue directamente hacia los módulos correspondientes a los dormitorios.

El eje de circulación lineal permite una posible adición de más módulos en caso de ser necesarios, tanto para la incorporación de funcionarios, o pueden ser para sumar otros programas que no se hayan presentado.

Distribución Programas



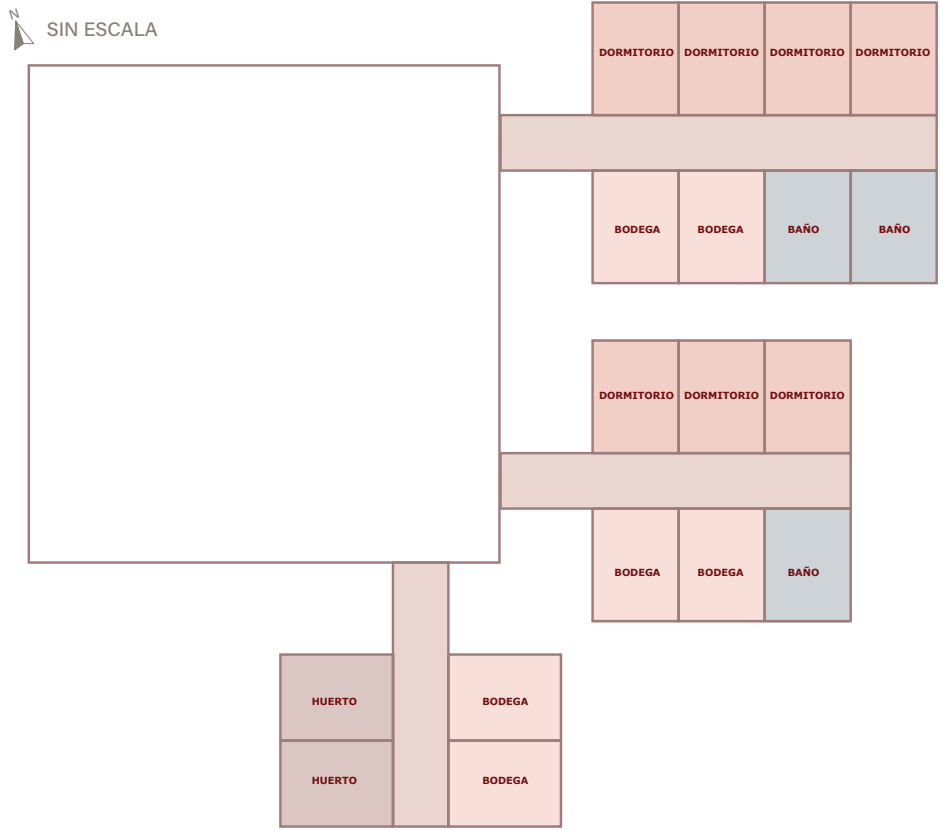
Distribución Conjuntos



Cada área se compone de la cantidad de módulos requeridos, a la vez estos van conectándose por el eje central compuesto por módulos de circulación.

Los módulos cuentan con el mobiliario necesario respecto a cada programa incorporado en los paneles, por ejemplo, los dormitorios contarían con una cama/escritorio plegable y una estantería (detallados posteriormente).

A diferencia de los referentes presentados, el proyecto contempla los módulos uno al lado del otro, esto se considera por el clima de la zona, prefiriendo dejarlos de tal manera que genere un gran volumen y no generar espacios de corrientes de aire.



La redistribución del interior de la vivienda se centra en programas de uso común, incorporando a los existentes un recinto de ejercicio y un espacio de taller, dado que los funcionarios acostumbran a tallar en madera en su tiempo libre.

Los espacios que anteriormente eran la sala de radio y la sala de estar pasarían a ser parte de la circulación hacia los módulos acoplados y estos programas mencionados pasar a redistribuirse dentro de la vivienda como se indica a continuación.

Planta Vivienda Actual con Modificaciones Propuesta

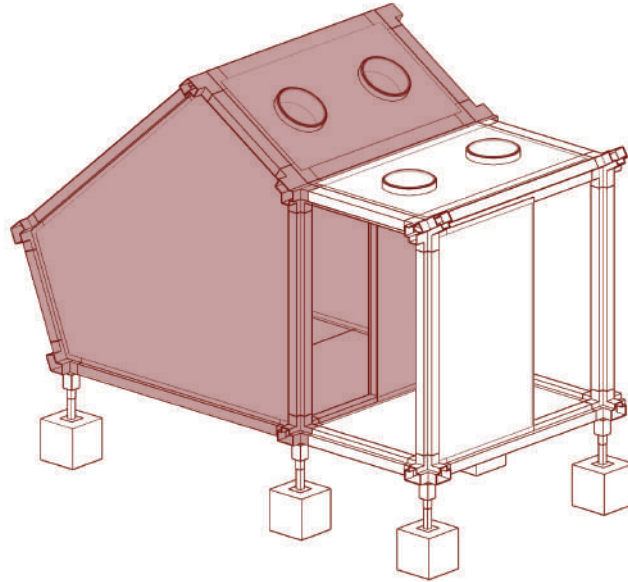
 SIN ESCALA



Diseño Estructural

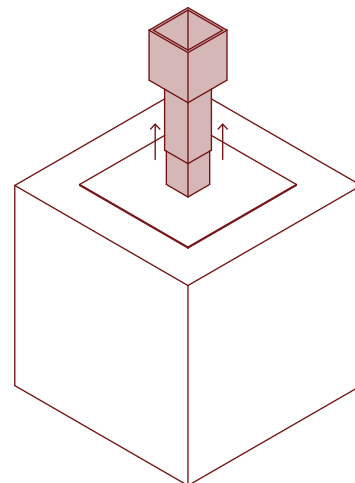
>Diseño Final Módulos

Considerando lo observado anteriormente en las iteraciones de diseño de los módulos, se concluye el siguiente modelo, donde se tiene el módulo principal y este se complementa con un espacio de circulación para conectar más módulos, tanto frente al principal como de manera lateral.



>Fundaciones

Los apoyos se conforman de poyos de hormigón prefabricados, con el anclaje incluido, cada apoyo cuenta con una pata ajustable para regular cada módulo respecto a los desniveles que pueden existir en el terreno a emplazar.

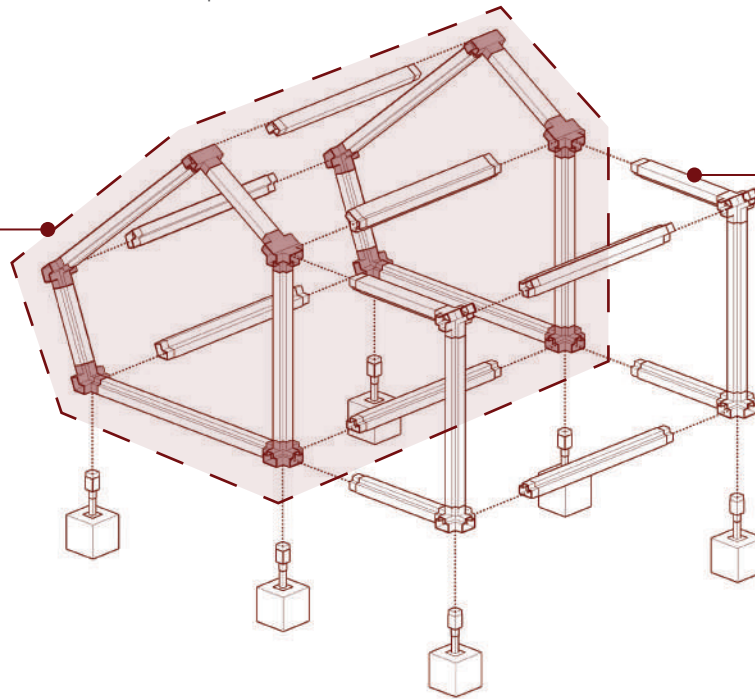


>Estructura Principal

- La estructura principal se compone de las uniones y los perfiles fabricados con CFRP.

Las uniones permiten el acople de los perfiles para reforzar la estructura, este procedimiento se realiza ensamblando las piezas con resina en fábrica dejándolo fijo.

La forma de los perfiles se debe a la posterior instalaciones de los paneles, facilitando este proceso.

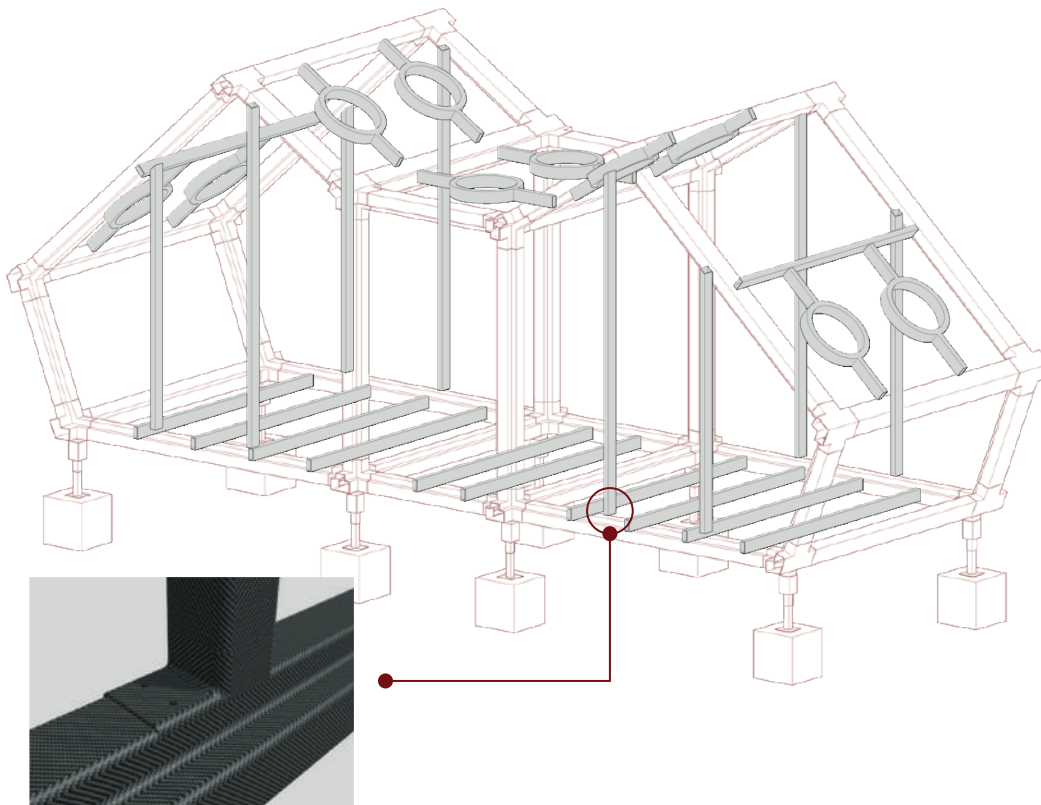


Los perfiles transversales utilizados para el módulo de circulación conectan dos módulos principales.

>Estructura Secundaria

La estructura secundaria se compone de perfiles fabricados con CFRP, para pies derechos, travesaños para el piso y la estructura de soporte de las ventanas.

Los perfiles utilizados son de medidas 50x100 mm, con un espesor de 2 mm de tejido de CFRP con resina incorporada. Estas piezas se sujetan a la estructura principal con ayuda de pletinas en forma de L posteriormente enresinadas para mantenerlas fijas.



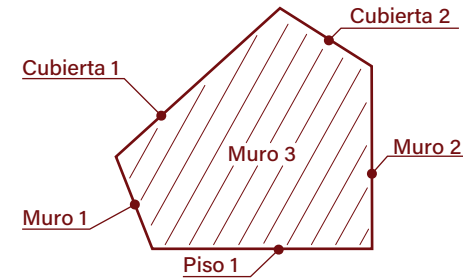
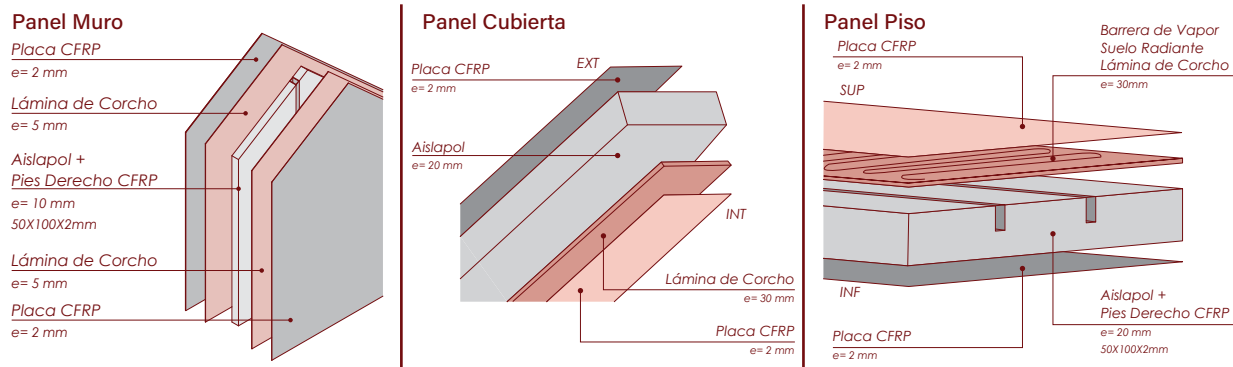
>Paneles

La envolvente de paneles se compone de una placa de CFRP exterior, aislapol como aislante térmico, lámina de corcho como aislante acústico y una placa de CFRP en el interior, la cual es la que se le incorpora el mobiliario respecto a cada programa de los módulos.

El espesor de las láminas de corcho y aislapol va variando respecto al panel, ya sea de muro, cubierta o piso ventilado (al encontrarse elevado), esto dado por los valores normativos de aislación térmica que requiere el módulo por la zona emplazada.

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS	
	U W/m²K	Rt M2k/w	U W/m²K	Rt M2k/w	U W/m²K	Rt M2k/w
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Fuente: Decreto N°47, de Vivienda y Urbanismo, de 1992, OGUC.



U de cada Superficie (módulo)

Muro 1= 0,579 [W/m²K]

Muro 2= 0,515 [W/m²K]

Muro 3= 0,548 [W/m²K]

Cubierta 1= 0,2424 [W/m²K]

Cubierta 2= 0,255 [W/m²K]

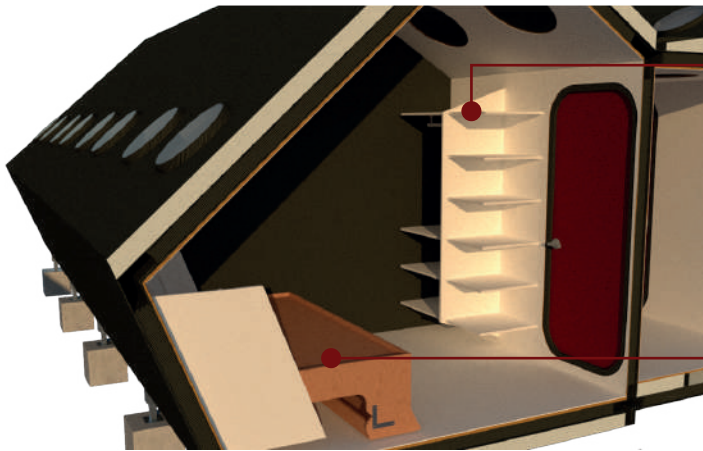
Piso 1= 0,3 [W/m²K]

Transmitancia Térmica Módulo
Fuente: Elaboración CCTVal
(extensión cálculos en anexo,
pág 116)

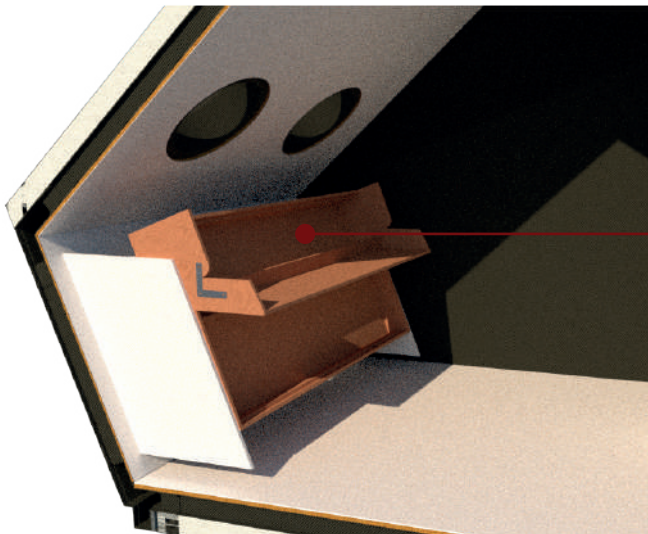
>Mobiliario por módulo

Como se menciona anteriormente, cada módulo viene incluido el mobiliario respectivo al programa de este.

DORMITORIO



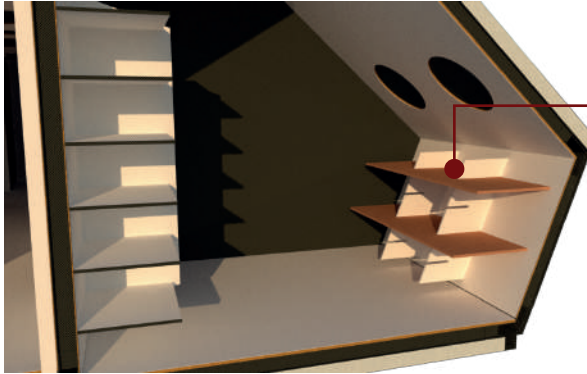
Mueble con repisas y espacio para colgar la ropa



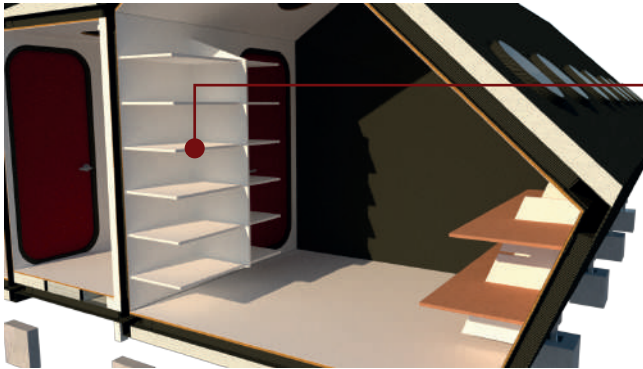
Cama plegable
escritorio abatible

cuenta con un
escritorio de 2 m de
largo.

BODEGA

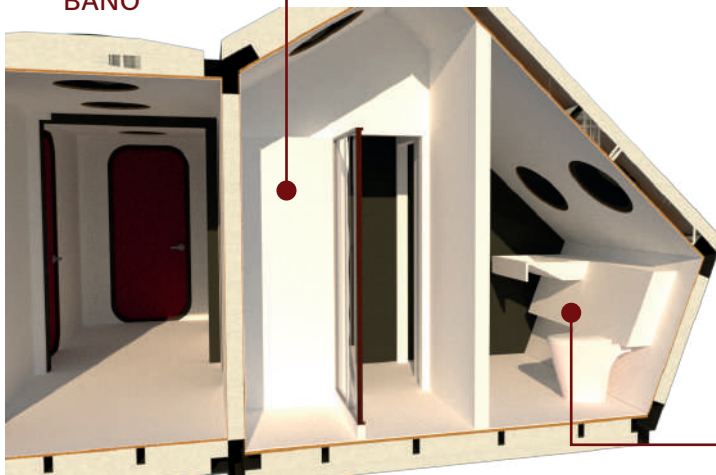


2 repisas de 2m de largo y 60cm de ancho, movibles para adaptar el espacio necesario de lo que se quiera almacenar de mayores dimensiones



Mueble con repisas para almacenar elementos más pequeños

BAÑO



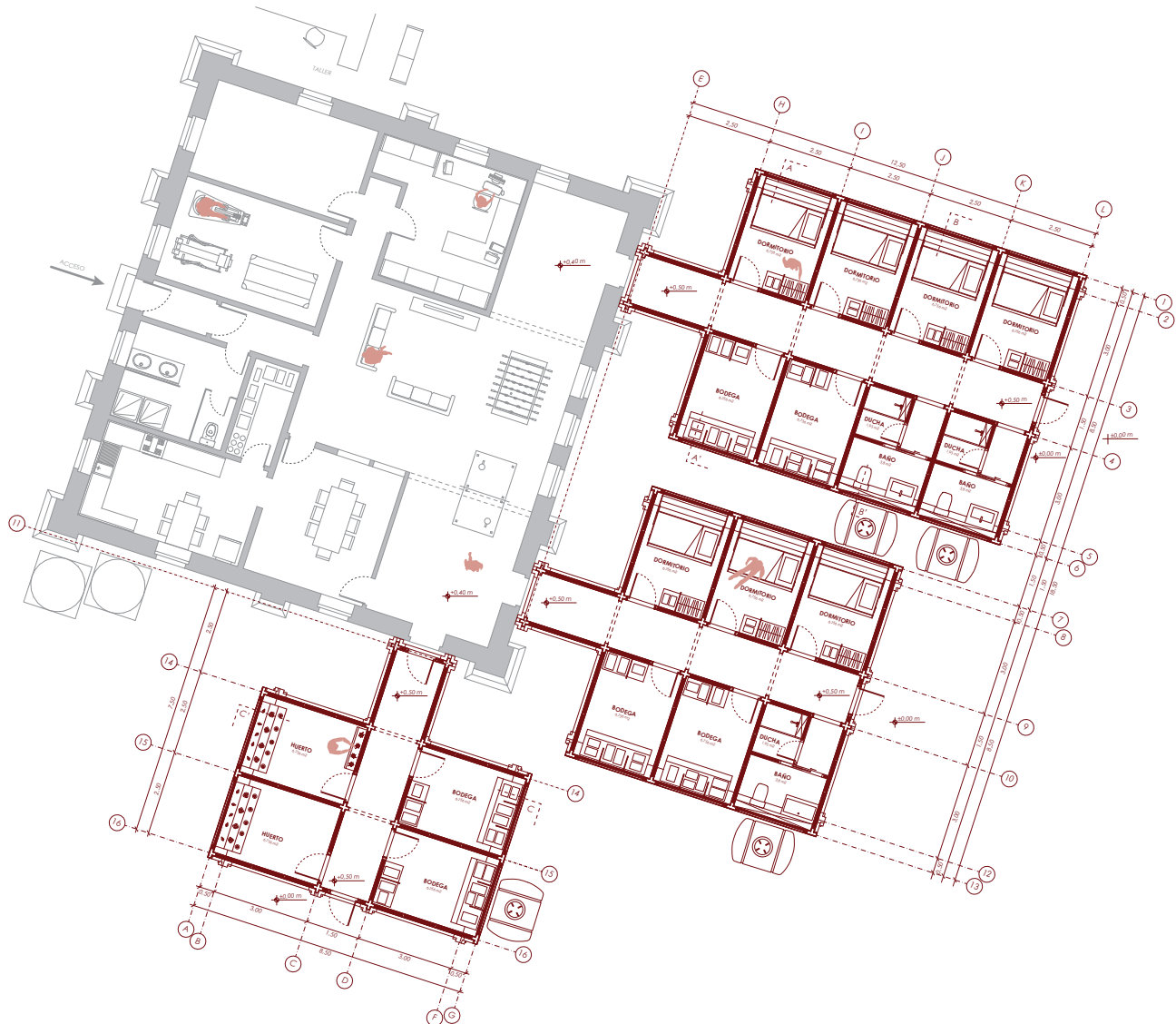
Ducha en espacio aparte, incluida en la pared divisoria

El lavamanos es parte del panel interior, al igual que el espacio para el sistema sanitario

PLANIMETRÍA

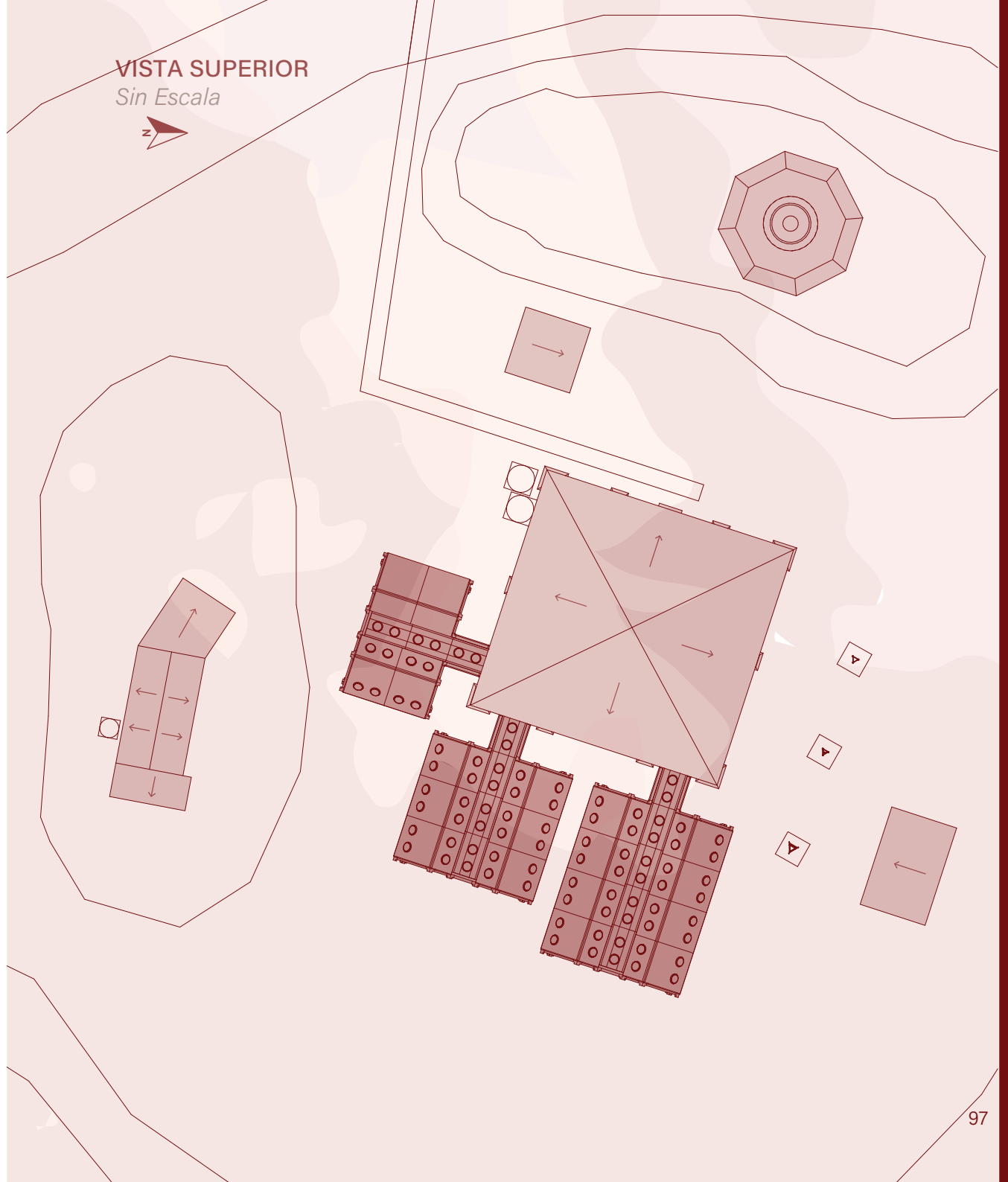
PLANTA GENERAL

Escala 1:200



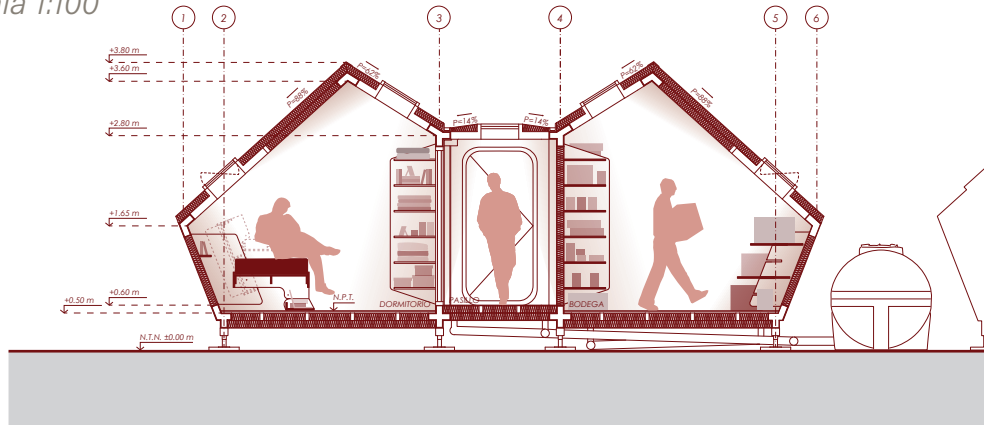
VISTA SUPERIOR

Sin Escala



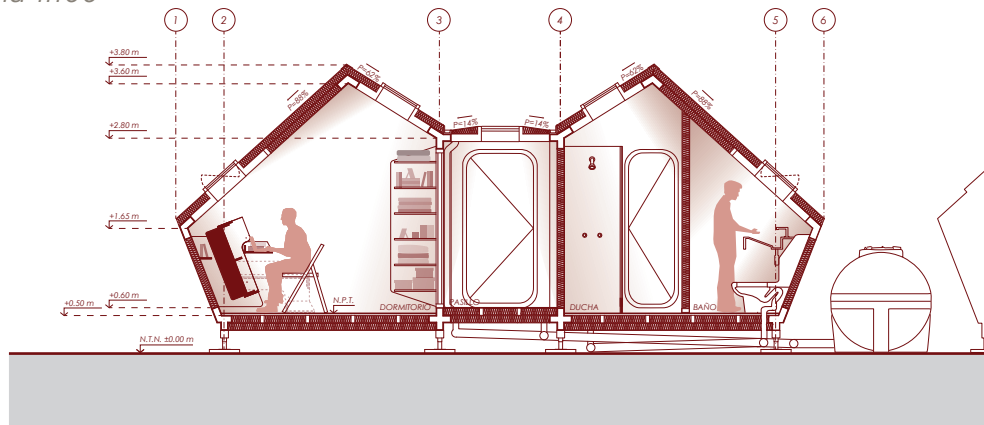
SECCIÓN A-A'

Escala 1:100



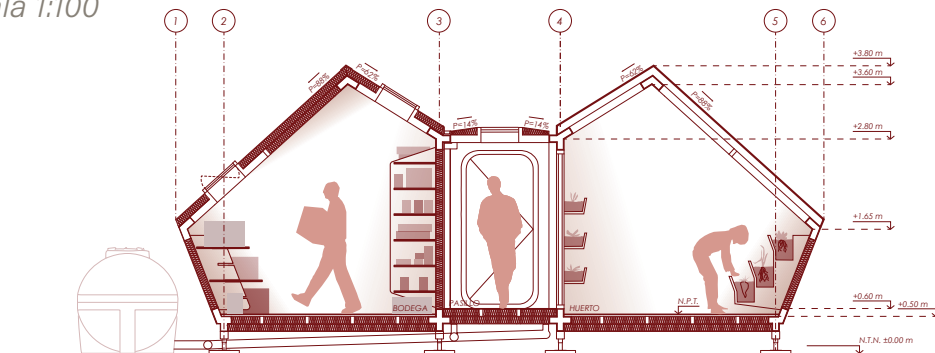
SECCIÓN B-B'

Escala 1:100



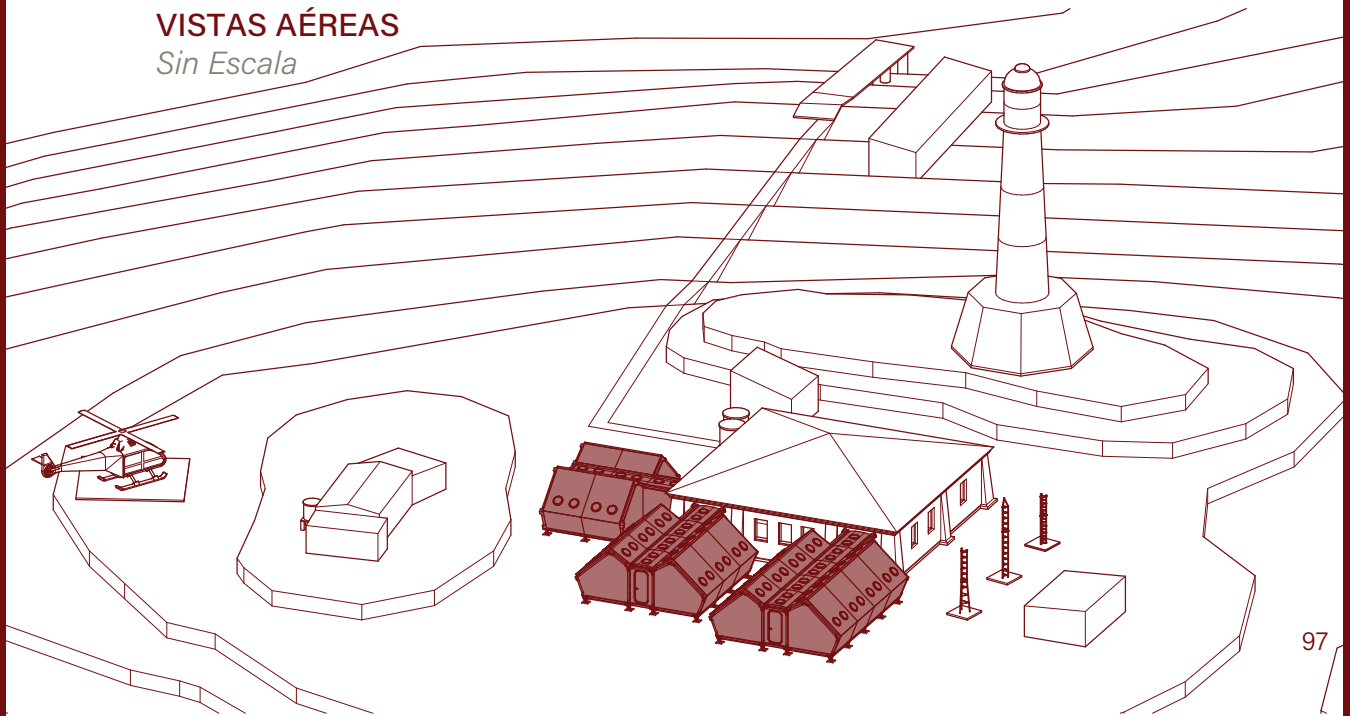
SECCIÓN C-C'

Escala 1:100



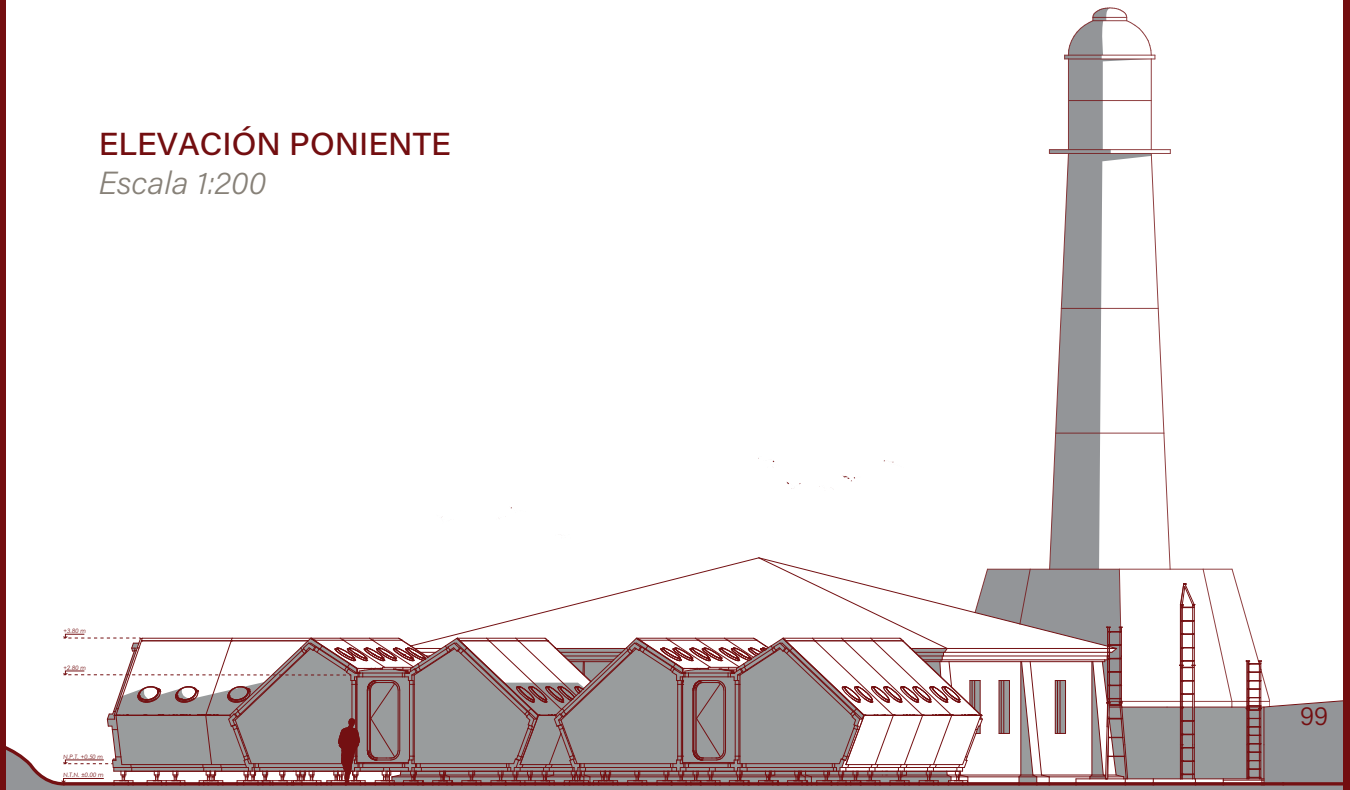
VISTAS AÉREAS

Sin Escala



ELEVACIÓN PONIENTE

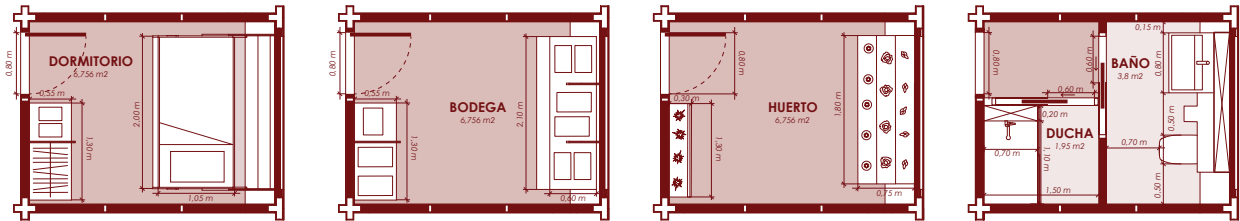
Escala 1:200



SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

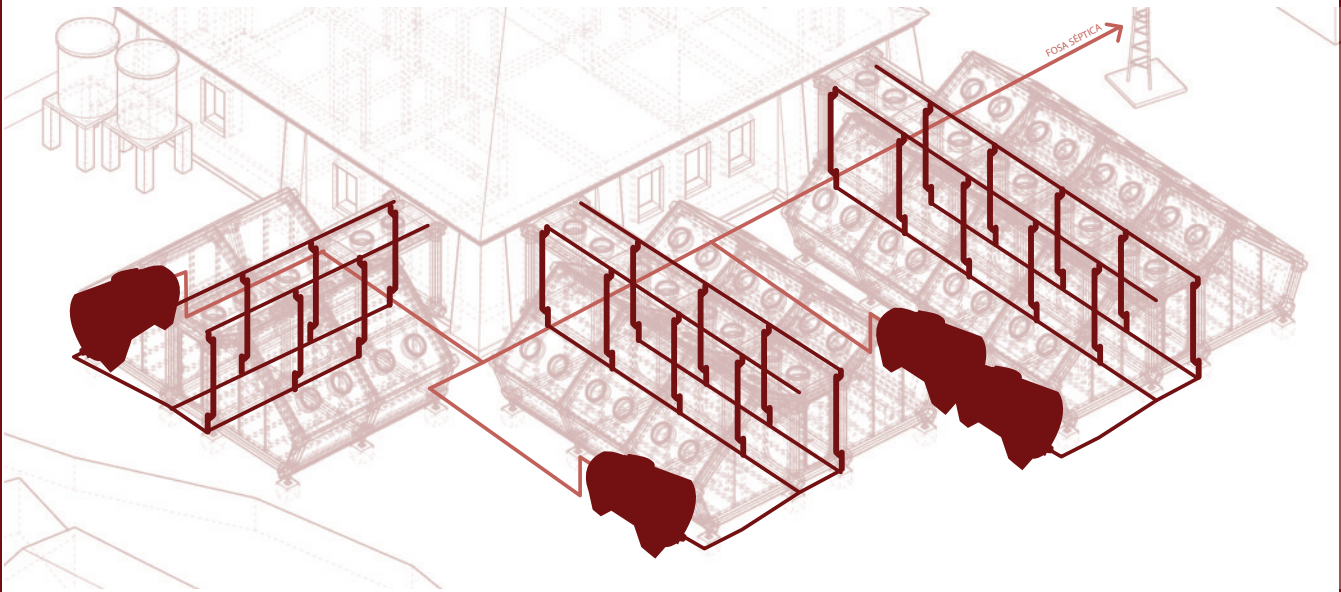
PLANTAS MÓDULOS

Escala 1:100

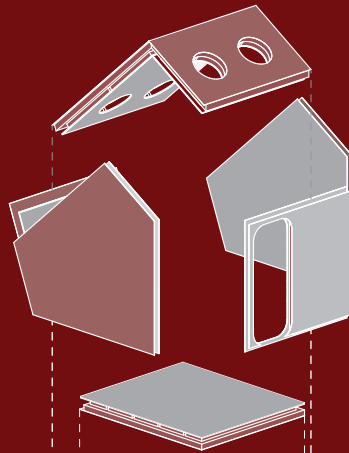


CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA

Sin Escala

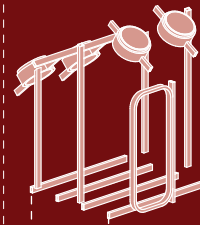


ISOMÉTRICA EXPLOTADA



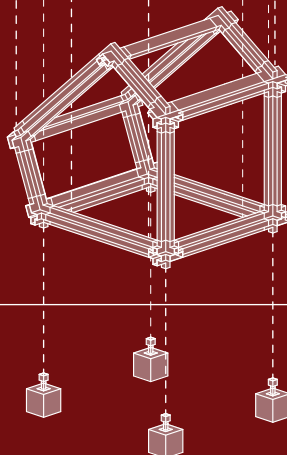
Estructura Secundaria, pies derechos, travesaños de piso y cubierta y estructura de soporte de ventanas.

04 - ENVOLVENTE DE PANELES



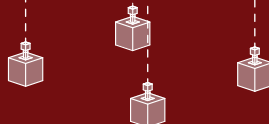
Estructura Secundaria, pies derechos, travesaños de piso y cubierta y estructura de soporte de ventanas.

03 - ESTRUCTURA SECUNDARIA



Estructura Principal, se consideran las uniones y los perfiles estructurales de CFRP.

02 - ESTRUCTURA PRINCIPAL



Fundaciones, los apoyos constan de Poyos de Hormigón prefabricados, incorporando los anclajes de patas ajustables a la irregularidad del terreno.

01 - FUNDACIONES

ESCANTILLÓN

Escala 1:50

Perfil Estructural de CFRP

$e = 2 \text{ mm}$

Placa de CFRP

$e = 2 \text{ mm}$

Aislante Poliestireno

$e = 20 \text{ mm}$

Lámina de Corcho

$e = 30 \text{ mm}$

Placa de CFRP

$e = 2 \text{ mm}$

Perfil de CFRP

$50 \times 100 \times 2 \text{ mm}$

Ventana Proyectante

Triple vidrio $4 \times 16 \times 4 \times 16 \times 4 \text{ mm}$

Estructura para Ventana de CFRP

$50 \times 200 \times 2 \text{ mm}$

Placa de CFRP

Barrera de Vapor

Suelo Radiante 5 mm

Lámina de Corcho 20 mm

$e = 30 \text{ mm}$

Perfil de CFRP

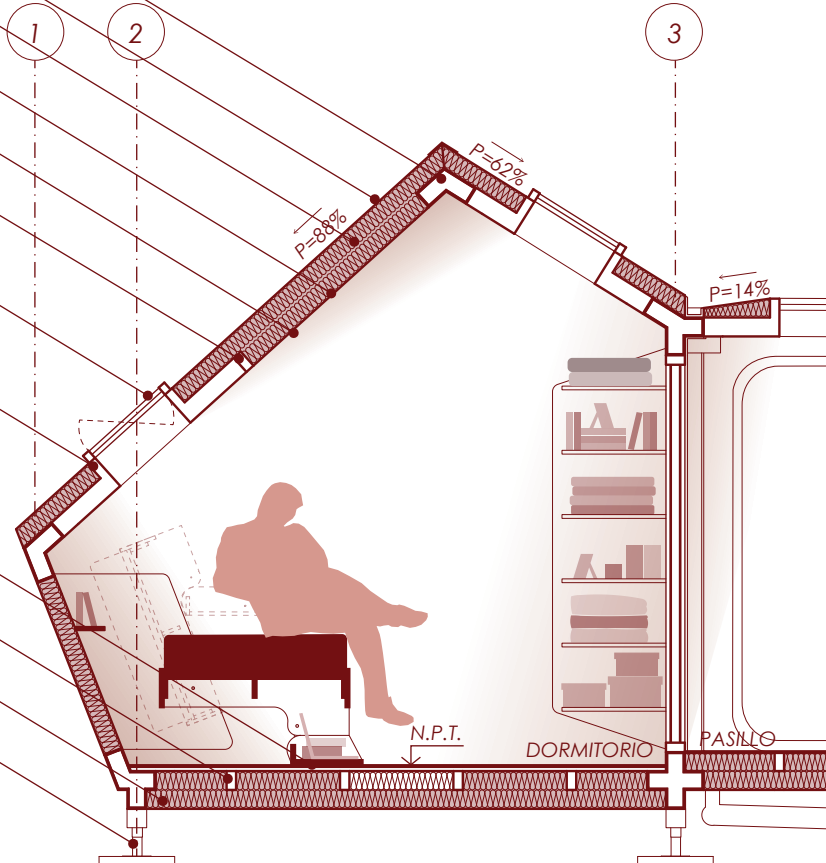
$50 \times 100 \times 2 \text{ mm}$

Aislante Poliestireno

$e = 20 \text{ mm}$

Placa de CFRP

$e = 2 \text{ mm}$



DETALLES

Sin Escala

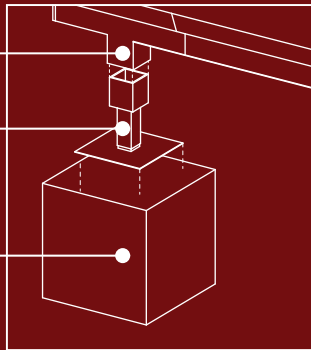
Detalle 1

Unión de apoyo pata ajustable a conector de estructura

Unión Estructura

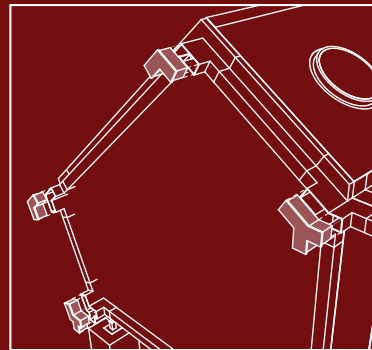
Pata Ajustable
+ Placa Metálica

Poyo de
Hormigón



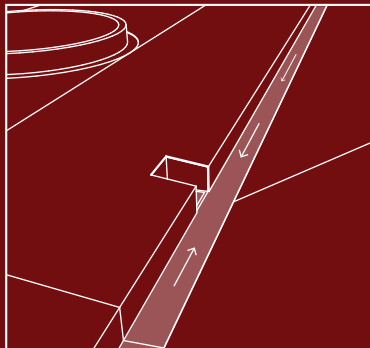
Detalle 2

Tapas perforaciones en las uniones de la estructura de los extremo finales



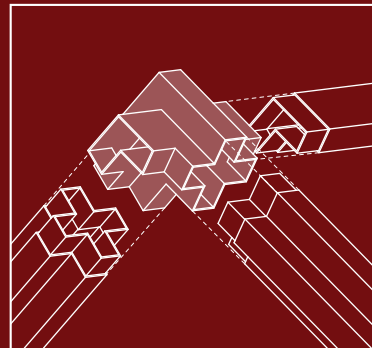
Detalle 3

Canaleta entre inclinación cubierta módulo y cubierta pasillo, bajada de canaleta por el interior del pasillo



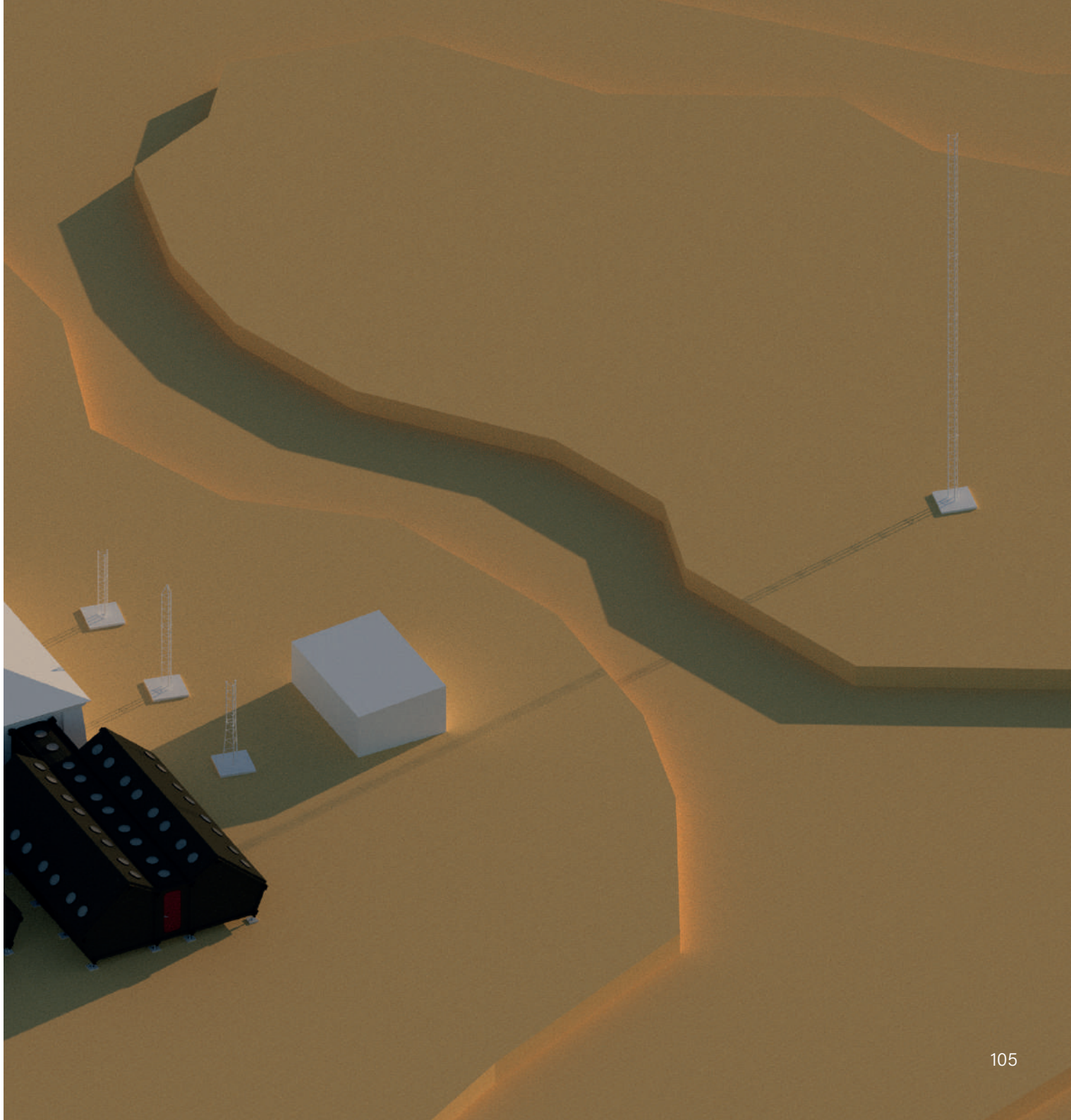
Detalle 4

Conexión entre unión y perfiles estructurales

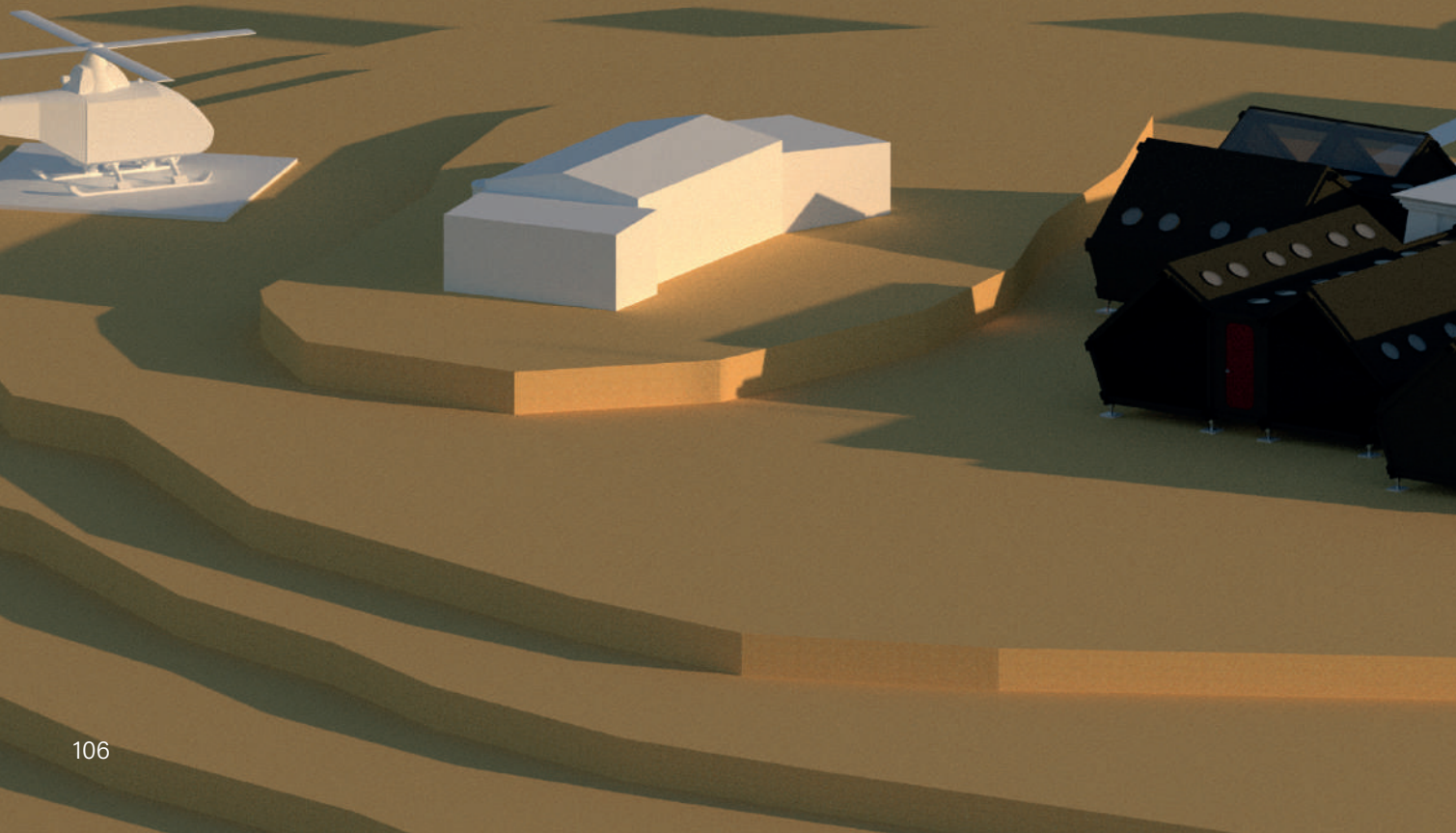


MAQUETA DIGITAL PROPUESTA



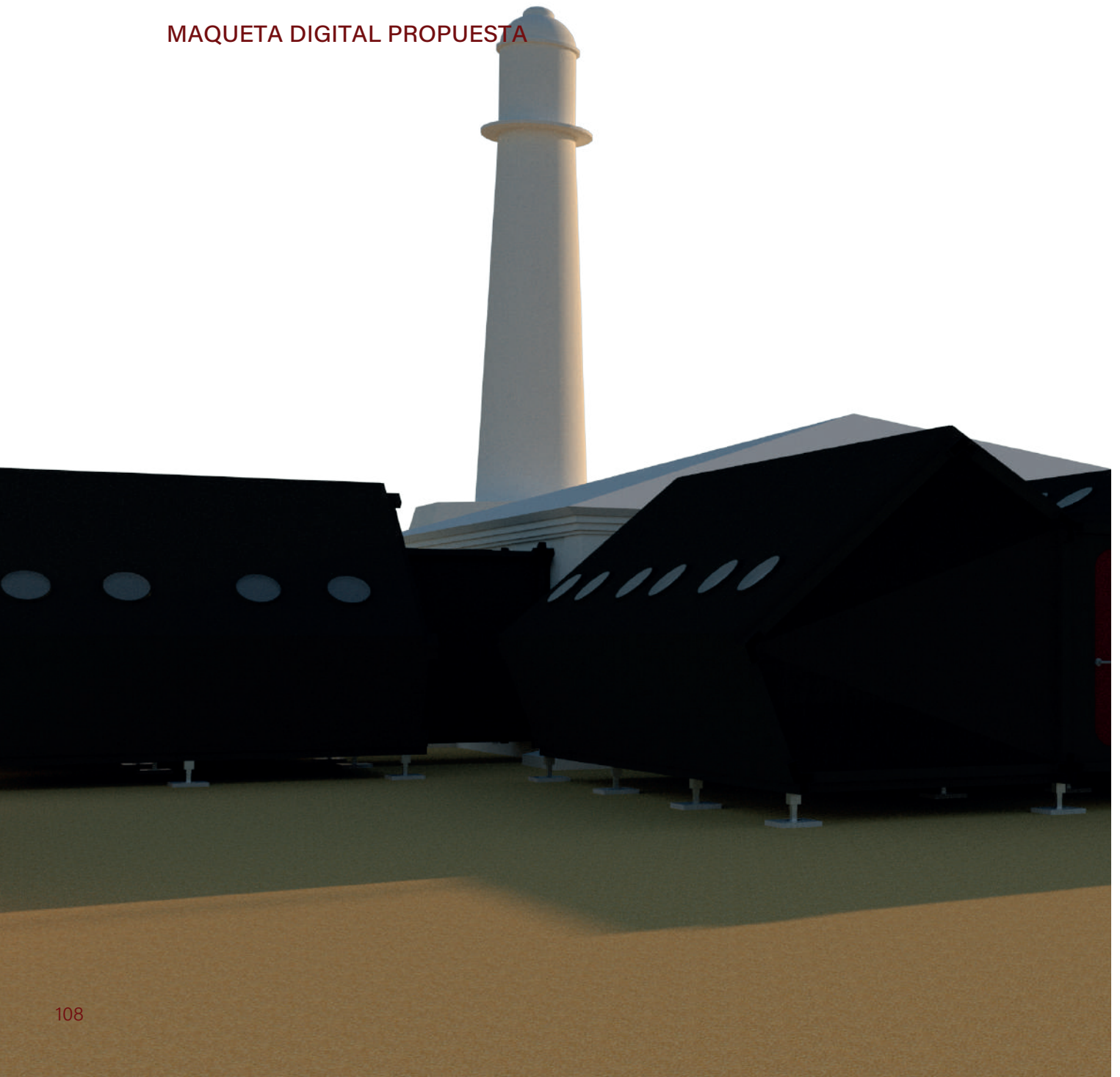


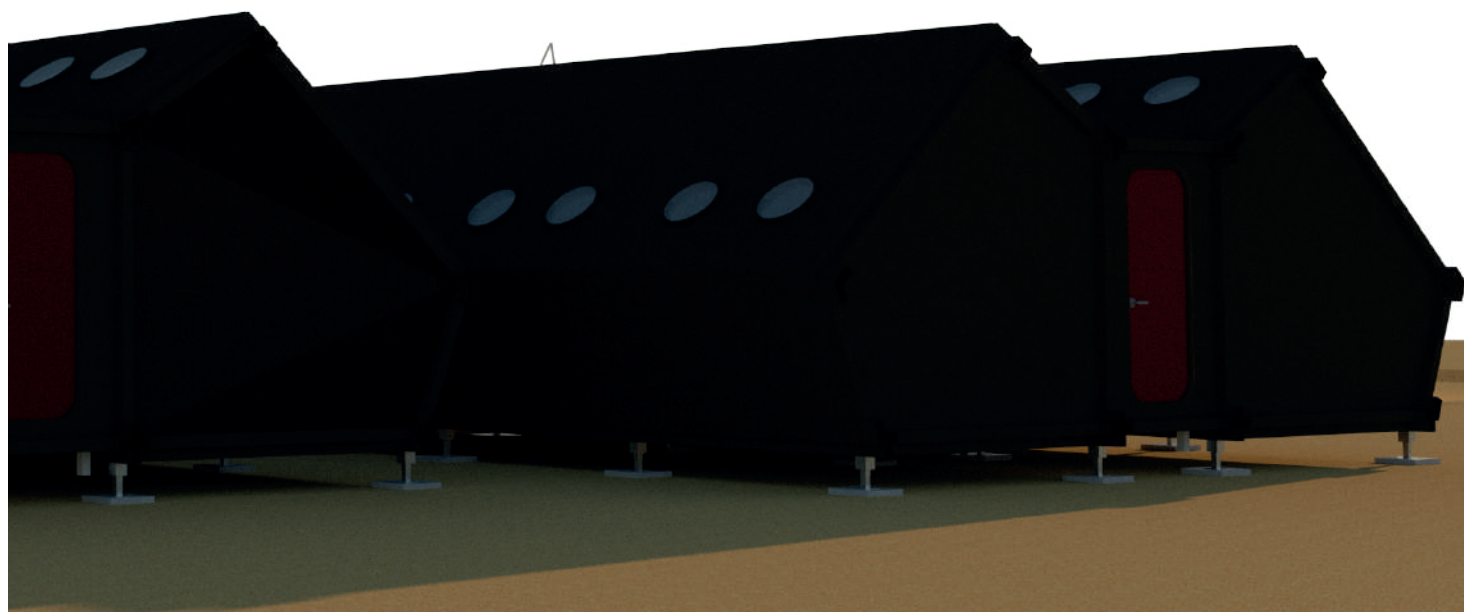
MAQUETA DIGITAL PROPUESTA





MAQUETA DIGITAL PROPUESTA

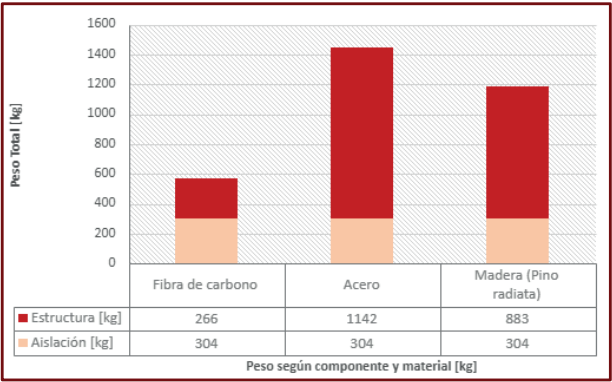




CONCLUSIÓN

Los materiales compuestos como la fibra de carbono (CFRP) han tenido un avance en el desarrollo de su aplicación en diversas áreas, frecuentando en la industria automovilística o aeroespacial, al igual que dentro del sector de la construcción. Si bien en este último no se ha impulsado dada las desventajas financieras que conlleva su utilización como material estructural, también posee ventajas considerables como su durabilidad, resistencia y bajo peso, los cuales son fundamentales para que su uso vaya evolucionando positivamente.

El fabricar unidades modulares con CFRP para zonas aisladas, además de otorgarle las ventajas mencionadas, permite que se puedan transportar más unidades conectadas dada su comparativa de pesos respecto a otros materiales, lo cual es favorable al momento de considerar los valores de transporte a sectores aislados, particularmente en casos como los faros habitados.



Al desarrollarse las unidades modulares con material estructural de fibra de carbono permite formar piezas únicas por medio del moldeo que facilita la manipulación de este. Por el momento se presenta una primera fase del proyecto, ya que el fin de este es llevar a cabo su desarrollo a una escala mayor por parte del CCTVal.

REFERENCIAS

Fuente (1): Casas Prefabricadas Modulares en Chile -
<https://www.miratuentorno.cl/casas-prefabricadas-modulares/>

Fuente (2): Guía de diseño para eficiencia energética en la vivienda social

Fuente (3): Faros Chilenos -
<https://web.archive.org/web/20150511122556/http://www.farosdelmar.com/faroschilenos.htm>

Fuente (4): 2012 - Servicio de Señalización Marítima, "Libro de Faros"

Fuente (5):
https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/estrechodemagallanes_es.html

Fuente (6):
<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-compuestos-que-son-y-para-que-sirven/>

Fuente (7): Carbono Composites "Curso de formación Profesional en Composites de Fibra de Carbono"

Fuente (8):
<https://anclaf.com/fibra-de-carbono-en-la-construccion/>

Fuente (9):
<https://construinnova.net/2016/02/19/nuevo-faro-en-el-puerto-de-valencia/>

Fuente (10): Doc. Decreto N°0199 (2009)
https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/MH_01151_2009_D00199.PDF

Fuente (11): <https://www.puntaarenas.cl/archivos/500/FAROS.pdf>

Fuente (12): <https://www.defensa.cl/media/FarosdeChile.pdf>

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este proceso académico he tenido altos y bajos en muchas ocasiones, es por esto que quisiera expresar mis agradecimientos por sobretodo a mi familia, a mi mamá, mi papá y a mi hermanito, que me ha apoyado incondicionalmente durante todo este tiempo, comenzando con darme la posibilidad de irme a estudiar otra región y animándome desde tan lejos, hasta hoy, estando a mi lado en mis últimas entregas de talleres avanzados, siempre preguntando en que podían ayudarme o acompañándome a imprimir y a colgar las láminas o estar conmigo mientras hacia mis maquetas hasta muy tarde. Los amo demasiado.

Agradecerle a mis amigos y a Leandro, por estar siempre apoyándome, por todos los talleres y trabajos que realizamos juntos, por las risas y los llantos, y un poco por las frustraciones que vivimos durante este tiempo, simplemente gracias por estar ahí cuando los necesitaba y ser mis pilares cuando me encontraba lejos de mi familia. Los quiero a todos.

A mi profesor guía, por acompañarme en este período final de mi proceso académico, por guiarme y aconsejarme en cada corrección, y alentarme a seguir adelante.

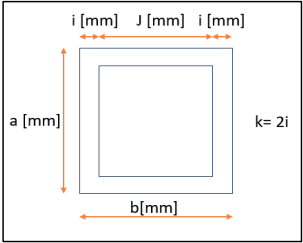
Al equipo del CCTVal, por cada día compartido y el brindarme un espacio, por las risas y bromas que hacían más grato el trabajar. En particular gracias a Felipe por el apoyo y desarrollo de este proyecto, por la buena onda y por tolerar los cambios que hacia sin avisarle hasta que me preguntaba, gracias y perdón por quedarte pasada tu hora laboral por el proyecto.

Gracias a cada persona que me apoyo en este largo proceso, de cerca o de muy lejos, a cada uno que me impulso a seguir adelante y poder llegar hasta donde me encuentro hoy en día, sinceramente muchas gracias.

ANEXOS

>Cálculo Transmitancia Térmica por Módulo

Perfil de Fibra de Carbono (CFRP)

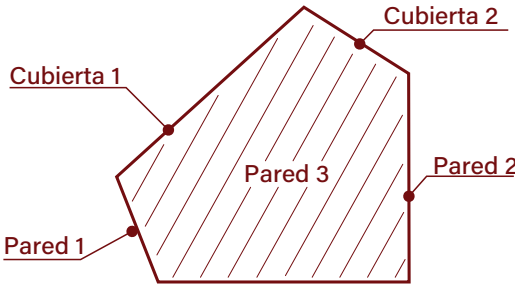


Perfil de fibra				
a [mm]	b [mm]	i [mm]	j [mm]	k [mm]
100	50	3	44	6
Ra [m ² K/W]	Rj [m ² K/W]	Rh perfil [m ² K/W]	Rv perfil [m ² K/W]	
0,0025	0,000075	0,255059884	0,216461862	

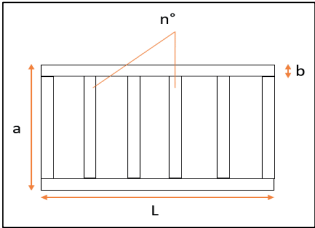
%U1	12%	%U2	88%	U h Total [W/m ² K]	R h Total [W/m ² K]
U1 [W/m ² K]	400,0000	U1 p [W/m ² K]	48,0000	51,4481	0,0194
U2 h [W/m ² K]	3,9183	U2 h p [W/m ² K]	3,4481	U v Total [W/m ² K]	R v Total [W/m ² K]
U2 v [W/m ² K]	4,6166	U2 v p [W/m ² K]	4,0626	52,0626	0,0192

Resistenciatermica espacio confinado sin ventilacion (perfil de fibra)				
d [mm]	94	hr0	4,9671	Rh [m ² K/W] (horizontal)
b - k [mm]	44	hr	2,6730	0,2549
e	0,9	ha (hor)	1,2500	Rv [m ² K/W] (ascendente)
deltaT	23	ha (ver)	1,9500	0,2163
1/e + 1/e	2,2222	2/...	1,6360	-4,382007819

Conductividad fibra [W/m ² K]	40
--	----



Pared 1



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	b [mm]	50
L [mm]	3000	At [m ²]	7,500
N vigas	6		

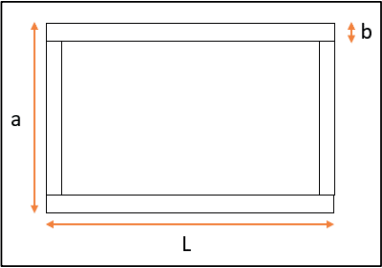
Piso (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Térmica [W/m ² K]	Resistencia Térmica [m ² K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m ³)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m ³)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m ² K/W]			2,859107506

Puente térmico piso			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Térmica [W/m ² K]	Resistencia Térmica [m ² K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m ³)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m ² K/W]			0,457007659

Transmitividad piso		
U pared 1 (Aislacion) [W/m ² K]	U puente termico 1 [W/m ² K]	U total [W/m ² K]
0,175	1,094	0,300

		%
Area pared 1 [m ²]	6,480	86,400%
Area puente termico 1 [m ²]	1,020	13,600%
Factor cantidad de pisos	2	

Pared 2



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	b [mm]	50
L [mm]	2500	At [m^2]	6,250
N inter	4		

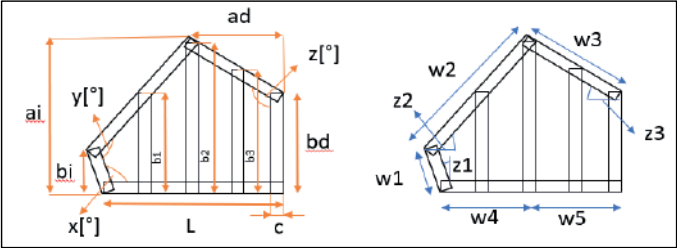
Pared 1 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,819107506

Puente termico 1			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0194
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,417237048

Transmitividad pared 1		
U pared 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,355	2,397	0,515

		%
Area pared 1 [m^2]	5,760	92,160%
Area puente termico 1 [m^2]	0,490	7,840%
Factor cantidad de muros	1	

Pared 3



Dimensiones entramado								
L [mm]	bi [mm]	ai [mm]	ad [mm]	bd [mm]	x [°]	y [°]	z [°]	z1 [°]
3000	1280	3290	1270	2500	111	111	122	21
b1 [mm]	b2 [mm]	b3 [mm]	b4 [mm]	b5 [mm]	b6 [mm]	b7 [mm]	z2 [°]	z3 [°]
2200	2860	0					42	32
w1 [mm]	w2 [mm]	w3 [mm]	w4 [mm]	w5 [mm]	C1 [mm]	C2 [mm]	C3 [mm]	C4 [mm]
1371,066	3003,898	1497,557	1730	1270	3526,61	3717,12	900,297	1030,61661
alpha 1	alpha 2	alpha 3	alpha 4	A1 [m^2]	A2 [m^2]	A3 [m^2]	AT [m^2]	N inter
68,8925	21,1075	62,263	48,737	4,935	1,5875	1,91546	8,438	9

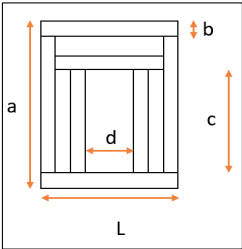
Pared 3 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
		RT [m^2 K/W]	2,819107506

Puente termico 3			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100	40	0,0194
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
		RT [m^2 K/W]	0,417237048

Transmitividad pared 3		
U pared 3 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 3 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,355	2,397	0,548

		%
Area pared 3 [m^2]	7,639	90,529%
Area puente termico 3 [m^2]	0,799	9,471%

Pared 4



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	c [mm]	2000
b [mm]	50	d [mm]	1200
L [mm]	1500	At [m^2]	3,750
N inter	4		

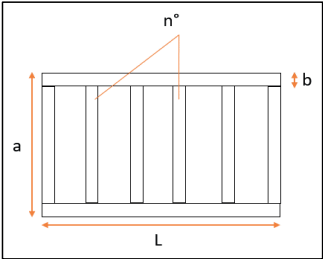
Pared 4 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
		RT [m^2 K/W]	2,819107506

Puente termico Pared 4			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0194
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
		RT [m^2 K/W]	0,417237048

Transmitividad pared 4		
U pared 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,177	1,198	0,357

		%
Area pared 1 [m^2]	3,090	82,400%
Area puente termico 1 [m^2]	0,660	17,600%
Factor cantidad de muros	2	

Piso 1



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	b [mm]	50
L [mm]	3000	At [m^2]	7,500
N vigas	6		

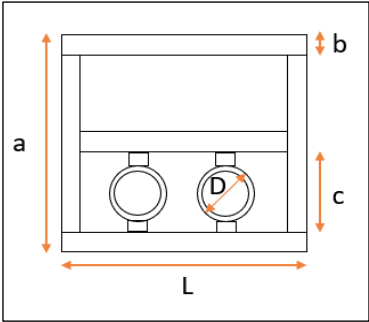
Piso (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Térmica [W/m^2 K]	Resistencia Térmica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,859107506

Puente térmico piso			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Térmica [W/m^2 K]	Resistencia Térmica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacío)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,457007659

Transmitividad piso		
U pared 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,175	1,094	0,300

		%
Area pared 1 [m^2]	6,480	86,400%
Area puente termico 1 [m^2]	1,020	13,600%
Factor cantidad de pisos	2	

Cubierta 1



Dimensiones entramado			
a [mm]	3000	b [mm]	50
L [mm]	2500	D [mm]	500
N inter	4	c [mm]	1300

Aventana [m^2]	0,19635
Aperfil [m^2]	0,04
At [m^2]	7,500

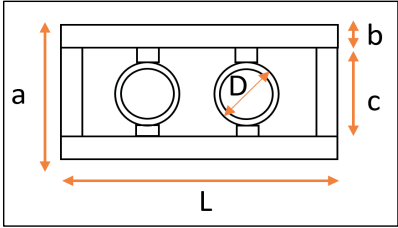
Cubierta 1 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	15	0,04	0,375
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,914107506

Puente termico cubierta 1			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	15	0,04	0,375
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,512007659

Transmitividad cubierta 1		
U cubierta 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,171579119	0,976547892	0,2424

		%
Area pared 1 [m^2]	6,83999992	91,200%
Area puente termico cubierta 1 [m^2]	0,66000008	8,800%
Factor cantidad de muros	2	

Cubierta 2



Dimensiones entramado			
a [mm]	1500	b [mm]	50
L [mm]	2500	D [mm]	500
N inter	4	c [mm]	900

Aventana [m ²]	0,392699
Aperfil [m ²]	0,02
At [m ²]	3,750

Cubierta 2 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m ² K]	Resistencia termica [m ² K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m ³)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m ³)	15	0,04	0,3750000
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m ² K/W]			2,914107506

Puente termico cubierta 2			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m ² K]	Resistencia termica [m ² K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m ³)	15	0,04	0,375
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m ² K/W]			0,512007659

Transmitividad cubierta 2		
U cubierta 1 (Aislacion) [W/m ² K]	U puente termico 1 [W/m ² K]	U total [W/m ² K]
0,171579119	0,976547892	0,255

		%
Area pared 1 [m ²]	3,35999996	89,600%
Area puente termico cubierta 1 [m ²]	0,39000004	10,400%
Factor cantidad de muros	2	

>Balance General Módulo

T int [°C]	18
T ext [°C]	-5
Delta T	23

U global [W/m^2 K]	0,346
--------------------	-------

Envolvente						
Superficie (N°)	Elemento	Area [m^2]	U [W/m^2 K]	Q [W]	% local	% global
1	Pared 1	3,428	0,455	35,874	9%	7%
	Ventana					
2	Pared 2	3,85	0,418	37,014	9%	7%
	Puerta	2,4	1	55,200	13%	10%
3	Pared 3	8,438	0,437	84,810	20%	16%
	Ventana			0,000	0%	0%
4	Pared 3 (Simetría)	8,438	0,437	84,810	20%	16%
	Ventana					
5	Cubierta 1	7,51	0,2191	37,845	9%	7%
	Ventana cubierta 1	0,393	3,6	32,540	8%	6%
6	Cubierta 2	3,744	0,229	19,720	5%	4%
	Ventana cubierta 2	0,393	3,6	32,540	8%	6%

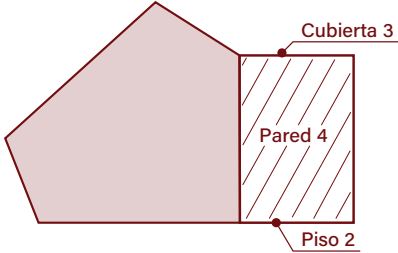
Piso						
Superficie (N°)	Elemento	Area [m^2]	U [W/m^2 K]	Q [W]	% local	% global
7	Piso 1	7,5	0,242	41,745	100%	8%

Renovaciones						
Tipo		Volumen [m^3]	rev/hora	Q [W]	% local	% global
Ventilacion		21,095	0,3	58,222	80%	11%
infiltracion		% ventilacion	25%	14,556	20%	3%

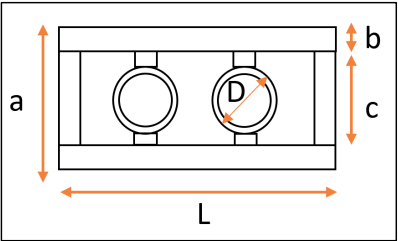
Perdidas			
Tipo		Q [W]	%global
Total envolvente		420,354	79%
Piso		41,745	8%
Total renovacion de aire		72,778	14%

Potencia [W]	535
--------------	-----

>Cálculo Transmitancia Térmica Pasillo



Cubierta 3



Dimensiones entramado			
a [mm]	1500	b [mm]	50
L [mm]	2500	D [mm]	500
N inter	4	c [mm]	900

Aventana [m^2]	0,392699
Aperfil [m^2]	0,02
At [m^2]	3,750

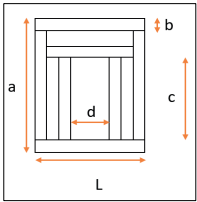
Cubierta 2 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	15	0,04	0,3750000
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,914107506

Puente termico cubierta 3			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,1
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	15	0,04	0,375
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,512007659

Transmitividad cubierta 3		
U cubierta 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,171579119	0,976547892	0,255

		%
Area pared 1 [m^2]	3,35999996	89,600%
Area puente termico cubierta 1 [m^2]	0,39000004	10,400%
Factor cantidad de muros	2	

Pared 4



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	c [mm]	2000
b [mm]	50	d [mm]	1200
L [mm]	1500	At [m^2]	3,750
N inter	4		

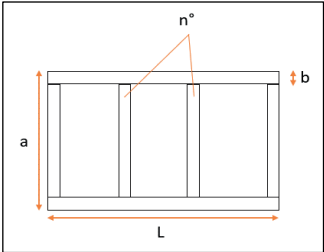
Pared 4 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,819107506

Puente termico Pared 4			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,13
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0194
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,417237048

Transmitividad pared 4		
U pared 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,177	1,198	0,357

		%
Area pared 1 [m^2]	3,090	82,400%
Area puente termico 1 [m^2]	0,660	17,600%
Factor cantidad de muros	2	

Piso 2



Dimensiones entramado			
a [mm]	2500	b [mm]	50
L [mm]	1500	At [m^2]	3,750
N vigas	4		

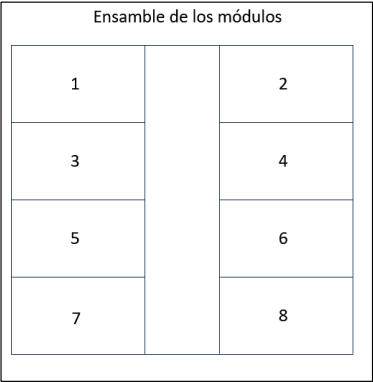
Piso 2 (Aislacion)			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100	0,0413	2,421307506
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,2500000
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			2,859107506

Puente termico Piso 2			
Componente	Espesor [mm]	Conductividad Termica [W/m^2 K]	Resistencia termica [m^2 K/W]
Superficie interior			0,17
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Lamina de corcho (100 kg/m^3)	10	0,04	0,25
Perfil de fibra de carbono (con vacio)	0	40	0,0192
Plancha de fibra de carbono	2	40	0,00005
Superficie exterior			0,0177
RT [m^2 K/W]			0,457007659

Transmitividad Piso 2		
U cubierta 1 (Aislacion) [W/m^2 K]	U puente termico 1 [W/m^2 K]	U total [W/m^2 K]
0,174879748	1,094073569	0,329

		%
Area pared 1 [m^2]	3,120	83,200%
Area puente termico 1 [m^2]	0,630	16,800%
Factor cantidad de pisos	2	

>Balance General Conjunto



Contador de superficies expuestas	
Superficie	Cantidad
Pared 1	8
Pared 2	0
Pared 3	4
Pared 4	2
Cubierta 1	7
Cubierta 2	7
Cubierta 3	4
Piso 1	7
Piso 2	4

N° modulos	8
Volumen modulo	21,1
Volumen total	168,8

Envolvente								
Superficie (N°)	Elemento	Area [m^2]	U [W/m^2 K]	Q [W]	N sup	Qt [W]	% local	% global
1	Pared 1	3,428	0,455	35,874	8	286,992	16%	12%
	Ventana							
2	Pared 2	3,85	0,418	37,014	0	0	0%	0%
	Puerta	2,4	1	55,200	0	0	0%	0%
3	Pared 3	8,44	0,437	84,830	4	339,322	19%	14%
	Ventana							
4	Pared 4	1,344	0,266	8,223	2	16,4452	1%	1%
	Puerta	2,4	1	55,200	2	110,4	6%	4%
5	Cubierta 1	7,117	0,219	35,865	7	251,053	14%	10%
	Ventana cubierta 1	0,393	3,6	32,540	7	227,783	13%	9%
6	Cubierta 2	3,351	0,229	17,650	7	123,548	7%	5%
	Ventana cubierta 2	0,393	3,6	32,540	7	227,783	13%	9%
7	Cubierta 3	3,351	0,229	17,650	4	70,5989	4%	3%
	Ventana cubierta 2	0,393	3,6	32,540	4	130,162	7%	5%

Piso								
Superficie (N°)	Elemento	Area [m^2]	U [W/m^2 K]	Q [W]	n	Qt [W]	% local	% global
8	Piso 1	7,5	0,254	43,815	7	306,705	79%	12%
9	Piso 2	3,744	0,238	20,495	4	81,9786	14%	3%

Renovaciones					
Tipo	Volumen [m^3]	rev/hora	Q [W]	% local	% global
Ventilacion	168,8	0,3	465,888	80%	19%
infiltracion	% ventilacion	25%	116,472	20%	5%

Potencia [W]	2472
--------------	------

>Peso por Módulo

Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Pared 1	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	3,051	0,006	1750	10,677	30%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,305	15	4,576	13%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,061	100	6,101	17%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,006	1750	10,677	30%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	0,377	0,001	1750	1,320	4%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,008	100	0,754	2%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,001	1750	1,320	4%
						Peso Total [Kg]	35,425	
Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Pared 2	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	5,760	0,012	1750	20,160	31%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,576	15	8,640	13%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,115	100	11,520	18%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,012	1750	20,160	31%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	0,490	0,001	1750	1,715	3%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,010	100	0,980	2%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,001	1750	1,715	3%
						Peso Total [Kg]	64,890	
Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Pared 3	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	7,639	0,015	1750	26,736	41%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,764	15	11,458	18%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,153	100	15,278	24%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,015	1750	26,736	41%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	0,799	0,002	1750	2,797	4%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,016	100	1,598	2%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,002	1750	2,797	4%
						Peso Total [Kg]	87,400	
Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Cubierta 1	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	6,840	0,014	1750	23,940	37%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,684	15	10,260	16%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,137	100	13,680	21%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,014	1750	23,940	37%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	0,660	0,001	1750	2,310	4%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,013	100	1,320	2%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,001	1750	2,310	4%
						Peso Total [Kg]	77,760	
Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Cubierta 2	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	3,360	0,007	1750	11,760	18%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,336	15	5,040	8%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,067	100	6,720	10%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,007	1750	11,760	18%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	0,390	0,001	1750	1,365	2%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,008	100	0,780	1%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,001	1750	1,365	2%
						Peso Total [Kg]	38,790	
Estructura	Componente	Material	Espesor [mm]	Area normal [m^2]	Volumen [m^3]	Densidad [kg/m^3]	Peso [kg]	%
Piso	Aislación	Plancha de fibra de carbono	2	6,480	0,013	1750	22,680	35%
		Aislapol (Densidad: 15 kg/m^3)	100		0,648	15	9,720	15%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,130	100	12,960	20%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,013	1750	22,680	35%
	Puente termico	Plancha de fibra de carbono	2	1,020	0,013	1750	22,680	35%
		Lamina de corcho (100 kg/m^3)	20		0,130	100	12,960	20%
		Perfil de fibra de carbono (con vacio)	100			1750	0,000	0%
		Plancha de fibra de carbono	2		0,013	1750	22,680	35%
						Peso Total [Kg]	126,360	

>Comparativa en pesos ante materiales tradicionales

Seccion perfil			
a [mm]	100	L [mm]	1000
b [mm]	150		
e [mm]	3		
A vaciado[m^2]	0,0015	A relleno[r	0,015
V vaciado [m^3]	0,0015	V relleno [	0,015
Proporcion relleno/vaciado		10	

Material	Volumen	Densidad	Peso
Fibra de carbono	0,1522	1750	266,35
Acero	0,1522	7500	1141,5
Madera	1,522	580	882,76

Fibra de carbono		
Componente aislacion	Peso [kg]	%
Pared 1	35,425	4%
Pared 2	64,890	7%
Pared 3	87,400	9%
Cubierta 1	155,520	17%
Cubierta 2	77,580	8%
Piso	252,72	27%
Aislación [kg]	674	72%
Estructura/Esqueleto [kg]	266	28%
Peso Total [kg]	939,885	

Acero		
Componente aislacion	Peso [kg]	%
Pared 1	35,425	2%
Pared 2	64,890	4%
Pared 3	87,400	5%
Cubierta 1	155,520	9%
Cubierta 2	77,580	4%
Piso	252,72	14%
Aislacion [kg]	674	37%
Estructura/Esqueleto [kg]	1142	63%
Peso Total [kg]	1815,035	

Madera (Pino radiata)		
Componente aislacion	Peso [kg]	%
Pared 1	35,425	2%
Pared 2	64,890	4%
Pared 3	87,400	6%
Cubierta 1	155,520	10%
Cubierta 2	77,580	5%
Piso	252,72	16%
Aislacion [kg]	674	43%
Estructura/Esqueleto [kg]	883	57%
Peso Total [kg]	1556,295	

