Universidad Técnica Federico Santa Maria
Departamento de Arquitectura
Valparaíso - Chile

SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA REFUGIOS DE ALTA MONTAÑA
TRANSPORTADO POR TRACCIÓN HUMANA CON APOYO MECÁNICO

Gabriela Tamara Castillo Rodríguez

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ARQUITECTA

Profesores Referentes:
Luis Felipe González
Francisco Valdés

Agosto, 2021

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): **X** Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Sistema constructivo para refugios de alta montaña: Transportado por tracción humana con apoyo mecánico.

Nombre del candidato(a): Gabriela Tamara Castillo Rodríguez

Carrera / Grado: Arquitectura / Licenciada

Campus: Casa Central **;** **Departamento**: Arquitectura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Luis Felipe González Böhme, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

X El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: ; **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha:18 de Agosto 2025 ; **Firma:** _____

SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA REFUGIOS DE ALTA MONTAÑA

TRANSPORTADO POR TRACCIÓN HUMANA CON APOYO MECÁNICO



"Los 16 de Chile"

El proyecto busca mejorar el acceso a la cordillera y difundir la cultura deportiva de la montaña. Efectuando el levantamiento de 16 refugios, tipo campamento base, ubicado cada uno al pie de la montaña más alta de cada región del país.

Proyecto ideado por Juan Pablo Mohr, anhelando acercar a la población con el territorio de la cordillera



ÍNDICE



ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT 07

GLOSARIO 10

INTRODUCCIÓN 13

SITUACIÓN DEFICIENTE 12

PROBLEMA 12

MODO DE TRANSPORTE 13

OBJETIVOS 16

HIPÓTESIS 17

METODOLOGÍA 18

PLANEACIÓN DEL DISEÑO RESOLUTIVO 23

DESARROLLO CONCEPTOS DE DISEÑO 26

ESPECIFICACIONES Y ARQUITECTURA DEL DISEÑO 42

DISEÑO PATENTADO 55

PROTOTIPO DIGITAL 66

PLANIMETRÍAS 75

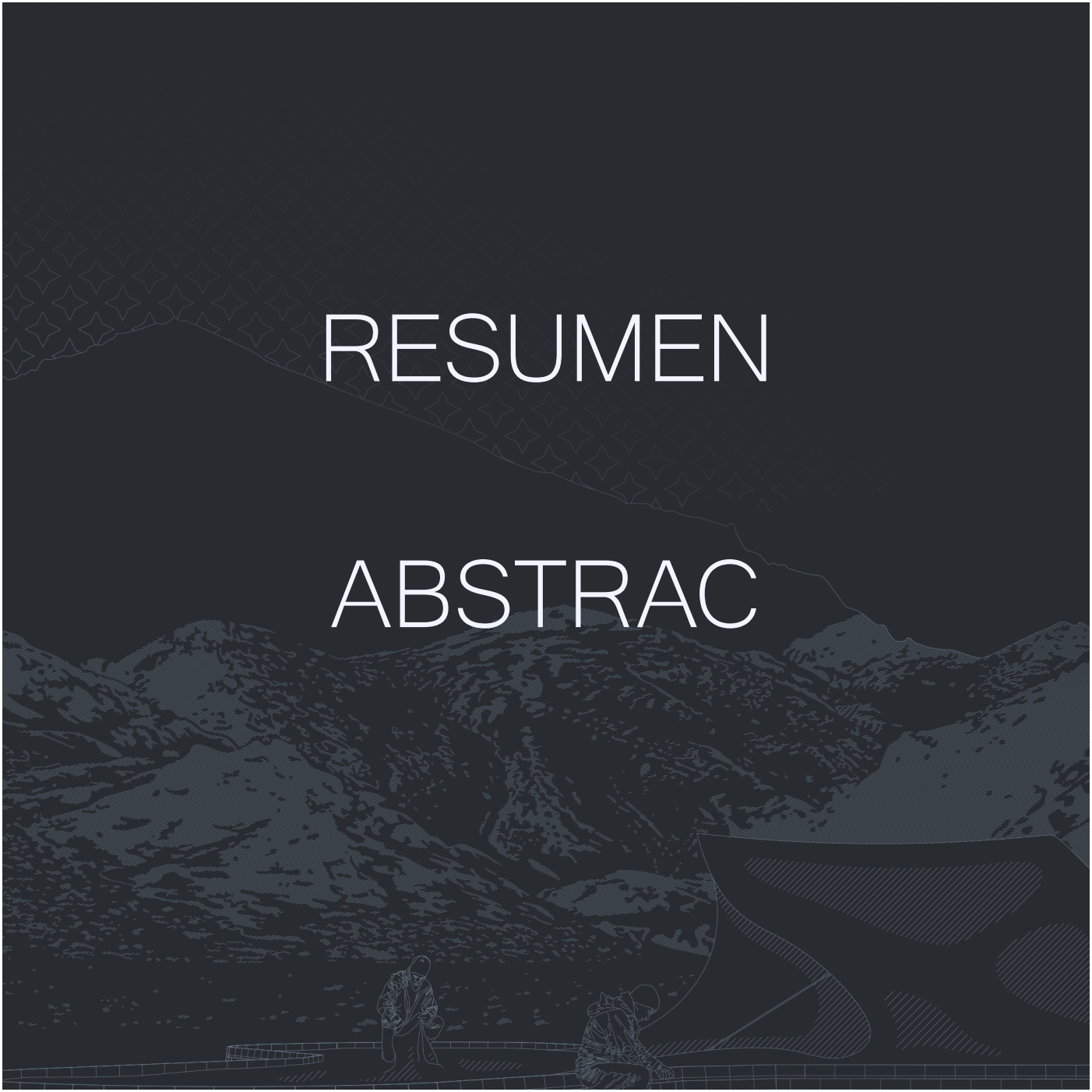
CONCLUSIÓN 84

BIBLIOGRAFÍA 87

ANEXOS 90

RESUMEN

ABSTRAC



RESUMEN

La presente memoria aborda el desarrollo de un sistema constructivo para refugios de alta montaña, cuyo diseño considera como principio base las capacidades físicas y mecánicas del cuerpo humano para su transporte e instalación. Frente a las limitaciones que impone el uso de transporte mecánico en terrenos de difícil acceso, se propone un prototipo que incorpora componentes modulares livianos y compatibles con la escala del montañista. Además, se integra el uso de un exoesqueleto pasivo con ajuste antropométrico como apoyo durante el transporte, permitiendo aumentar la capacidad de carga individual sin requerir medios externos. El diseño reutiliza elementos del exoesqueleto como partes del refugio, optimizando volumen y peso transportado. El desarrollo del diseño se fundamenta en una metodología proyectual aplicada, basada en el análisis de patentes, revisión bibliográfica, definición de criterios técnicos y validación conceptual mediante esquemas, diagramas y modelaciones tridimensionales.

ABSTRAC

This thesis explores the development of a construction system for high-mountain shelters, designed around the physical and mechanical capacities of the human body for both transport and assembly. Considering the logistical challenges of mechanical transport in remote and difficult terrains, the project proposes a prototype composed of lightweight modular components, scaled to match the human figure. A passive exoskeleton with anthropometric adjustment is integrated to support load-bearing during transport, enhancing carrying capacity without relying on external means. The design also incorporates components of the exoskeleton into the final structure of the shelter, optimizing both weight and volume. The design process is based on an applied project methodology, including patent analysis, literature review, definition of technical criteria, and conceptual validation through diagrams, schematics, and 3D modeling.

GLOSARIO



GLOSARIO

- Actuadores: dispositivo que convierte la energía en movimiento o que se utiliza para aplicar fuerza. El dispositivo toma energía de una determinada fuente (que puede ser energía creada por aire, líquido o electricidad) y la convierte en el movimiento deseado.

- Alta montaña: Terreno montañoso a gran altura, en relación a la topografía del sector, de características geográficas particulares,bajas temperaturas, fuerte radiación ultravioleta, déficit de oxígeno, entre otras. El rango de m.s.n.m que debe alcanzar varía dependiendo de la zona geográfica donde se ubica, fijándose en 3.500 m.s.n.m. en el caso de Chile.

- Animal de carga: Medio de transporte basado en el uso de la fuerza de un animal como ejecutor del desplazamiento.

- Centro de masa (CM): Promedio de la posición de todas las partes del cuerpo humano.

- Conceptos de diseño: Descripción de la forma, función y características de un producto o una parte del mismo.

- Construcción In Situ: Técnica o método de construcción que tiene lugar en el mismo lugar de emplazamiento de la construcción.

- Exoesqueleto: Una Estructura o armazón artificial que recubre, total o parcialmente, el cuerpo de una persona , permitiendo aumentar sus

capacidades físicas motoras.

- “Hacer cumbre”: Término acuñado por los montañistas al hacer alusión al hecho o momento de la expedición en la cual el montañista llega a la cumbre de la montaña que asciende.

- Helicóptero de carga: Helicóptero utilizado para desplazar una carga colgante, suspendida en el aire y asegurada a la estructura del helicóptero.

- Mal agudo de montaña (MAM): coloquialmente conocido como puna; conjunto de síntomas adversos (mareos, migraña, náuseas, vómito, agotamiento físico y en casos graves:edema pulmonar y edema cerebral) por una descompensación del cuerpo al encontrarse en un ambiente, sobre los 2.500 m.s.n.m, con una cantidad menor de oxígeno de la cual está acostumbrado el cuerpo.

- Miembro inferior: Sección del cuerpo que considera las piernas, caderas, tobillos y pies.

- Refugio campamento base: Tipo de refugio utilizado de manera permanente como asentamiento para resguardar montañistas durante las jornadas de espera y planificación de la exploración.

- Refugio vivac: Tipo de refugio utilizado de manera provisoria para resguardar a montañistas ante una instancia de emergencia.

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

SITUACIÓN DEFICIENTE

Chile posee 477.671 km2 de cordones montañosos, representando un 63,8% del territorio nacional continental, teniendo 107 cumbres con una altura mayor a los 4.000 msnm, convirtiendo la Cordillera de Los Andes en un espacio ideal para el deporte, la recreación y la conexión con el medio[1]. No obstante, sólo existen 11 refugios de alta montaña sobre los 3.500 msnm, registrados como activos, en el territorio nacional de la cordillera, haciendo dificultosa su ocupación.

La deficiencia en cantidad de refugios disponibles en la cordillera representa un inconveniente de gran magnitud para los montañistas, destacando la relevante importancia que tienen los refugios base al momento de aclimatar, gestionar, resguardar y realizar la ascensión a la cumbre.

1. INFORMACIÓN RECOPILADA DEL INFORME "DIAGNÓSTICO NACIONAL DE MONTAÑA", REALIZADO POR LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, DEL GOBIERNO DE CHILE.

PROBLEMA

La cordillera de Chile presenta un ancho de hasta 445 [km][1], destacándose en comparación con otros relieves existentes en el mundo. Dificultando la tarea de transportar los refugios, a pesar de existir diferentes maneras de realizarlo.

Hacer una inversión de este tipo, resulta poco lucrativo para entidades privadas, por lo que esta tarea queda a cargo del Estado, el cual no le da la prioridad correspondiente. Una gran parte de los refugios existentes fueron gestionados y hasta financiados por agrupaciones de montañistas, o como parte de campañas publicitarias de empresas dedicadas al rubro.

REFUGIO	REGIÓN	UBICACIÓN	ALTITUD (MSNM)
N°1.- Tejos	III	Volcán Ojos del Salado	5.900
N°2.- Atacama	III	Volcán Ojos del Salado	5.280
N°3.- Gabriela Mistral	IV	Cerro Las Tórtolas	5.150
N°4.- D´agostini	RM	Cerro El Plomo	4.614
N°5.- Claudio Lucero	III	Volcán Ojos del Salado	4.527
N°6.- CONAF Surire	XV	Salar de Surire	4.300
N°7.- Base Llullaillaco	II	Volcán Llullaillaco	4.155
N°8.- Federación	RM	Cerro El Plomo	4.124
N°9.- Cristóbal Bizzarri	RM	Cerro El Plomo	4.100
N°10.- El Pintor	RM	Cerro Pintor	3.888
N°11.- CONAF Santa Rosa	III	Volcán Ojos del Salado	3.776

FIG. 01 REFUGIOS EN ACTIVO SOBRE LOS 3500 MSNM EN CHILE, NUMERADOS SEGÚN LA ALTURA EN LA CUAL ESTÁN EMPLAZADOS, SIENDO EN ORDEN DE MAYOR A MENOR ALTURA. ELABORACIÓN PROPIA.



REFUGIO TEJOS



REFUGIO ATACAMA



GABRIELA MISTRAL



R E F U G I O D´AGOSTINI



REFUGIO CLAUDIO LUCERO



REFUGIO CONAF SURIRE



REFUGIO BASE LLULLAILLACO



REFUGIO FEDERACIÓN



REFUGIO CRISTÓBAL BIZZARRI



REFUGIO EL PINTOR



REFUGIO CONAF SANTA ROSA

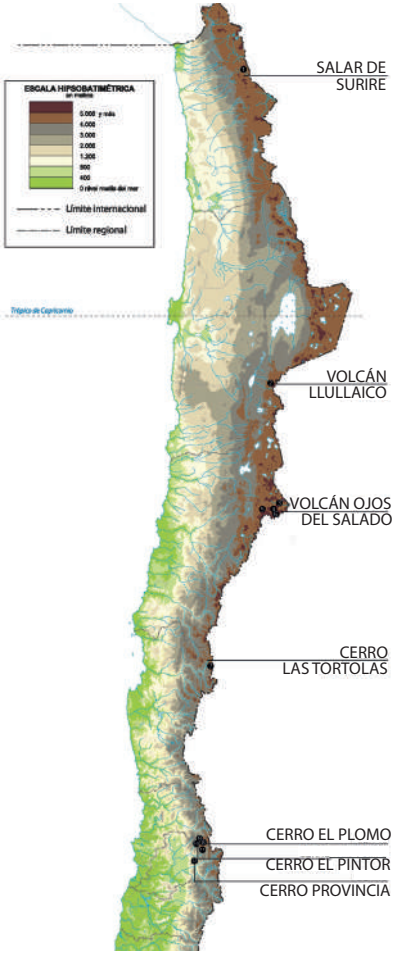


FIG. 02 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CUMBRES DONDE SE UBICAN LOS REFUGIOS NUMERADOS EN LA FIGURA 01. ELABORACIÓN PROPIA.

DETERMINANTE DEL PROBLEMA

La materialidad y los métodos constructivos utilizados actualmente en los refugios de alta montaña de la zona, presentan un gran conflicto. El proceso constructivo considera la instalación del refugio, como el levantamiento en terreno de las secciones constructivas, previamente ensamblada fuera de la montaña y hasta en ocasiones, construido en su totalidad fuera de ella. En consecuencia, la carga que debe ser transportada, posee dimensiones superiores a 1 [m2], así mismo, el peso de la carga supera fácilmente los 15 [Kg].

MODO DE TRASPORTE

El traslado de refugios de alta montaña proviene, tanto del transporte aéreo como terrestre. Siendo el primero un costo difícil de asumir[2], reduciendo las alternativas a vehículos de tracción mecánica. Donde además de comprometer las zonas naturales de la cordillera[3], existe un riesgo humano, al facilitar la llegada de personas sin la condición física necesaria para las exigencias requeridas en altura, como el uso indebido de refugios base para otros fines, ocupando el espacio hipotético para un montañista que lo requiera en caso de emergencia. Estos factores dificultan la implementación de una ruta vial en la montaña.

Otro medio utilizado, son los animales de carga, que, a pesar de las normativas y restricciones para la protección de los animales, su uso sigue siendo un peligro para el propio animal, donde a falta de una fiscalización

2. EN LA EMPRESA ALBATROS TRANSPORTE AÉREO UN VUELO PRIVADO, EL CUAL CONSIDERA EL USO DE UNA CANASTA DE TRANSPORTE HASTA 5.000 MSNM, TIENE UN VALOR DE $2.000 USD /HORA .

3. SE CONSIDERA LA ACTIVIDAD AUTOMOVILÍSTICA COMO LA AMENAZA N°11 PARA LA FAUNA NATIVA DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES. SEGÚN LA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN LADERA SUR.

activa para este tipo de situaciones, los animales pueden terminar gravemente vulnerados después del arduo trayecto.

Una de las principales limitaciones a la hora de transportar un refugio, radica en la magnitud de las piezas que la componen, donde la estrategia más recurrente, es la de un pre armado de los componentes, antes de iniciar el transporte a la cordillera. Estas piezas son proporcionalmente mayores a las del cuerpo humano, complicando su manipulación y limitando la viabilidad de utilizar un transporte distinto a los mencionados anteriormente. Sin embargo, esta problemática se traduce en un creciente movimiento llamado "carga tu propio peso" [4] el cual se fundamenta en el uso de la tracción humana como medio de transporte viable.

4. "CARRY YOUR OWN WEIGHT" – MOVIMIENTO A FAVOR DEL RESPETO HACIA LOS ANIMALES, EN EL CUAL LOS MONTAÑISTAS SE REHÚSAN A SOMETER A UN ANIMAL PARA TRANSPORTAR EQUIPO O A ELLOS MISMOS.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Proyectar un refugio de alta montaña ejecutado con capacidades motrices humanas.

Objetivos Específicos:

OE 1:

- Utilizar componentes constructivos acordes a las dimensiones de escala humana.

OE 2:

-Disminuir un 80% el esfuerzo motor humano al transportar el refugio.

OE 3:

-Desvincular el 100% de las piezas de un elemento constructivo, al uso de la mochila como su medio de transporte.

HIPÓTESIS

- Hipótesis 1:

El diseño de un sistema constructivo compuesto por elementos cuyas dimensiones sean menores que las del torso humano permite que la totalidad de sus componentes pueda ser transportada exclusivamente mediante tracción humana.

- Hipótesis 2:

La incorporación de un mecanismo complementario adherido al cuerpo humano, un exoesqueleto pasivo con ajuste antropométrico, permite equiparar el esfuerzo requerido para el transporte por tracción humana, incrementando así la capacidad física de carga del montañista.

- Hipótesis 3:

El diseño de un elemento constructivo con doble función (como parte del mecanismo del exoesqueleto durante el transporte y como componente estructural del refugio una vez instalado) reduce la cantidad de elementos que deben ser transportados en las mochilas.

METODOLOGÍA

La metodología planteada utilizara el concepto de "modelo de desarrollo" referida para un análisis organizacional, determinando los procesos involucrados para diferentes características y diferentes estructuras, para concebir el desarrollo de un nuevo producto original (Giraldo, 2004). Esto se fundamenta en el planteamiento de M.A. Saren, sobre un esqueleto primario común que comparten todos los modelos de desarrollo, pero que debido a las diferencias en el mercado, desarrolladores, productos y otras variables, cada modelo debiera ser distinto para poder concretar con éxito su función primordial (Giraldo, 2004).

Es por lo cual, se formula un modelo en específico, utilizando como esqueleto principal, el planteado por Karl T. Ulrich y Steven D Eppinger[5] donde se modificara, mediante Loops de retroalimentación a medida que se avanza en el proceso de desarrollo y con pruebas específicas, para ver la eficiencia que tendría el producto al ponerlo a prueba con simulaciones programadas con softwares. Además de la mutación en la etapa de diseño industrial, para un mejor rendimiento del procedimiento.

La metodología planteada estuvo abierta a sufrir modificaciones durante el desarrollo del proceso. Estas modificaciones fueron planteadas y analizadas ante el caso de representar un mejor resultado en el producto final. Esta incertidumbre de lo concreto se debe a la falta de un método perfecto y los cambios que se le deben hacer a estos al adecuarlos a cada producto, mercado, tecnologías, entre otros puntos.

5. ULRICH, K. T., & EPPINGER, S. D. (2013). DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS (QUINTA EDICIÓN). MCGRAW-HILL EDUCATION.

PROCEDIMIENTO

1. Identificación de oportunidades:

- Identificar una situación deficiente en la actualidad que pueda ser remediada a través de la investigación y diseño.
- Plantear la problemática existente y fragmentarla en todos los aspectos que esta considera, para ser abarcada de manera más eficiente.

2. Identificación de requerimientos:

- Recopilar información sin procesar, entrevistas, documentales, etc.
- Interpretar datos recopilados como requerimientos para el correcto funcionamiento del diseño.
- Establecer orden jerárquico de los requerimientos.

3. Especificaciones del producto:

- Elaborar lista de métricas específica para cada sub división espacial y para cada material.
- Establecer valores ideales y marginales.

4. Generación del concepto:

- Búsqueda en el mercado actual.
- Generar conceptos.

5. Selección del concepto:

- Elaborar una matriz de selección.
- Evaluar los conceptos.
- Combinar y mejorar los conceptos.
- Seleccionar conceptos a utilizar.

6. Arquitectura del producto:

- Crear un diagrama de disposición geométrica espacial.
- Establecer modelos técnicos para el funcionamiento del producto.

7. Diseño industrial:

- Investigar patentes existentes.
- Conceptualizar diseño por medio de un prototipo digital.
- Investigar y aplicar materialidad.
- Evaluar los modelos técnicos.
- Estipular secuencia de ensamblado.
- Estipular vida útil de los distintos materiales.

PLANTEAMIENTO DISEÑO RESOLUTIVO



PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO RESOLUTIVO

Debido al número de problemáticas y soluciones con las que se debe desarrollar el sistema constructivo y el diseño del refugio, se utiliza un mapa conceptual para diagramar la situación contextual, las necesidades y dificultades. De esta manera se pueden individualizar y fragmentar las solicitudes, abordandolas de mejor manera.

Se consideran las necesidades propias de un recinto emplazado en la alta montaña, las características que debe tener un campamento base de montaña y la problemática de su transporte, antes mencionada.

Esto se considera un ejercicio de primer acercamiento, siendo el punto de partida para lograr un diseño resolutivo al proyecto. La Fig. 03 muestra el proceso de identificación de los requerimientos solicitados por el proyecto y los factores determinantes en su funcionamiento.

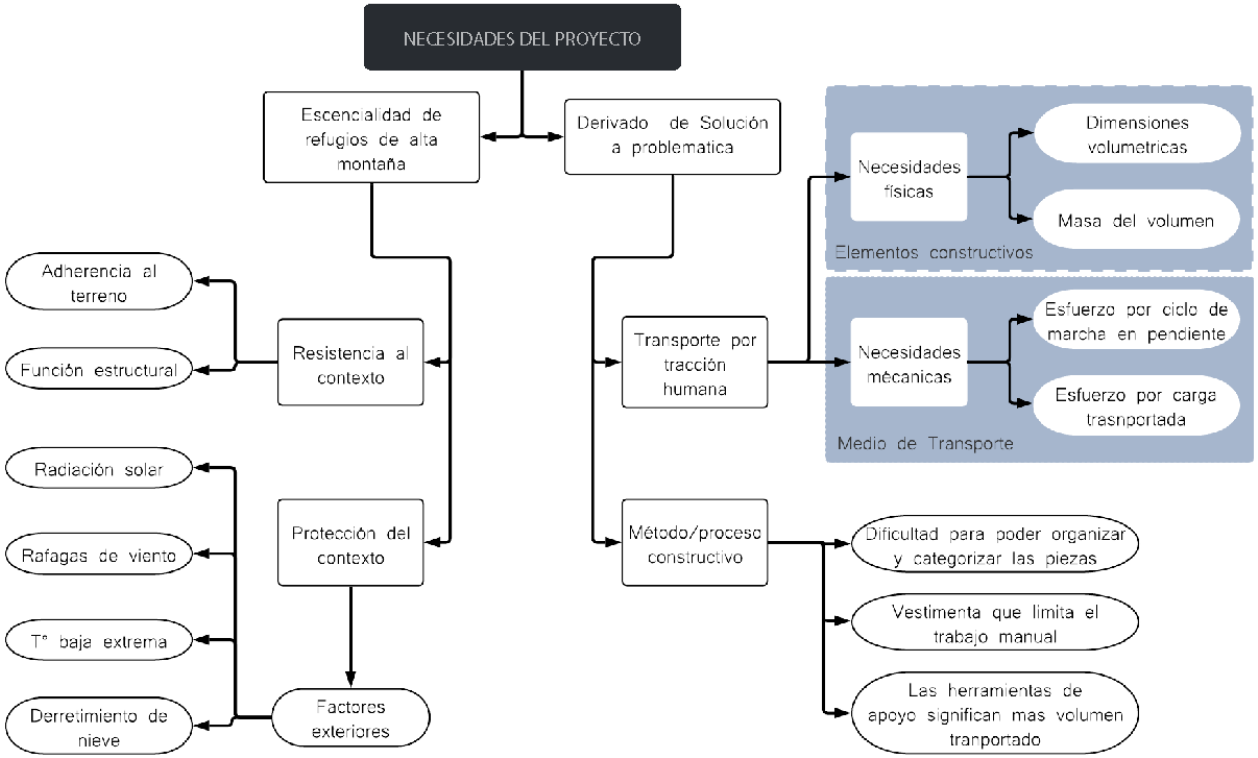


FIG. 03: MAPA CONCEPTUAL DE LAS NECESIDADES DEL DISEÑO Y LA SITUACIÓN CONTEXTUAL A LA QUE SE ENFRENTARÁ ESTE. PRIMER ACERCAMIENTO AL DISEÑO RESOLUTIVO. ELABORACIÓN PROPIA.

DESARROLLO CONCEPTOS DE DISEÑO



A partir de las necesidades y requerimientos identificados, para el funcionamiento del sistema constructivo, se postulan conceptos de diseño[1] capaces de responder resolutivamente a las problemáticas planteadas. Existiendo requerimientos solicitados al ser un refugio de alta montaña en sí y otros derivados de los objetivos específicos, propuestos ante la problemática identificada, al requerir un nuevo método de transporte.

Los conceptos de diseño moldean y conforman el diseño y la tecnología del sistema constructivo. Debiendo extraer la esencialidad de cada concepto, incorporándose entre ellos, siendo un proceso de mutación y desarrollo del diseño, hasta llegar al diseño del sistema constructivo.

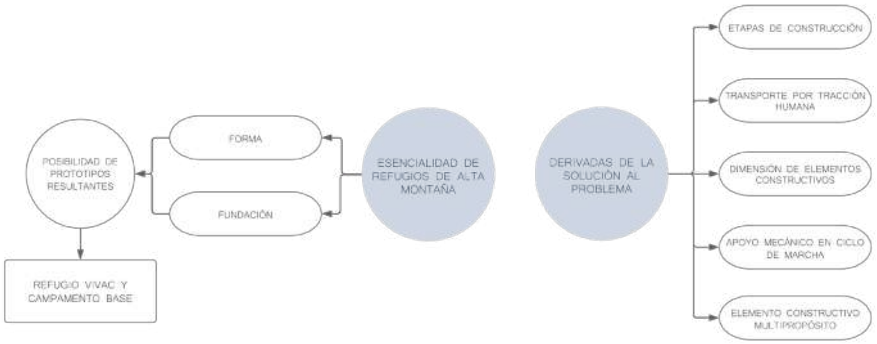


FIG. 04.

1. CONCEPTOS DE DISEÑO: DESCRIPCIÓN DE LA FORMA, FUNCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UN PRODUCTO, O UNA PARTE DEL MISMO.

FIG 04: EL MAPA CONCEPTUAL MUESTRA LOS CONCEPTOS DE DISEÑO QUE GUÍAN EL DESARROLLO DEL DISEÑO. ELABORACIÓN PROPIA.

VALORIZACIÓN Y SELECCIÓN DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO Y MÉTODO DE FUNDACIÓN



FIG. 05: ESTACIÓN SURCOREANA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA JANG BOGO. ANTÁRTIDA. IMAGEN RECUPERADA DEL SITIO WEB "SPANISH.KOREA.NET"



FIG. 06: CARPA INVIVIDUAL DONDE SE UTILIZA EL MATERIAL DEL CONTEXTO PARA ANCLAR LA CARPA AL TERRENO. CERRO OJOS DEL SALADO. FOTOGRAFÍA TOMADA POR NELSON CASTILLO (2017)



FIG. 07: REFUGIO ELENA, CERRO ACONCAGUA. IMAGEN RECUPERADA DEL SITIO WEB "CLARIN.COM"

Los diseños volumétricos de los refugios de alta montaña, o de contextos similares, y el método con el cual se emplazan y aseguran al terreno, son limitados y repetitivos. Debido a los innegables requerimientos del contexto y las limitadas opciones de diseño que estos conllevan.

Dichos conceptos de diseño son evaluados y su valor cuantificado, en la Fig. 08, Fig. 09 y Fig. 10. Basándose en parámetros ligados a los requerimientos que conlleva el diseño volumétrico y el método de fundación, respectivamente. Dando una rango de satisfacción sobre la respuesta de cada concepto ante cada parámetro, reconociendo las opciones de respuestas como, negativa, positiva y neutra, respectivamente obteniendo un puntaje numérico de, –1, +1 y 0.

Al evaluar cada concepto de diseño, obtenemos 2 diseños volumétricos como las mejores propuestas, y un método de fundación. El referente volumétrico de la Estación Jang Bogo Fig. 05 y el diseño volumétrico de "Medio Cilindro", son combinados para dar lugar a la propuesta de diseño volumétrico (Fig. 11). Este diseño volumétrico es sumado al método de fundación en el cual se utiliza la materia, del mismo contexto de emplazamiento, como sobrecimiento de fundación y como anclaje de la estructura al terreno, Fig. 06 y Fig. 07.

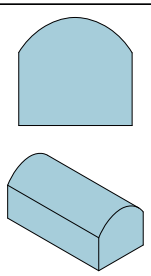
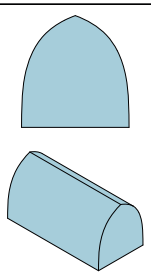
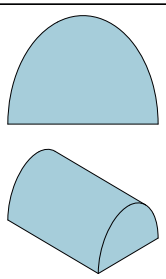
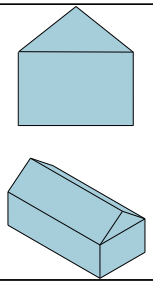
		CONCEPTOS DISEÑO VOLUMÉTRICO			
		Medio cilindro alargado	Medio cilindro gota	Medio cilindro	Dos Aguas
					
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Espacio interior útil	+	0	–	+
	Generación de remolinos de viento	–	–	+	–
	Cantidad de material utilizado	0	0	0	–
	Cantidad de material utilizado	0	0	+	–
	Desplazamiento de el nieve	0	+	0	+
	Capacidad de acoplamiento	0	0	0	0
	Total puntuación de valoración	0	0	1	–1

FIG. 08: MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LOS CONCEPTOS DE DISEÑO VOLUMÉTRICO DE REFUGIO, EN BASE A LOS PARÁMETROS SEÑALADOS EN LA COLUMNA IZQUIERDA. ELABORACIÓN PROPIA.

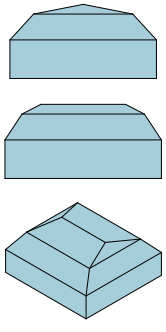
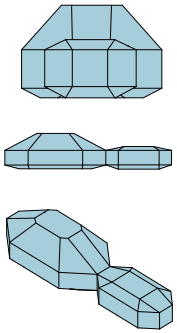
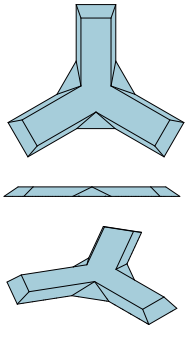
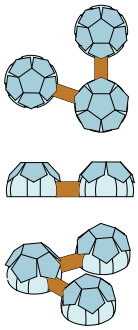
		CONCEPTOS DISEÑO VOLUMÉTRICO			
		Variación dos aguas	Estación Halley VI	Estación Jang Bogo	Base Marte Foster
					
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Espacio interior útil	+	+	–	0
	Generación de remolinos de viento	–	0	+	0
	Cantidad de material utilizado	–	0	+	0
	Cantidad de material utilizado	–	–	+	0
	Desplazamiento de el nieve	0	–	–	–
	Capacidad de acoplamiento	–	–	0	+
	Total puntuación de valoración	-3	-2	1	0

FIG. 09: MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LOS CONCEPTOS DE DISEÑO VOLUMÉTRICO DE REFUGIO, EN BASE A LOS PARÁMETROS SEÑALADOS EN LA COLUMNA IZQUIERDA. ELABORACIÓN PROPIA.

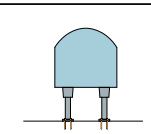
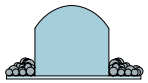
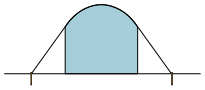
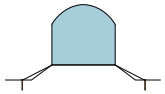
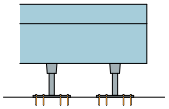
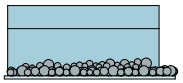
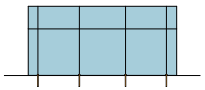
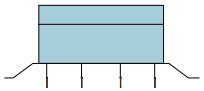
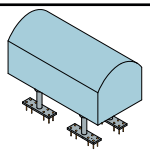
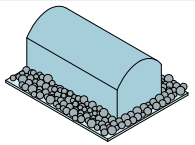
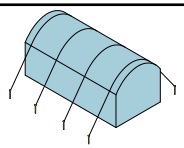
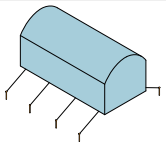
		CONCEPTOS MÉTODO FUNDACIÓN			
		Pilares	Uso del contexto	Tensión clásica	Tensión desde base
					
					
					
PARÁMETROS EVALUACIÓN	Volumen	–	+	0	0
	Peso	–	0	0	0
	Rapidez	0	–	+	+
	Factibilidad en diferentes contexto	+	+	–	–
	Total puntuación de valoración	–1	1	0	0

FIG. 10: MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LOS CONCEPTOS DEL MÉTODO DE FUNDACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO, EN BASE A LOS PARÁMETROS SEÑALADOS EN LA COLUMNA IZQUIERDA. ELABORACIÓN PROPIA.

COMBINACIÓN MORFOLÓGICA Y FUNDACIÓN SELECCIONADA

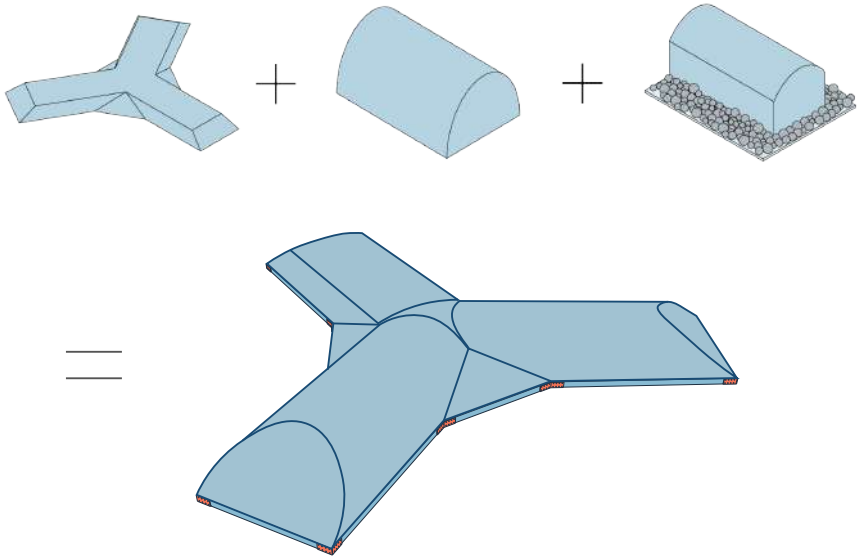


FIG. 11: INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS SELECCIONADOS COMO LAS PROPUESTAS MEJOR EVALUADAS, EL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE LA 'ESTACIÓN HALLEY VI', DISEÑO VOLUMÉTRICO DEL 'MEDIO CILINDRO' Y EL MÉTODO DE FUNDACIÓN 'USO DEL CONTEXTO', QUE EN CONJUNTO DAN COMO RESULTADO LA FORMA FINAL REPRESENTADA.

FIG. 11.

2. REFUGIO CAMPAMENTO BASE: TIPO DE REFUGIO UTILIZADO DE MANERA PERMANENTE COMO ASENTAMIENTO PARA RESGUARDAR MONTAÑISTAS DURANTE LAS JORNADAS DE ESPERA Y PLANIFICACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.

3. "HACER CUMBRE": TÉRMINO ACUÑADO POR LOS MONTAÑISTAS AL HACER ALUSIÓN AL HECHO O MOMENTO DE LA EXPEDICIÓN EN LA CUAL EL MONTAÑISTA LLEGA A LA CUMBRE DE LA MONTAÑA QUE ASCIENDE.

4. REFUGIO VIVAC: TIPO DE REFUGIO UTILIZADO DE MANERA PROVISORIA PARA RESGUARDAR A MONTAÑISTAS ANTE UNA INSTANCIA DE EMERGENCIA.

REFUGIO VIVAC Y CAMPAMENTO BASE

El sistema constructivo permite conformar dos diseños de prototipos de refugios en alta montaña, cubriendo las dos necesidades que tienen los montañistas en las excursiones. Los de tipo "refugio base"[2] (Fig. 12), son utilizados como lugar de permanencia en la alta montaña, durante los procesos previos a "hacer cumbre"[3], tales como la climatización a la altura, la gestión y organización de la excursión y la espera de una jornada con clima favorable. Albergando, en ese periodo indefinido, holgadamente a 10 montañistas. Siendo estratégicamente ubicados al principio de la ruta que lleva a la cumbre de la montaña.

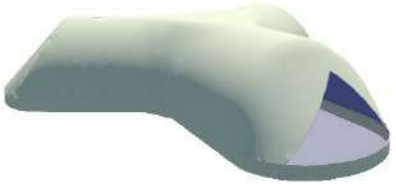


FIG. 12: DISEÑO VOLUMÉTRICO Y DIMENSIONAL PARA EL REFUGIO CON FINALIDAD DE CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.

El otro tipo de refugio son los "refugios vivac"[4] (Fig. 13), con la finalidad de dar resguardo de emergencia a los montañistas, como al desatarse una tormenta, al sufrir un accidente o al no poder descender de la montaña. Se encuentran en puntos conflictivos de las rutas de alta montaña, zonas en las cuales se han registrado más accidentes de riesgo para los montañistas. Al ser un refugio de un uso específico de emergencia, no se preocupa de dar un alojamiento con gran comodidad para los refugiados, se limita a dar cobijo del exterior y permitir que sus usuarios puedan dormir y sobrevivir.

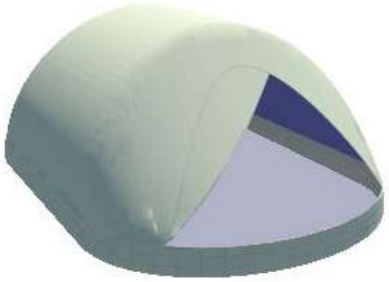
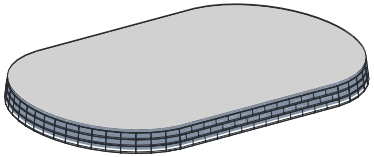


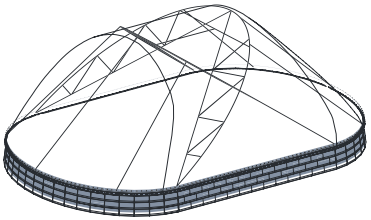
FIG. 13: DISEÑO VOLUMÉTRICO Y DIMENSIONAL PARA EL REFUGIO VIVAC. ELABORACIÓN PROPIA.

Estos dos prototipos de refugios requieren diferentes cantidades de elementos para su construcción, y por ende, el número de montañistas requeridos para el transporte y el tiempo de construcción también son distintos.

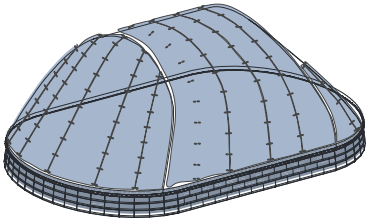
ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN



PRIMERA ETAPA



SEGUNDA ETAPA



TERCERA ETAPA

FIG. 14: ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL REFUGIO. VISTAS ISOMÉTRICAS. ORGANIZADAS DE SUPERIOR A INFERIOR SEGÚN EL ORDEN TEMPORAL EN EL CUAL SE REALIZAN. ELABORACIÓN PROPIA.

La construcción in situ[5] del refugio consiste en 3 etapas secuenciales (Fig. 14), sin necesidad de que exista una continuidad temporal inmediata entre ellas, lo que permite detener el proceso hasta que se den nuevamente las condiciones para continuar con la siguiente etapa.

La primera etapa corresponde al adosamiento del refugio en el contexto, utilizando el material del terreno para anclarlo al suelo, un concepto frecuentemente empleado en refugios y carpas de alta montaña (Fig. 07 y Fig. 08). Esta parte del refugio tiene una vida útil de al menos 30 años, sin requerir mantenimiento recurrente. Esto es ventajoso, ya que es la etapa que requiere mayor esfuerzo humano, debido al volumen y cantidad de material que se debe transportar, además del tiempo y esfuerzo que implica el acoplamiento de todas las piezas.

La segunda etapa corresponde a la estructura y la cubierta exterior. Esta etapa implica menos esfuerzo en su transporte e instalación, aunque es menos resistente a los estragos causados por el contexto con el paso del tiempo. Su vida útil es de entre 3 y 5 años, dependiendo de la radiación solar y el clima durante ese periodo. Al reemplazar la cubierta exterior, no es necesario intervenir en la construcción de la primera etapa.

La instalación del aislante térmico es la última etapa de la construcción del refugio. Esta tarea se puede realizar desde el interior del refugio, lo que facilita el trabajo y lo hace más seguro en condiciones climáticas adversas. Esta sección tiene una vida útil corta, ya que se ve afectada por la humedad

generada por la condensación del vapor emanado por los montañistas. Además, puede ensuciarse por derrames de líquidos comestibles o incidentes relacionados con fluidos orgánicos de los montañistas, causados por la afección conocida como M.A.M.[6] Dado que el material necesitará ser reemplazado de forma recurrente, aunque sea solo una parte, se opta por materiales de bajo costo y fácil adquisición. El mantenimiento puede ser gestionado por agrupaciones de montañistas locales, sin depender de financiamiento externo.

5. CONSTRUCCIÓN IN SITU: TÉCNICA O MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN QUE TIENE LUGAR EN EL MISMO LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN.

6. MAL AGUDO DE MONTAÑA (MAM): COLOQUIALMENTE CONOCIDO COMO PUNA; CONJUNTO DE SÍNTOMAS ADVERSOS (MAREOS, MIGRAÑA, NÁUSEAS, VÓMITO, AGOTAMIENTO FÍSICO Y EN CASOS GRAVES:EDEMA PULMONAR Y EDEMA CEREBRAL) POR UNA DESCOMPENSACIÓN DEL CUERPO AL ENCONTRARSE EN UN AMBIENTE, SOBRE LOS 2.500 M.S.N.M, CON UNA CANTIDAD MENOR DE OXÍGENO DE LA CUAL ESTÁ ACOSTUMBRADO EL CUERPO.



FIG. 15: DIMENSIONES DEL MODELO DE MOCHILA PARA EXPEDICIONES EN MONTAÑA "PROPHET 100". THE NORTH FACE. (2023). MONTAÑISMO EXTREMO: CATÁLOGO DE EQUIPAMIENTO DE ALTA MONTAÑA. THE NORTH FACE COMPANY

TRANSPORTE POR TRACCIÓN HUMANA

Actualmente, en Chile, los refugios de alta montaña son fabricados en una ubicación diferente a sus emplazamientos finales; después de su fabricación, son transportados como una sola pieza o divididos en módulos. Esto significa que la dimensión volumétrica y el peso de los elementos transportados son mucho mayores a lo que un humano puede transportar. En consecuencia, los refugios son transportados por maquinaria motorizada, animales de carga o helicópteros.

El sistema constructivo diseñado está compuesto por elementos acordes con la escala humana, específicamente al torso de una persona y, por ende, a la mochila que usará el transportista. Estos elementos son fabricados fuera de la alta montaña y posteriormente se guardan en una secuencia específica en mochilas "Prophet 100" de The North Face (Fig. 15), utilizando el interior de la mochila para los elementos de morfología compacta y el exterior para adosar elementos esbeltos, como las estacas. Una vez en el sitio designado para la instalación del refugio, los elementos son ensamblados entre sí.

Desde los inicios del montañismo como rama deportiva, se ha perfeccionado el transporte de equipo y provisiones, trabajando en la distribución y reducción del esfuerzo físico del montañista. Esto ha dado lugar a las mochilas de montañismo actuales, capaces de contener hasta 120 litros, distribuyendo el esfuerzo entre la cadera y los hombros en una relación de 10:1, respectivamente (Fig. 16).

La escala de los elementos del refugio hace más factible su mantenimiento,

permitiendo que los repuestos sean transportados por uno o pocos transportistas. Este es un problema recurrente en los modelos actualmente utilizados; cuanto más complicado resulte gestionar y financiar el medio de transporte, más difícil será realizar el mantenimiento del refugio.

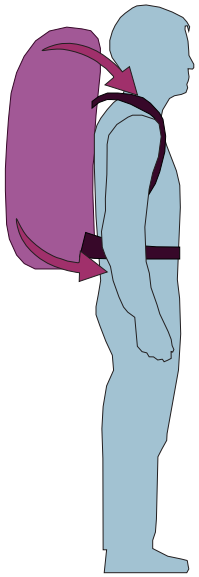


FIG. 16: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE LAS MOCHILAS PARA EXPEDICIONES DE ALTA MONTAÑA. ELABORACIÓN PROPIA.

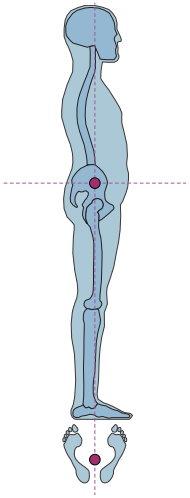


FIG. 17: POSICIÓN DEL CENTRO DE MASA DEL CUERPO HUMANO. ELABORACIÓN PROPIA.

APOYO MECÁNICO EN CICLO DE MARCHA

.

Mientras mayor sea la variación en la altura del centro de masa (CM)[7], mayor es el esfuerzo que debe realizar el humano para lograr el desplazamiento de su peso y mantener su equilibrio. Este esfuerzo aumenta cuando la superficie de desplazamiento está en pendiente ascendente. A esta situación de desgaste energético se le suma el esfuerzo necesario para desplazar la carga extra que el humano lleva adosada a su cuerpo, refiriéndose al refugio, equipo y provisiones, lo que significa un mayor esfuerzo si la carga está apartada del CM del transportador. Un montañista preparado físicamente puede cargar un máximo de 12 kilos durante un periodo de tiempo prolongado.

El uso de un exoesqueleto[8] aumenta la capacidad motora del miembro inferior[9] del montañista transportador durante el ciclo de marcha (Fig. 18). El mecanismo del exoesqueleto (Fig.19) comprende una serie de dispositivos actuadores[10], capaces de generar la fuerza requerida durante la marcha. Siendo las capacidades motoras del montañista insuficientes al considerar el peso de la carga transportada, esto representa una disminución en el esfuerzo que debe realizar el montañista transportador.

7. CENTRO DE MASA (CM): PROMEDIO DE LA POSICIÓN DE TODAS LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO.

8. EXOESQUELETO: ESTRUCTURA O ARMAZÓN ARTIFICIAL QUE RECUBRE TOTAL O PARCIALMENTE EL CUERPO DE UNA PERSONA Y PERMITE AUMENTAR SUS CAPACIDADES FÍSICAS MOTORAS.

9. MIEMBRO INFERIOR: SECCIÓN DEL CUERPO QUE CONSIDERA LAS PIERNAS, CADERAS, TOBILLOS Y PIES.

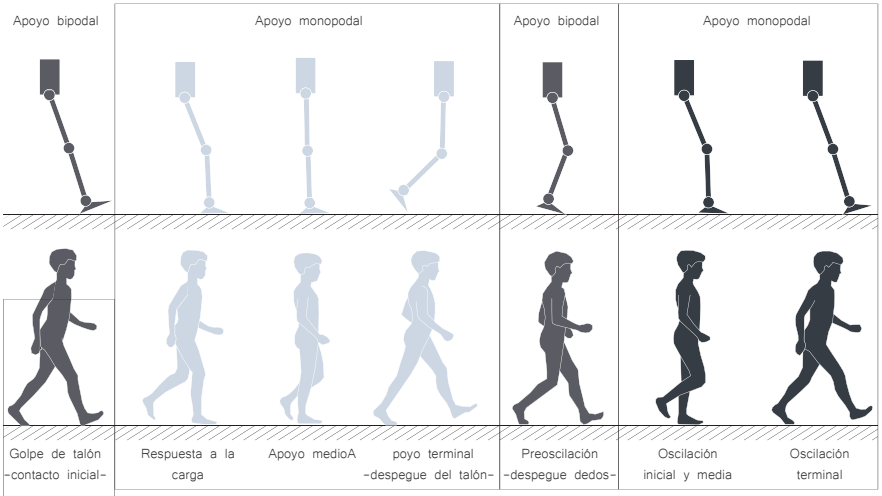


FIG. 18.

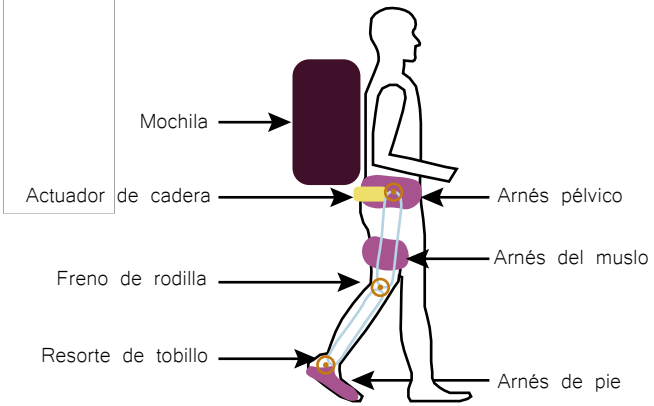


FIG. 19.

10. ACTUADORES: DISPOSITIVO QUE CONVIERTE LA ENERGÍA EN MOVIMIENTO O QUE SE UTILIZA PARA APLICAR FUERZA. EL DISPOSITIVO TOMA ENERGÍA DE UNA DETERMINADA FUENTE (QUE PUEDE SER ENERGÍA CREADA POR AIRE, LÍQUIDO O ELECTRICIDAD) Y LA CONVIERTE EN EL MOVIMIENTO DESEADO.

FIG. 18: ETAPAS DE LA CINEMÁTICA DEL CICLO DE MARCHA HUMANO. MOSTRANDO UNA ABSTRACCIÓN DE LA PARTE INFERIOR DEL CUERPO, SIENDO UN MECANISMO MOTOR COMPUESTO POR ELEMENTOS RÍGIDOS, ARTICULACIONES Y DISPOSITIVOS ACTUADORES. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 19: ABSTRACCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MECANISMO DEL EXOESQUELETO. IDENTIFICANDO ARTICULACIONES, ESLABONES Y DISPOSITIVOS ACTUADORES. WALSH, C. J. (2006). BIOMIMETIC DESIGN OF AN UNDER-ACTUATED LEG EXOSKELETON FOR LOAD-CARRYING AUGMENTATION. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

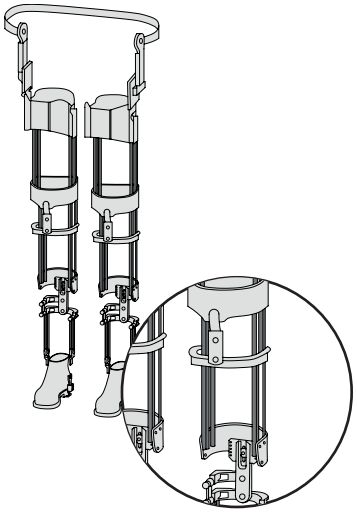


FIG. 20: ELEMENTO MULTIPROPÓSITO, UBICADO DENTRO DEL EXOESQUELETO. ELABORACIÓN PROPIA.

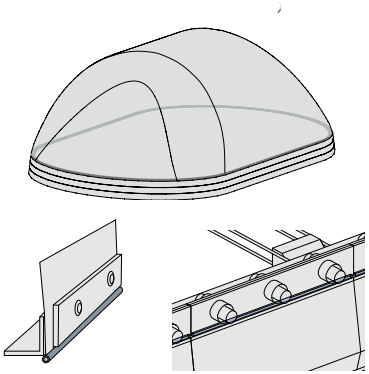


FIG. 21: ELEMENTO MULTIPROPÓSITO, UBICADO DENTRO DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO MULTIFUNCIONAL

El elemento rigidizador que une los arneses del exoesqueleto no solo proporciona estabilidad durante el transporte (Fig. 20), sino que también se utiliza como un componente constructivo clave durante el ensamblaje de la segunda etapa de la construcción in situ (Fig. 21). Este rigidizador funciona como un sujetador que conecta la membrana exterior con la base del refugio, facilitando su instalación.

El exoesqueleto es un mecanismo utilizado por los montañistas para transportar los elementos del refugio al lugar de instalación. Sin embargo, una vez cumplido su propósito de transporte, el exoesqueleto es desarmado, y los rigidizadores se reutilizan como parte de la estructura del refugio, funcionando como un sujetador de la membrana exterior con la base del refugio. Posteriormente, los montañistas regresan con las piezas restantes del exoesqueleto en sus mochilas. Este enfoque maximiza la eficiencia del transporte, requiriendo un total de 24 perfiles rigidizadores por cada exoesqueleto utilizado.

VAPOR DE AGUA EN EL INTERIOR DEL REFUGIO

El diseño del sistema constructivo del refugio considera la problemática del vapor de agua que se generará en su interior, al momento de ser habitado por los montañistas. Este vapor proviene de la respiración y sudor de los ocupantes, además de la cocción de alimentos y el derretimiento de nieve para obtener agua. Se ha contemplado que gran parte de este vapor de agua debe ser expulsado al exterior del refugio, atravesando las membranas por las que se compone el refugio.

La membrana interna está compuesta por el aislante térmico DUOTERM, específicamente del tipo R100, elegido por su capacidad para soportar las extremas bajas temperaturas. Este material tiene la ventaja de no absorber humedad, permitiendo que el vapor pase a través de él, además de ser suave al tacto, lo que lo hace adecuado para el contacto directo con los ocupantes.

La membrana externa, por otro lado, está hecha de Nylon PA 66, un material que se caracteriza por ser permeable al vapor y la humedad, pero impermeable a las rafagas de viento, la nieve y la lluvia, condiciones típicas de la alta montaña.

El diseño también prevé que el aislante térmico DUOTERM sea reemplazado cada 2 o 3 años debido a la afectación que el vapor de agua genera en su rendimiento, disminuyendo su vida útil. Del mismo modo, el Nylon PA 66 debe cambiarse cada 2 años, debido al desgaste provocado por la exposición a la luz solar. Estas acciones son parte de las labores de mantenimiento y conservación necesarias para garantizar la eficiencia del refugio a largo plazo.

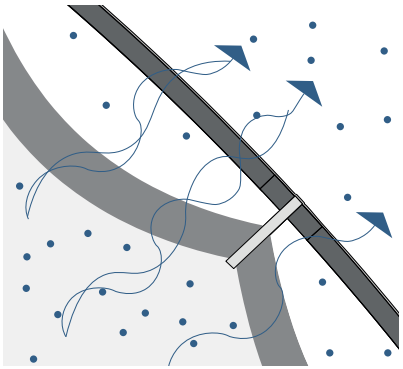


FIG. 22: SECCIÓN DE ESCANTILLÓN DEL REFUGIO. MOSTRANDO LAS MEMBRANAS QUE COMPONEN EL REFUGIO Y COMO SON EXPULSADAS LAS PARTICULAS DE VAPOR DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA.

ESPECIFICACIONES Y ARQUITECTURA DEL DISEÑO



REQUERIMIENTOS Y ARQUITECTURA DEL DISEÑO

Los requerimientos del diseño del refugio y del exoesqueleto se basan en la interpretación de las necesidades y características de los usuarios. A partir de estos requerimientos, se desarrolla todo el proceso de diseño. Las especificaciones, por su parte, son interpretaciones numéricas cuantificadas de esos requerimientos, que establecen los valores, rangos o particularidades que el diseño debe cumplir.

DISEÑO DEL REFUGIO

Los requerimientos del diseño del refugio se interpretaron a partir de entrevistas realizadas a montañistas con experiencia profesional en la disciplina (Anexo 01 y Anexo. 02), así como de normas y recomendaciones extraídas de literatura y manuales especializados, como Manual completo de montaña, Stuckl y Soper (2003)[1] y Alpinismo: La saga de los inventos, Modica (2016)[2].

En las Fig. 23, Fig. 24, Fig. 25, Fig. 26 y Fig. 27, se categorizan los requerimientos del refugio según su relevancia para la forma, función o temporalidad de uso. Además, el refugio se divide en diferentes espacios, respetando el concepto de diseño propuesto para el proyecto. Esto aplica únicamente al refugio tipo campamento base, ya que, por definición, el refugio vivac se caracteriza por ser un único espacio que alberga todas las funciones del refugio.

Una vez determinados los requerimientos según la función y el tiempo de uso, se distribuyeron los programas y actividades en los distintos espacios del refugio. Estos requerimientos, además, asignan valores, dimensiones y posiciones a los espacios virtuales, para que puedan alojar los programas

1. STUCKL, P., & SOPER, G. (2003). MANUAL COMPLETO DE MONTAÑA. (EDITORIAL DESNIVEL).

2. MODICA G. (2016). ALPINISMO. LA SAGA DE LOS INVENTOS. (EDITORIAL DESNIVEL).

FIG. 23: INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS COMO REQUERIMIENTOS. CONSIDERANDO EN EL REFUGIO BASE LAS NECESIDADES SOLICITADAS PARA LA TOTALIDAD DEL REFUGIO, ES DECIR, TODOS LOS ESPACIOS IDENTIFICADOS, LOS DOS ESPACIOS N °1 Y LOS ESPACIOS N° 2 Y N° 3. EN EL REFUGIO VIVAC SE CONSIDERA EL ÚNICO ESPACIO QUE LO CONFORMA. ELABORACIÓN PROPIA.

establecidos. El resultado de este proceso se conoce como la "arquitectura del diseño", representada en las Fig. 26 y Fig. 27, y responde a la metodología aplicada en el desarrollo del proyecto.

TOTALIDAD DE LOS ESPACIOS

Función	-Albergar a los individuos, protegiéndolo del exterior. -Ser factible de transportar.
Forma	-Forma aerodinámica para disminuir lo más posible el esfuerzo del viento sobre el refugio y los remolinos que se puedan generar. -Espacio aislado del contexto por las capas. -Altura interior necesaria para que una persona esté de pie. -Debe permitir la ventilación pasiva. -La pendiente de la cubierta produce el deslizamiento de la nieve. -La forma permite la distribución del peso de la nieve.
Especificaciones de la forma	-Presión del aire máxima a 6.000 m.s.n.m= k* 51,255 [Kg/m^2] -1.9 [m] Altura necesaria para que una persona esté de pie. -0.7 [m] es el ancho necesario para el acceso.
Tiempo	MONTAÑISMO -Previo, durante y posterior a la ascención a la cumbre. PERMANENCIA EN EL CONTEXTO -Durante gran parte de la expedición, salvo momentos en el clima sea bueno y permita salir.

FIG. 23.

ESPACIO N° 1

Función	-Brindar un espacio para dormir colectivamente. -Almacenar y organizar el equipaje personal. -Cambiarse de ropa.
Forma	-Conectado físicamente al exterior por medio del Espacio N°2, al adosarse y anclarse entre ellos. -Dimensiones necesarias para dormir individualmente, almacenar equipo personal y cambiarse de ropa, no mayor al necesario.
Especificaciones de la Forma	-Uso grupal (1-5 personas) -1.9 x 0.6 [m] Espacio necesario para dormir. -0.85 x 0.5 x 0.5 [m] Tamaño máximo de un bolso de equipaje personal. -0.5 [m^2] Espacio óptimo para organizar el equipo personal. -En ocasiones cada individuo transporta 2 bolsos. -0.8 x 0.6 [m] Superficie basal mínima para permitir que una persona se cambie de ropa.

FIG. 24.

FIG. 24: INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS COMO REQUERIMIENTOS. CONSIDERANDO, EN EL REFUGIO BASE, LAS NECESIDADES SOLICITADAS PARA LOS DOS ESPACIOS N °1. ESTA ES LA ÚNICA TIPOLOGÍA QUE CONSIDERA DOS SECCIONES DEL REFUGIO, ESTO DEBIDO A LA CANTIDAD DE ACTIVIDADES Y LA ENVERGADURA ESPACIAL QUE ESTAS REQUIEREN, PARA EL PROGRAMA QUE SE ESTIPULÓ. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 25: INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS COMO REQUERIMIENTOS. CONSIDERANDO, EN EL REFUGIO BASE, LAS NECESIDADES SOLICITADAS PARA EL ESPACIO N °2. ELABORACIÓN PROPIA.

ESPACIO N° 2

Función	-Almacenar equipaje extra. -Ser un lugar de encuentro para los montañistas para el descanso, ocio y actividades grupales. -Contar con las dimensiones aptas para derretir agua, cocinar en cocinilla y otras actividades comunes del día a día. -Almacenar equipo de emergencia, equipo radial y equipo de primeros auxilios. -Posibilidad de albergar acciones sanitarias de evacuación, considerando un método implementado externamente al sistema constructivo. -Conectar con un “Espacio N°3” y dos “Espacio N°1”.
Forma	-Posee 2 conecciones con un “Espacio N°1” y una conexión con un “Espacio N°3” -Dimensión volumétrica pertinente para que simultáneamente hayan 8 individuos realizando acciones propias del espacio y se pueda transitar por el interior y hacia los espacios colindantes.
Especificaciones de la forma	-Uso grupal (1-5 personas) -1.9 x 0.6 [m] Espacio necesario para dormir. -0.85 x 0.5 x 0.5 [m] Tamaño máximo de un bolso de equipaje personal. -0.5 [m^2] Espacio óptimo para organizar el equipo personal. -En ocasiones cada individuo transporta 2 bolsos.

FIG. 25.

ESPACIO N° 2

Especificaciones de la Forma	-0.8 x 0.6 [m] Superficie basal mínima para permitir que una persona se cambie de ropa. -0,5 [m2] es la superficie necesaria para almacenar el equipo de primeros auxilios. -Uso grupal (1-8 personas) -0,55 x 1,15 [m] espacio considerado para estar sentado, por persona. -1,1 x 1,0 [m] espacio considerado para realizar una actividad (cocinar, organizar, entre otras), por persona. -0,7 [m] es el ancho necesario para transitar individualmente, considerando ropa de uso exterior. -0,85 x 0,5 x 0,5 [m] máximas dimensiones ocupadas por un bolso de equipaje. -0,75 x 0,55 [m] volumen considerado para realizar las actividades de evacuación orgánica propia. -0,5 x 0,5 [m] espacio considerado para acumular residuos orgánicos humanos.

FIG. 26.

FIG. 26: INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS COMO REQUERIMIENTOS. CONSIDERANDO, EN EL REFUGIO BASE, LAS NECESIDADES SOLICITADAS PARA EL ESPACIO N °2. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 27: INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS COMO REQUERIMIENTOS. CONSIDERANDO, EN EL REFUGIO BASE, LAS NECESIDADES SOLICITADAS PARA EL ESPACIO N °3. ELABORACIÓN PROPIA.

ESPACIO N° 3

Función	-Transición entre el exterior y el "Espacio N°2" -Almacenar el equipo de uso exterior (zapatos para nieve, ropa ultima capa1, bastones, entre otros) -Cambiarse de ropa.
Forma	-Pose 2 accesos, uno en conexión con el exterior y otro que conecta con el "Espacio N°2"
Especificaciones de la forma	-1,9 [m] altura necesaria para que una persona este de pie. -0,7 [m] es el ancho necesario para el acceso. -0,4 x 2 [m] espacio necesario para guardar el equipo del grupo de usuarios. -0,8 x 0,6 [m] superficie basal minima para permitir que una persona se cambie de ropa.
Tiempo	Intermedio temporal entre el exterior del refugio y el espacio colectivo resguardado o "Espacio N°2"

FIG. 27.

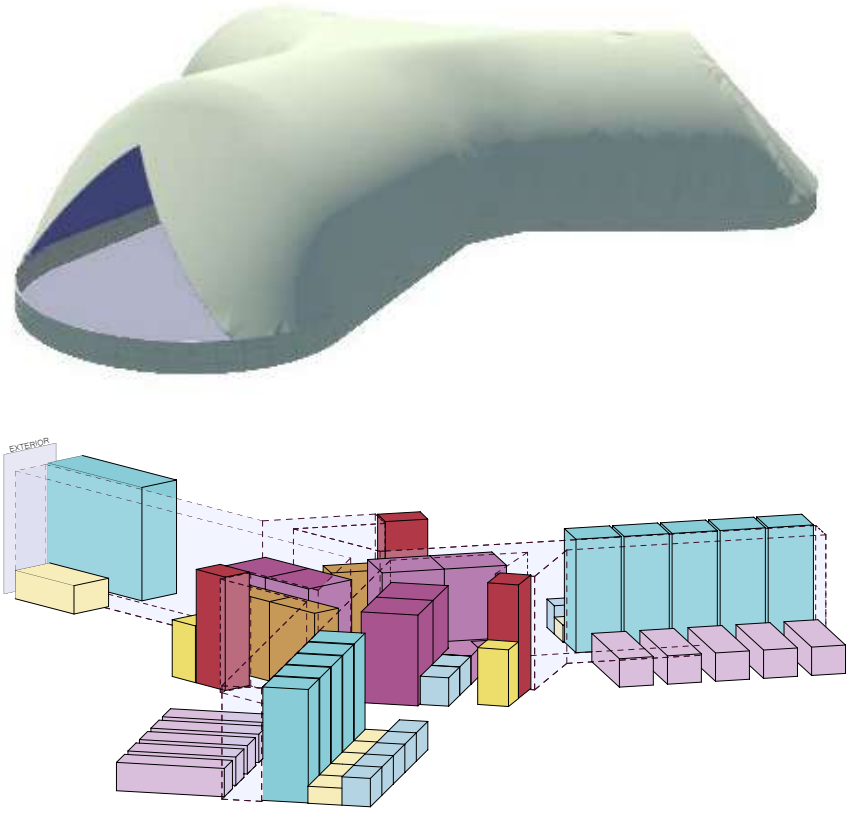


FIG. 28: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PROGRAMÁTICA DEL REFUGIO QUE SE UTILIZARA COMO CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 28.

FIG. 29: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PROGRAMÁTICA DEL REFUGIO VIVAC. ELABORACIÓN PROPIA.

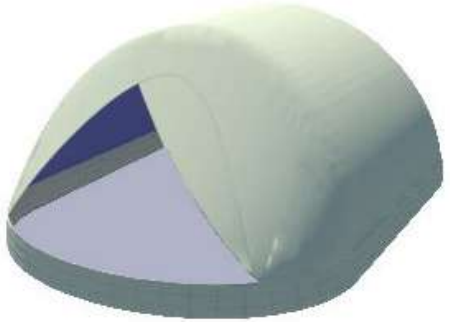




FIG. 29.

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL EXOESQUELETO

En el caso del exoesqueleto, diseñado para incrementar la capacidad motora del montañista, se utiliza la patente “Exoesqueleto pasivo de carga con ajuste por parámetros antropométricos del usuario”[3] como base del mecanismo. Este diseño tiene como requerimiento principal simular y acompañar la cinemática del cuerpo humano durante el ciclo de marcha, respetando las dimensiones de las extremidades, así como la dirección, los rangos y las restricciones de las articulaciones (Fig. 30 a Fig. 49). Además, el mecanismo considera la generación y control de fuerzas durante los movimientos realizados, especificados en la Fig. 40.

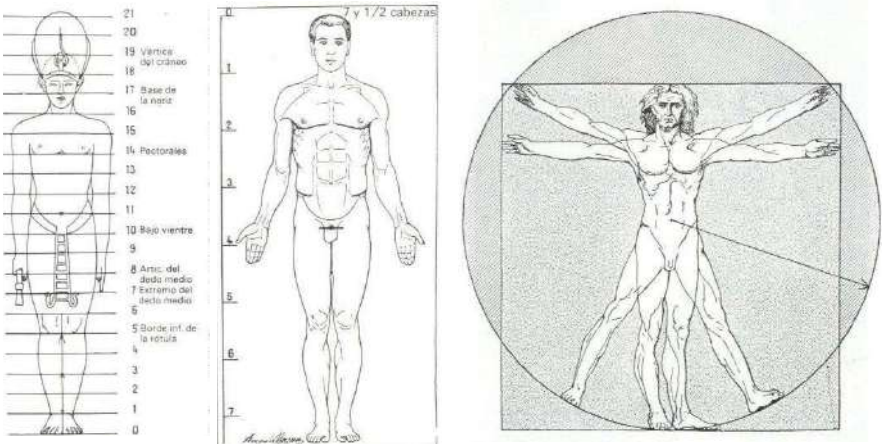


FIG. 30.

3. VALENTINOVNA, P. E., & MIKHAJLOVICH, T. K. (2020). CARGO PASSIVE EXOSKELETON WITH ADJUSTMENT FOR ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF USER (PATENTE NO. 0002725288). FEDERACIÓN DE RUSIA. HTTPS://PATENTSCOPE.WIPO.INT/SEARCH/ES/DETAIL.

FIG. 30: DEBIDO A LA CUANTIOSA DIVERSIDAD DE CUERPOS HUMANOS, NO EXISTE UN CANON EN PARTICULAR QUE ENGLOBE A TODOS LOS INDIVIDUOS DEL PLANETA. LOS 3 CANONES[4] MÁS UTILIZADOS, NOMBRADOS DE IZQUIERDA A DERECHA, EL CANON EGIPCIO, EL CANON SEGÚN LOS ARTISTAS Y EL CANON POSTULADO POR DA VINCI.

4. CÁNONES HUMANOS: “SISTEMA DE MEDIDAS TAL QUE SE PUEDA DEDUCIR DE LAS DIMENSIONES DE UNA PARTE, LAS DIMENSIONES DEL TOTAL Y DE LAS DIMENSIONES DEL TOTAL SE PUEDA CONOCER LA DE LA MENOR DE SUS PARTES.” GUILLAUME E. (2021)

FIG. 31: LA CADERA TIENE UN ARCO NORMAL DE FLEXIÓN DE APROXIMADAMENTE 135°. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.



FIG. 31.

FIG. 32: LA CADERA TIENE UN RANGO DE EXTENSIÓN DE 30°. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

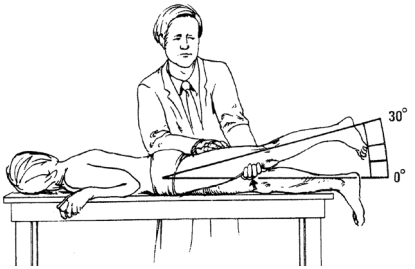


FIG. 3.

FIG. 33: EL SISTEMA ANATÓMICO DEL PIE PERMITE UN MOVIMIENTO DE INVERSIÓN Y EVERSIÓN DE 5°, PARA AMBOS CASOS. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

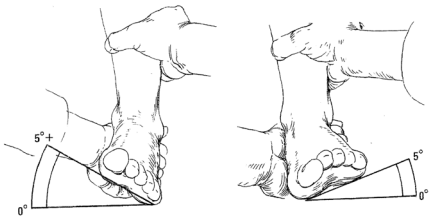


FIG. 33.

FIG. 34: EL SISTEMA ANATÓMICO DEL PIE PERMITE, EN EL SEGMENTO ANTERIOR, UN MOVIMIENTO DE ADUCCIÓN Y ABDUCCIÓN DE 20° Y 10°, RESPECTIVAMENTE. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

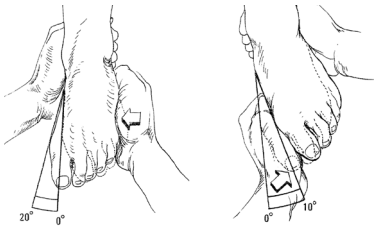


FIG. 34.

FIG. 35: EL SISTEMA ANATÓMICO DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA, AL ESTAR EN FLEXIÓN PERMITE UNA ROTACIÓN FEMORAL INTERNA Y EXTERNA DE 45° Y 35°, RESPECTIVAMENTE. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

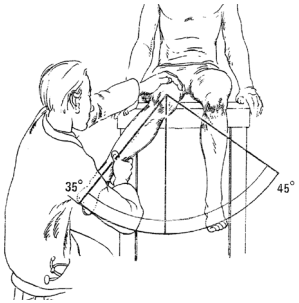


FIG. 35.

FIG. 36: EL SISTEMA ANATÓMICO DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA, PERMITE UN ARCO DE MOVILIDAD TOTAL DE FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DE 140°. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES

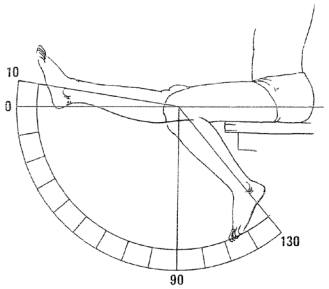


FIG. 36.

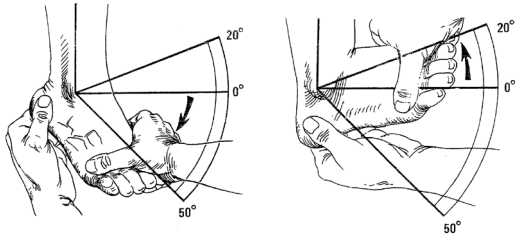


FIG. 37.

FIG. 37: EL SISTEMA ANATÓMICO DEL TOBILLO PERMITE UN ARCO DE FLEXIÓN Y DORSIFLEXIÓN PLANTAR DE 50° Y 20°, RESPECTIVAMENTE, SIENDO EN TOTAL UN RANGO DE 70°. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

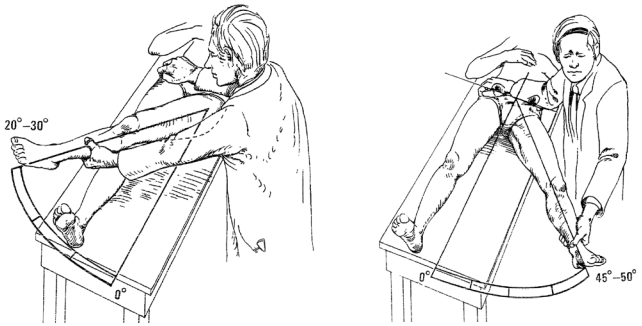


FIG. 38.

FIG. 38: EL SISTEMA ANATÓMICO DE LA CADERA PERMITE UN ARCO NORMAL DE ADUCCIÓN ENTRE 20°-30° Y UN ARCO NORMAL DE ABDUCCIÓN ENTRE 45°-50°. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

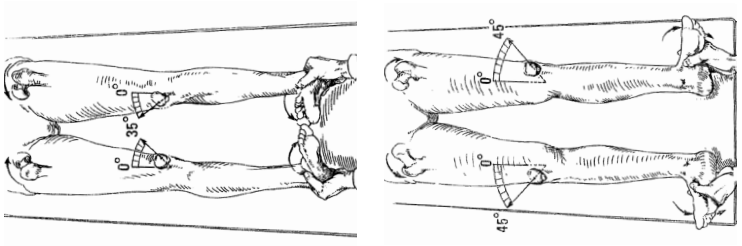


FIG. 39.

FIG. 39: EL EJE VERTICAL, DE CADA PIERNA INDIVIDUAL, PERMITE UN ARCO NORMAL DE ROTACIÓN INTERNA Y EXTERNA DE 35° Y 45°, RESPECTIVAMENTE. HOPPENFELD, S. (1979). EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LAS EXTREMIDADES.

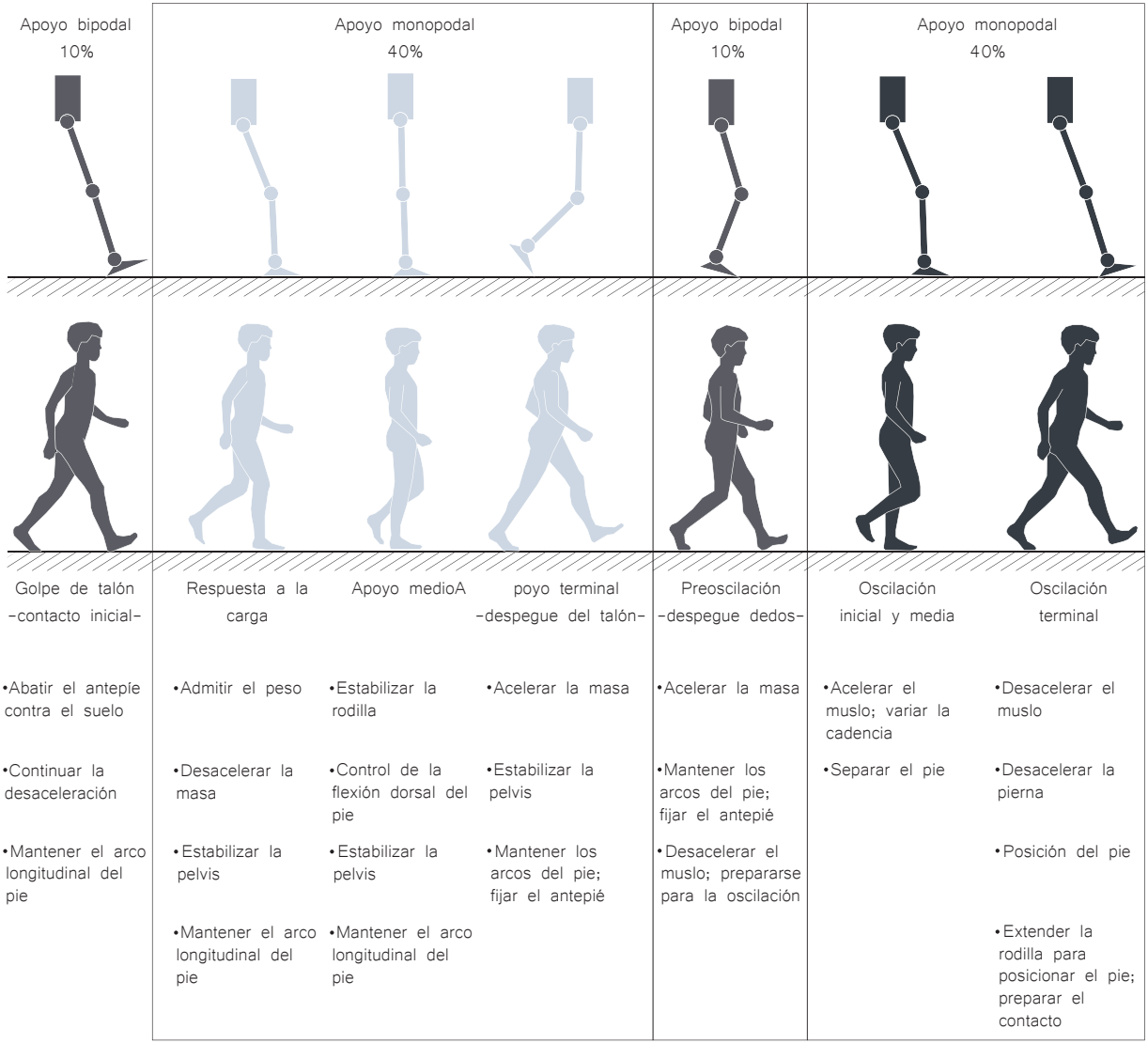


FIG. 40: ETAPAS DE LA CINEMÁTICA DEL CICLO DE MARCHA HUMANO, ESPECIFICANDO LOS OBJETIVOS MOTORES PARA CADA UNA DE ESTAS, CONSIDERANDO LA PARTE INFERIOR DEL CUERPO. ELABORACIÓN PROPIA.

DISEÑO PATENTADO



De acuerdo con la metodología planteada para la resolución del proyecto, el diseño del sistema constructivo y su método de transporte, contempla el uso de diseños de elementos patentados de uso público como parte de los detalles de diseño del proyecto.

Sin embargo, la materialidad de los elementos utilizados en este proyecto difiere de la especificada en los diseños originales. Este cambio es necesario para adaptarse a las exigencias mecánicas y físicas propias de la construcción del refugio en la alta montaña.

PATENTE - SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN-

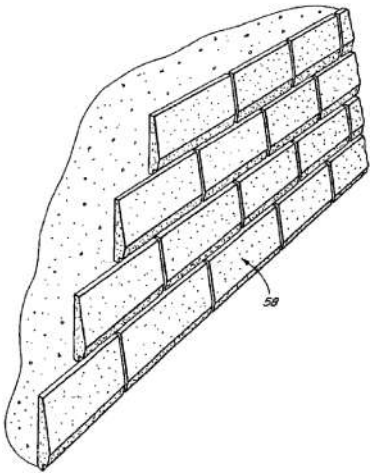


FIG. 41.

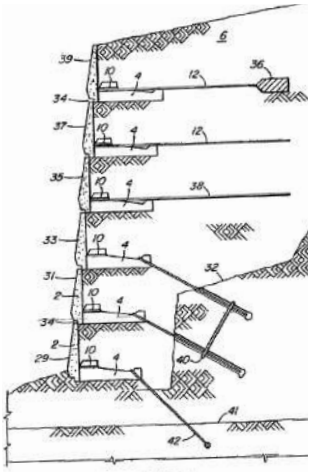


FIG. 42.

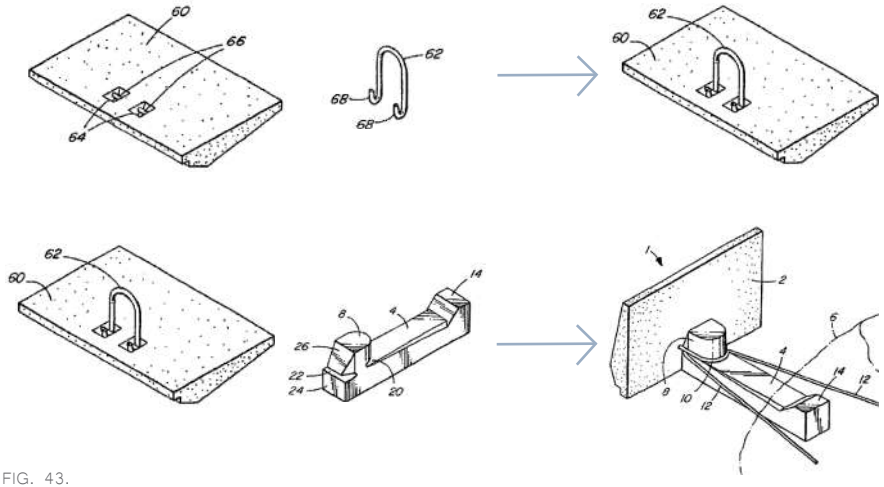


FIG. 43.

La patente "Sistema de muro de contención"[1] es seleccionada como metodo de fundación debido a su capacidad para adaptarse eficazmente a las pendientes y a los accidentes del terreno, lo que la convierte en una opción ideal para entornos de alta montaña. Además, sus elementos presentan dimensiones compactas que facilitan su transporte, permitiendo un traslado eficiente del equipo necesario para la construcción del refugio sin comprometer la movilidad del montañista.

1. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA. HTTPS://PATENTSCOPE.WIPO.INT/SEARCH/ES/

FIG. 41: VISTA EN PERSPECTIVA DEL SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN. LA IMAGEN MUESTRA CÓMO LA SUMATORIA DE LOS ELEMENTOS LOGRA CONFORMAR UN MURO DE CONTENCIÓN, UTILIZANDO EL PESO Y VOLUMEN DEL PROPIO MATERIAL QUE CONTIENE PARA ASEGURAR SU ESTABILIDAD Y FUNCIONALIDAD. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA.

FIG. 42: CORTE DEL SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN, DONDE SE APRECIAN LAS DIFERENTES FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ANCLAJE AL TERRENO. EL CORTE MUESTRA CÓMO CADA COMPONENTE DEL MURO INTERACTÚA CON EL TERRENO DE EMPLAZAMIENTO, ASEGURANDO SU FUNCIONALIDAD, ESTABILIDAD Y RESISTENCIA. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA.

FIG. 43: SECUENCIA DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LOS COMPONENTES DEL MURO DE CONTENCIÓN. LA IMAGEN ILUSTRA LOS PASOS Y EL ORDEN EN QUE LOS ELEMENTOS SON ENSAMBLADOS, MOSTRANDO CÓMO SE CONSTRUYE EL MURO DE MANERA PROGRESIVA. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA.

FIG. 44: VISTA SUPERIOR DE LOS COMPONENTES DEL MURO DE CONTENCIÓN. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA.

FIG. 45: VISTA DE ELEVACIÓN DE UN COMPONENTE DEL MURO DE CONTENCIÓN. AASH, D. W. (2004). SISTEMA DE MURO DE CONTENCIÓN (ES2199443). ESPAÑA.

FIG. 46: UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MURO DE CONTENCIÓN EN LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

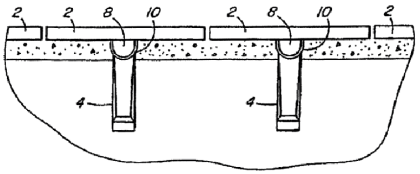


FIG. 44.

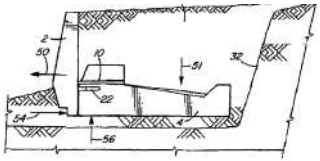


FIG. 45.

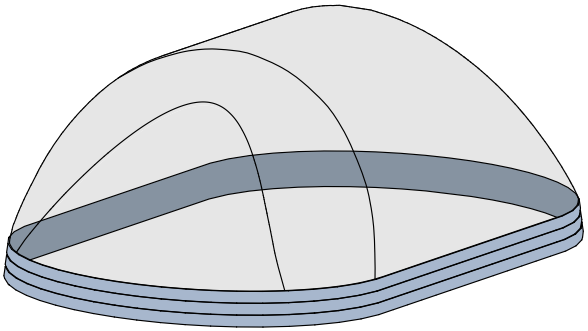


FIG. 46.

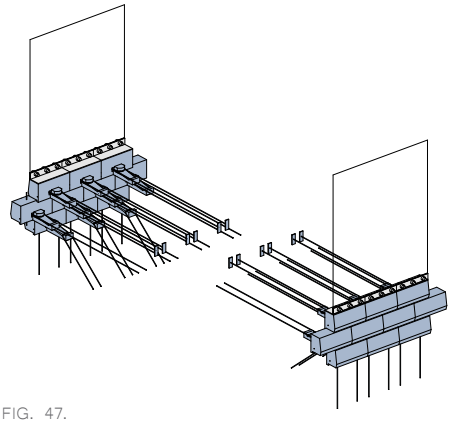


FIG. 47.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS:

MADERA DE MONGOY

Densidad del material	800 [Kg/m3]
Dureza del material	7,6 Madera Dura
Resistencia a la flexión estatica	1.550 [Kg/cm3]
Módulo de elasticidad	157.000 [Kg/cm3]
Resistencia a la comprensión	690 [Kg/cm3]

FIG. 48.

FIG. 47: VISTA PERSPECTIVADA DE LOS COMPONENTES DEL MURO DE CONTENCIÓN, CONTEXTUALIZADA EN EL REFUGIO YA CONSTRUIDO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 48: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE MONGOY, SELECCIONADA PARA EL DISEÑO DEL REFUGIO DEBIDO A SU ALTA RESISTENCIA MECÁNICA, PESO MODERADO Y BAJA SUSCEPTIBILIDAD A LA HUMEDAD, VARIACIONES DE TEMPERATURA Y RADIACIÓN SOLAR. (AITIM - ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA, 2020)

PATENTE - EXOESQUELETO DE APOYO MECÁNICO-

La patente “Cargo passive exoskeleton with adjustment for anthropometric parameters of user”[2] es seleccionada para el diseño del exoesqueleto debido a su capacidad de adaptarse a las diferentes medidas corporales de los montañistas. Su configuración permite que los actuadores y rigidizadores funcionen de manera independiente, lo que facilita su separación cuando el exoesqueleto no está en uso.

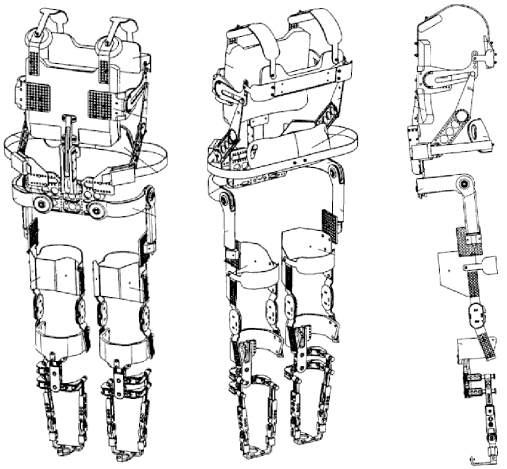


FIG. 49.

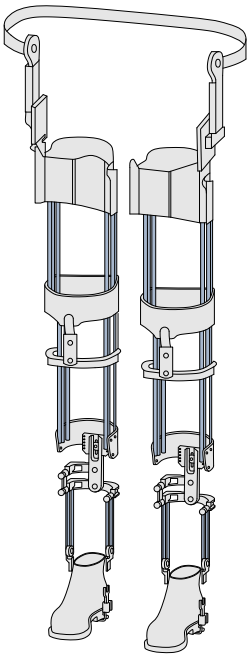


FIG. 50.

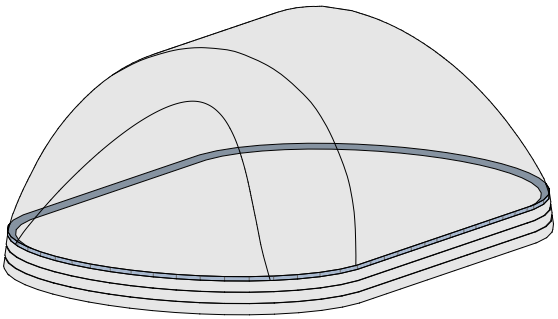


FIG. 51.

2. VALENTINOVNA, P. E., & MIKHAJLOVICH, T. K. (2020). CARGO PASSIVE EXOSKELETON WITH ADJUSTMENT FOR ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF USER (NO. 0002725288). FEDERACIÓN DE RUSIA. HTTPS://PATENTSCOPE.WIPO.INT/SEARCH/ES/DETAIL

FIG. 49: VISTAS DEL EXOESQUELETO SEGÚN LA PATENTE “CARGO PASSIVE EXOSKELETON WITH ADJUSTMENT FOR ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF USER”, MOSTRANDO LA DISPOSICIÓN DE LOS ACTUADORES Y RIGIDIZADORES EN EL MIEMBRO INFERIOR Y MIEMBRO SUPERIOR DEL CUERPO. VALENTINOVNA, P. E., & MIKHAJLOVICH, T. K. (2020). CARGO PASSIVE EXOSKELETON WITH ADJUSTMENT FOR ANTHROPOMETRIC PARAMETERS OF USER (NO. 0002725288). FEDERACIÓN DE RUSIA.

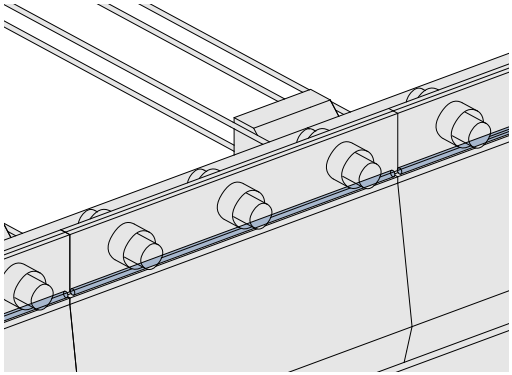


FIG. 52.

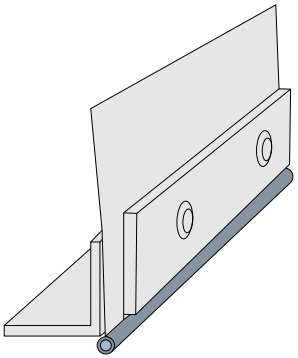


FIG. 53.

FIG. 50: UBICACIÓN DE LOS RIGIDIZADORES EN EL MECANISMO DEL EXOESQUELETO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 51: UBICACIÓN DE LOS RIGIDIZADORES DENTRO DE LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 52: DETALLE DE LA UBICACIÓN DE LOS RIGIDIZADORES DENTRO DE LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 53: DETALLE DE LA UBICACIÓN DE LOS RIGIDIZADORES DENTRO DE LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS:

ACERO DUPLEX 2205

Densidad del material	7.810 [Kg/m3]
Limite elastico	450 [MPa] mín.
Resistencia a la tracción	655 [MPa] mín.
Dureza	270 [HB] máx.

FIG. 54.

FIG. 54: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO DUPLEX 2205, SELECCIONADO POR SU DURABILIDAD EN ENTORNOS CON ALTA HUMEDAD Y VARIACIONES DE TEMPERATURA. ADEMÁS, SE ELIGIÓ POR SU PESO REDUCIDO, LO QUE FACILITA SU TRANSPORTE, Y POR SU FLEXIBILIDAD, QUE LE PERMITE ADAPTARSE A LA FORMA DEL REFUGIO. TOTAL MATERIA – THE WORLD'S MOST COMPREHENSIVE MATERIALS DATABASE. (2020). TOTAL MATERIA.

PATENTE - ESTRUCTURA PORTANTE-

La patente “Perfeccionamientos introducidos en refugios de construcción ligera bajo pretensado”[3] es seleccionada como base para el diseño de la estructura rígida del refugio por su facilidad de transporte y ensamblaje. Su configuración permite que, al embalarla para su traslado, sus dimensiones se ajusten a la capacidad de carga

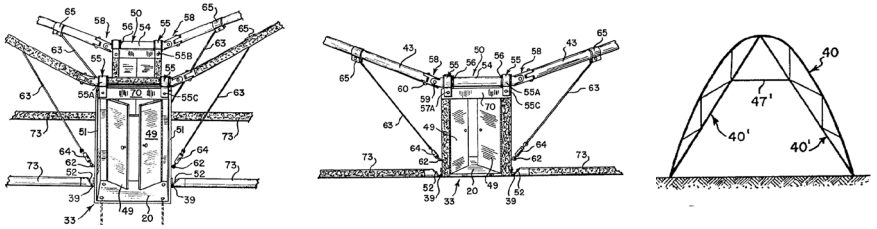


FIG. 55.

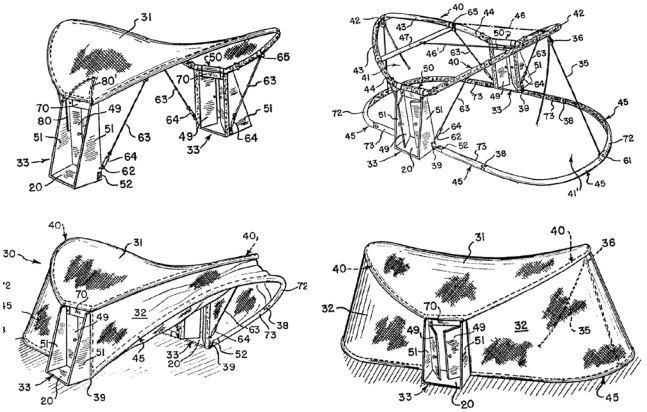


FIG. 56.

3. AMERICAN VELCRO, INC. (1972). PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN REFUGIOS DE CONSTRUCCIÓN LIGERA BAJO PRETENSADO (ES0375978). ESPAÑA. HTTPS://PATENTSCOPE.WIPO.INT/SEARCH/ES/DETAIL.

FIG. 55: VISTAS DE LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO SEGÚN LA PATENTE. AMERICAN VELCRO, INC. (1972). PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN REFUGIOS DE CONSTRUCCIÓN LIGERA BAJO PRETENSADO (ES0375978). ESPAÑA.

FIG. 56: ETAPAS SECUENCIALES DE ENSAMBLAJE, DETALLANDO LA DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES CONFORME A LO INDICADO EN LA PATENTE. AMERICAN VELCRO, INC. (1972). PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN REFUGIOS DE CONSTRUCCIÓN LIGERA BAJO PRETENSADO (ES0375978). ESPAÑA.

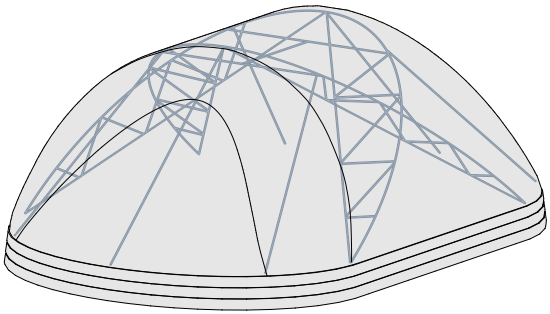


FIG. 57.

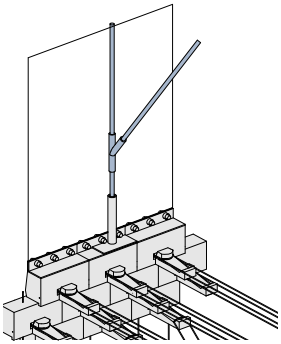


FIG. 57: UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DENTRO DEL DISEÑO DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 58: CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL ALUMINIO EASTON 7075-E9. ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL SELECCIONADO PARA LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO, ELEGIDO POR SU RESISTENCIA A LA HUMEDAD, FLEXIBILIDAD, ALTA RESISTENCIA MECÁNICA Y BAJO PESO. COPPERMETAL. (S.F.). CATÁLOGO ALUMINIOS. RECUPERADO DE HTTPS://WWW.COPPERMETAL.COM.BR/CATALOGOS-ES/CATALOGO-ALUMINIO-ES.PDF

PARANTE ALUMINIO 7075.

Densidad del material	2,81 [gr/cm3]
Limite elastico	527,4 [MPa] mín.
Resistencia a la tracción	586,7 [MPa] mín.
Dureza	146-160 [HB] máx.

FIG. 58.

FIG. 59: ETAPAS SECUENCIALES DE ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE UNIONES INDICADO EN LA PATENTE. UNIVERSIDAD DE VIGO. (2015). BASE DE ANCLAJE DESMONTABLE PARA PILARES DE TUBOS DE SECCIÓN CUADRADA O RECTANGULAR (ES2555312). ESPAÑA

PATENTE - SIST. UNIÓN ESTRUCTURA/MEMEBRANA-

Elemento constructivo que vincula la estructura portante con la fundación del refugio. Universidad de Vigo. (2015). “Base de anclaje desmontable para pilares de tubos de sección cuadrada o rectangular”[4]

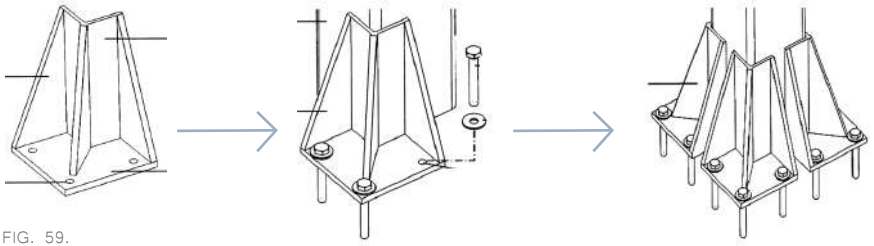


FIG. 59.

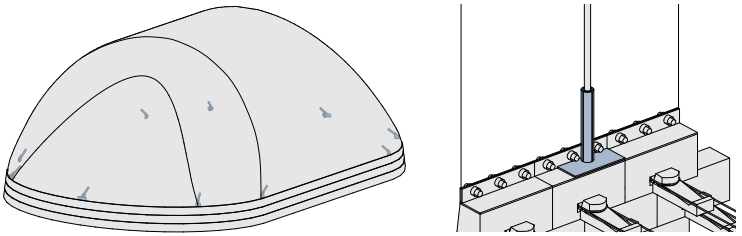


FIG. 60.

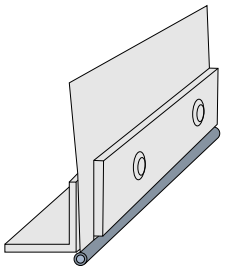


FIG. 61.

4. UNIVERSIDAD DE VIGO. (2015). BASE DE ANCLAJE DESMONTABLE PARA PILARES DE TUBOS DE SECCIÓN CUADRADA O RESTANGULAR (ES2555312). ESPAÑA. HTTPS://PATENTSCOPE.WIPO.INT/SEARCH/ES/DETAIL.JSF?DOCLD=ES154528534&TAB=NATIONAL-BIBLIO

FIG. 60: UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE UNIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA PORTANTE Y LA FUNDACIÓN DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 61: SISTEMA DE UNIÓN ENTRE LA MEMBRANA EXTERIOR Y LA FUNDACIÓN. SE PRESENTA UN ÚNICO ELEMENTO DE FIJACIÓN COMO REFERENCIA, PERO EN EL DISEÑO DEL REFUGIO SE EMPLEA UNA SERIE DE ESTOS ELEMENTOS, CONFORMANDO UNA UNIÓN CONTINUA QUE GARANTIZA LA ESTABILIDAD E INTEGRACIÓN DE LA ESTRUCTURA. ELABORACIÓN PROPIA.

MEMBRANA EXTERIOR Y SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO

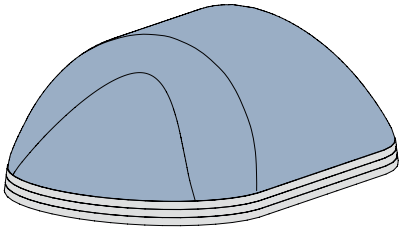


FIG. 62: MEMBRANA EXTERIOR, NYLON TIPO PA 66 ULTRA DENSO. VISTA GENERAL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

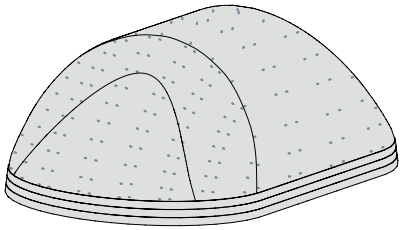


FIG. 63: SISTEMA DE SUJECIÓN DE LOS COMPONENTES DEL AISLANTE TÉRMICO, DETALLANDO LA FIJACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

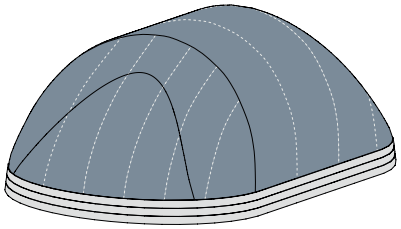


FIG. 64: SISTEMA DE AISLACIÓN TÉRMICA, FIBRA DE VIDRIO. VISTA GENERAL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

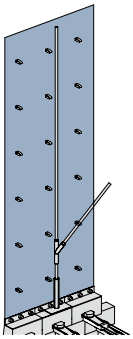


FIG. 65: MEMBRANA EXTERIOR. VISTA DETALLE DISEÑO REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

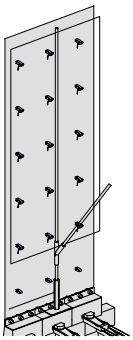


FIG. 66: SISTEMA SUJECIÓN DE LOS COMPONENTES DEL AISLANTE TÉRMICO, VISTA DETALLE DISEÑO REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

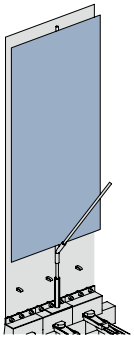


FIG. 67: SISTEMA DE AISLACIÓN TÉRMICA. VISTA DETALLE DISEÑO REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

PROTOTIPO DIGITAL



ESCANTILLÓN SECCIÓN CONSTRUCTIVA

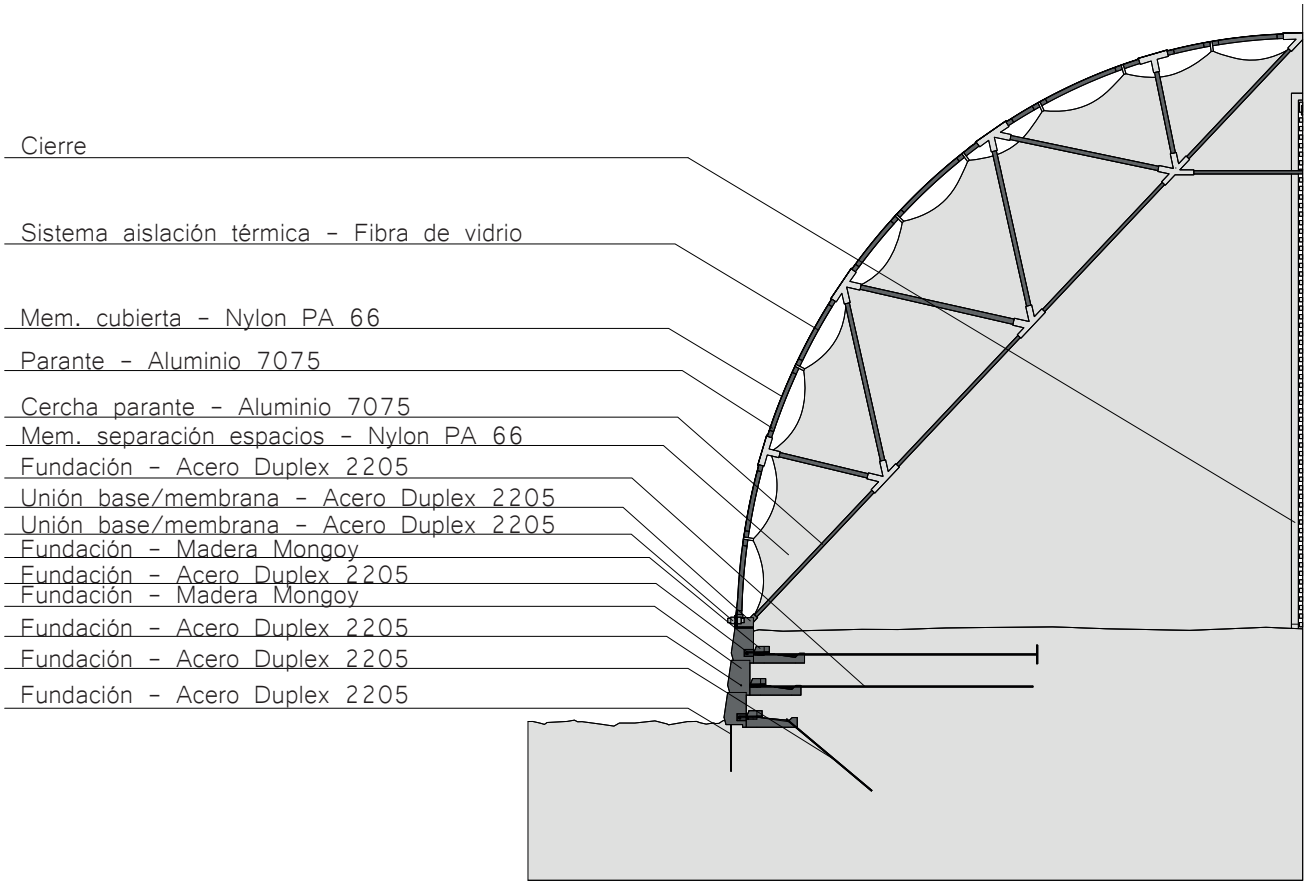


FIG. 68: ESCANTILLÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO. ESPECIFICANDO LA MATERIALIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. ELABORACIÓN PROPIA.

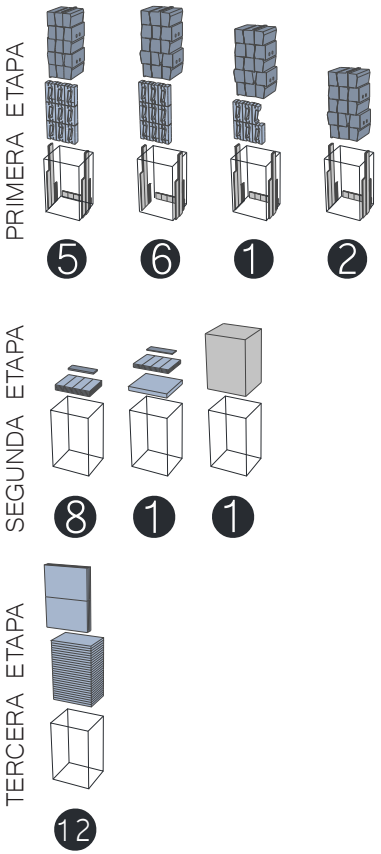


FIG. 69: DETALLE ETAPAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL REFUGIO VIVAC, TRANSPORTADO EN MOCHILAS MODELO "PROPHET 100 – THE NORTH FACE". INDICANDO LA CANTIDAD DE MOCHILAS REQUERIDAS. ELABORACIÓN PROPIA.

SECUENCIA DE EMBALAJE MOCHILAS

REFUGIO VIVAC

PRIMERA ETAPA

Número de montañistas: 14

- 72 Elementos muro de contención recto
- 209 Elementos muro de contención
- 420 Elementos de anclaje del muro de contención
- 210 Elementos de sujeción del muro de contención
- 140 Estacas larga
- 70 Estacas cortas
- 96 Elementos muro de contención curvo

SEGUNDA ETAPA

Número de montañistas: 10

- 199 Artefactos de unión
- 199 Juegos de accesorios artefacto de unión
- 74m de perfiles de parante
- Membrana cubierta.

TERCERA ETAPA

Número de montañistas: 12

- 24 Paneles membrana aisladora

REFUGIO CAMPAMENTO BASE

PRIMERA ETAPA

Número de montañistas: 24

- 216 Elementos muro de contención recto
- 450 Elementos muro de contención
- 720 Elementos de anclaje del muro de contención
- 912 Elementos de sujeción del muro de contención
- 264 Estacas larga
- 144 Estacas cortas
- 240 Elementos muro de contención curvo
- 8 Elementos medios muro de contención recto

SEGUNDA ETAPA

Número de montañistas: 24

- 519 Artefactos de unión
- 519 Juegos de accesorios artefacto de unión
- 180m de perfiles de parante
- 4 Secciones de ¼ membrana cubierta

TERCERA ETAPA

Número de montañistas: 38

- 76 Paneles membrana aisladora

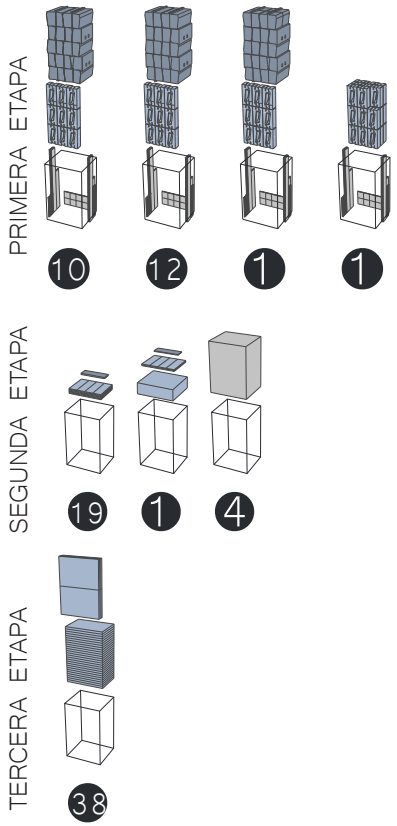


FIG. 70: DETALLE ETAPAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL REFUGIO CAMPAMENTO BASE, TRANSPORTADO EN MOCHILAS MODELO "PROPHET 100 – THE NORTH FACE". INDICANDO LA CANTIDAD DE MOCHILAS REQUERIDAS. ELABORACIÓN PROPIA.

ISOMÉTRICA ENSAMBLADO ETAPA 1 - FUNDACIÓN -

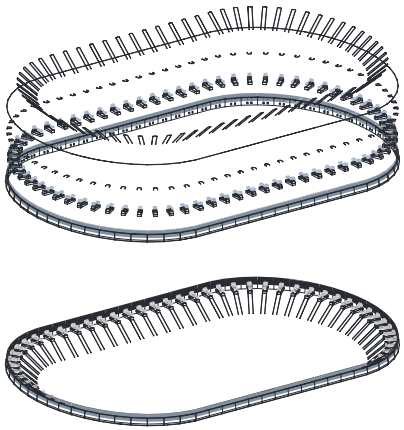


FIG. 71: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DE LA SECCIÓN HORIZONTAL INFERIOR DE LA FUNDACIÓN, LA CUAL ES LA PRIMERA EN ENSAMBLARSE DURANTE EL MONTAJE DEL REFUGIO. LOS ELEMENTOS SE DISPONEN EN ORDEN ASCENDENTE SEGÚN SU INSTALACIÓN. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

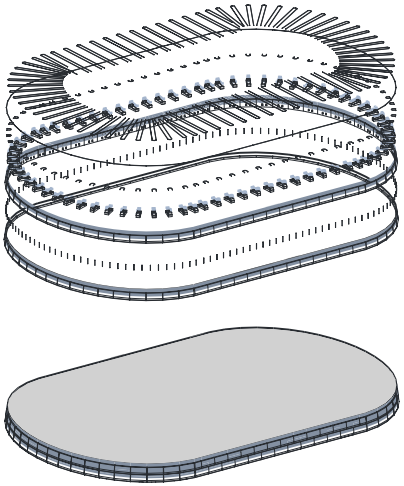


FIG. 72: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DE LA SECCIÓN HORIZONTAL INTERMEDIA DE LA FUNDACIÓN, LA CUAL ES LA SEGUNDA EN ENSAMBLARSE DURANTE EL MONTAJE DEL REFUGIO. LOS ELEMENTOS SE DISPONEN EN ORDEN ASCENDENTE SEGÚN SU INSTALACIÓN. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

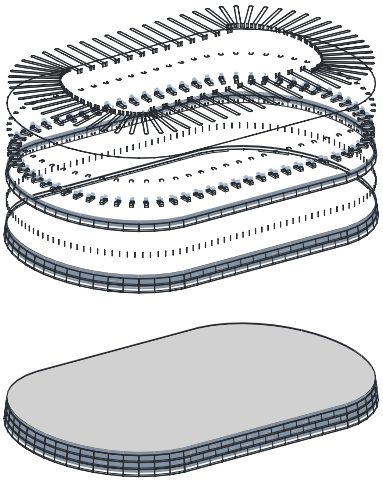


FIG. 73: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DE LA SECCIÓN HORIZONTAL SUPERIOR DE LA FUNDACIÓN, LA CUAL ES LA TERCERA Y ÚLTIMA EN ENSAMBLARSE EL MONTAJE DEL REFUGIO. LOS ELEMENTOS SE DISPONEN EN ORDEN ASCENDENTE SEGÚN SU INSTALACIÓN. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

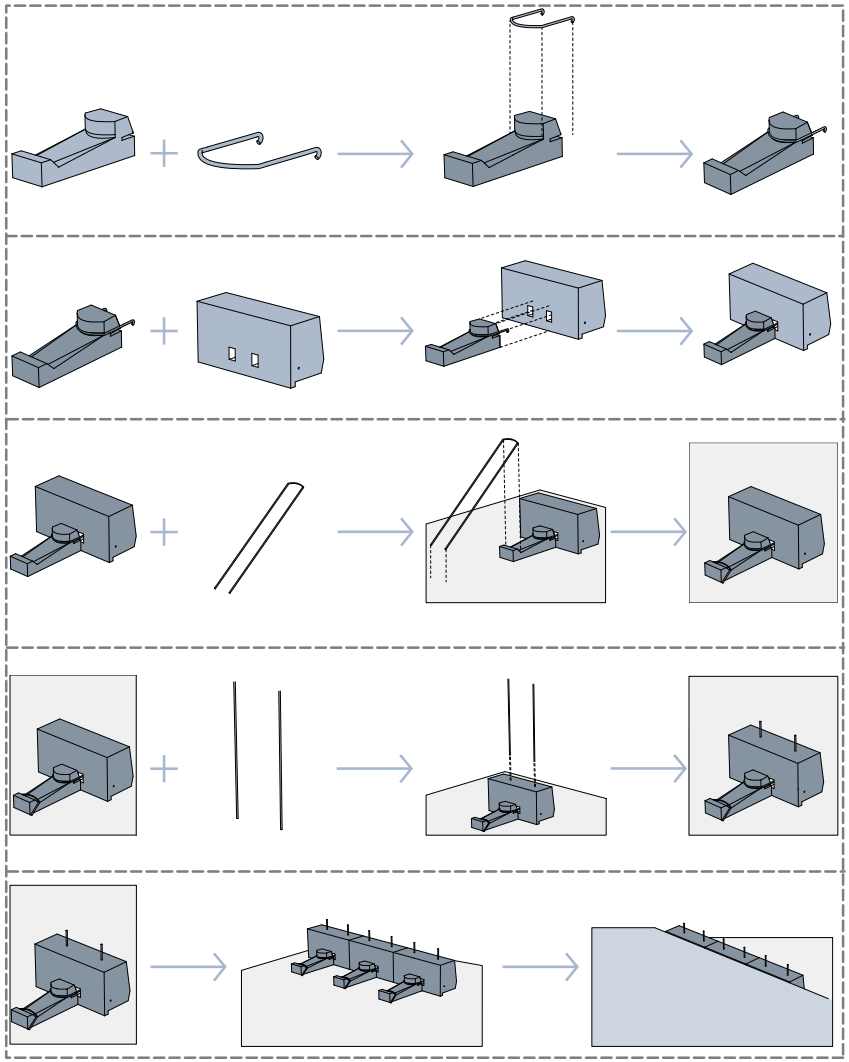


FIG. 74.

FIG. 74: PROCESO DE ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA FUNDACIÓN DEL REFUGIO, SIGUIENDO EL MÉTODO ESTIPULADO EN LA PATENTE ANTERIORMENTE MENCIONADA. EL MONTAJE DE LA FUNDACIÓN REQUIERE UNA SECUENCIA INTERCALADA ENTRE LA INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y EL RELLENO CON MATERIAL DEL TERRENO NATURAL DEL CONTEXTO. ELABORACIÓN PROPIA.

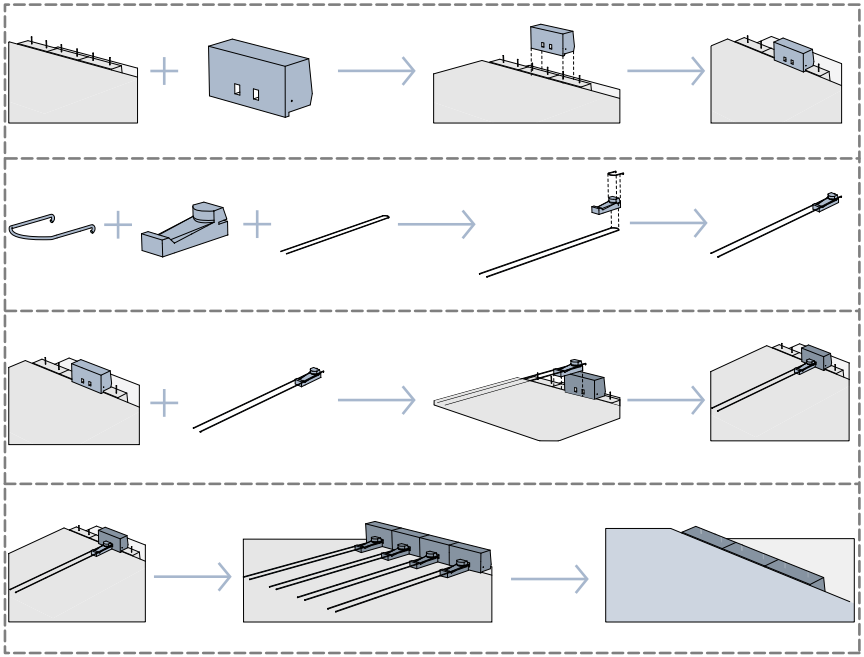


FIG. 74.

ISOMÉTRICA ENSAMBLADO ETAPA 2 - ESTRUCTURA PORTANTE Y MEMBRANA EXTERNA -

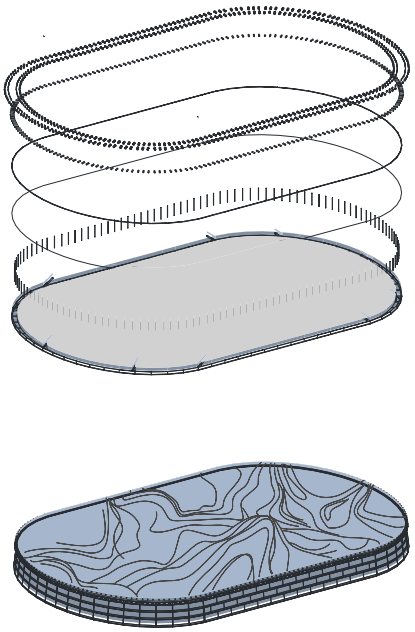


FIG. 75.

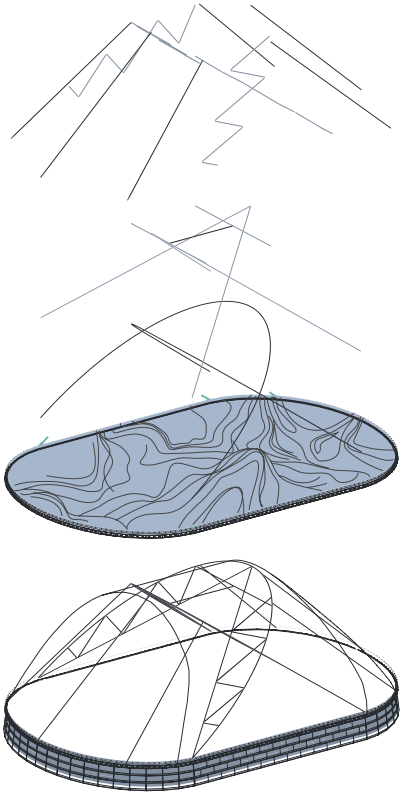


FIG. 76.

FIG. 75: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DEL PROCESO DE ENSAMBLADO DE UNIONES DE LA ESTRUCTURA PORTANTE A LA FUNDACIÓN Y DE LA MEMBRANA EXTERIOR POR MEDIO DE LOS SISTEMAS DE UNIÓN Y ANCLAJE. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 76: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DEL PROCESO DE ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE A LA FUNDACIÓN POR MEDIO DE LOS SISTEMAS DE UNIÓN PREVIAMENTE INSTALADOS. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

ISOMÉTRICA ENSAMBLADO ETAPA 3 - SISTEMA DE AISLACIÓN TÉRMICA -

FIG. 77: ISOMÉTRICA EXPLOTADA DEL PROCESO DE ENSAMBLADO DE SISTEMA DE AISLACIÓN TÉRMICA DEL REFUGIO. REPRESENTANDO EN LA PARTE INFERIOR DE LA FIGURA LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS ENSAMBLADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

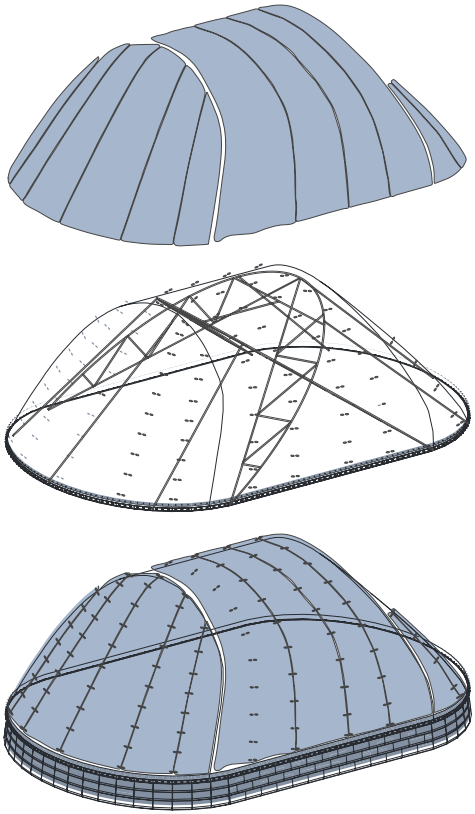


FIG. 77.

PLANIMETRÍAS



FIG. 78: PLANTA ARQUITECTURA PROTOTIPO REFUGIO CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.



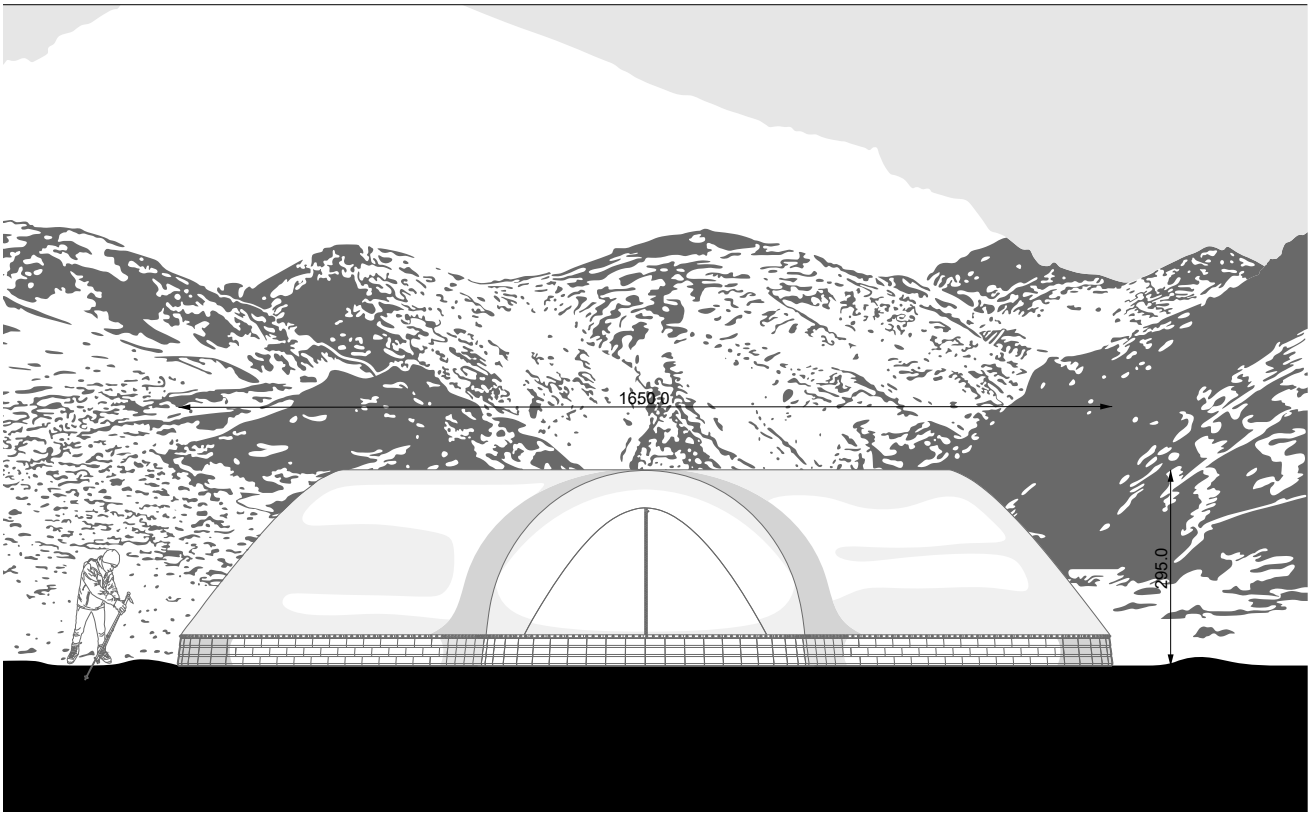


FIG. 79: ELEVACIÓN FRONTAL PROTOTIPO REFUGIO CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.

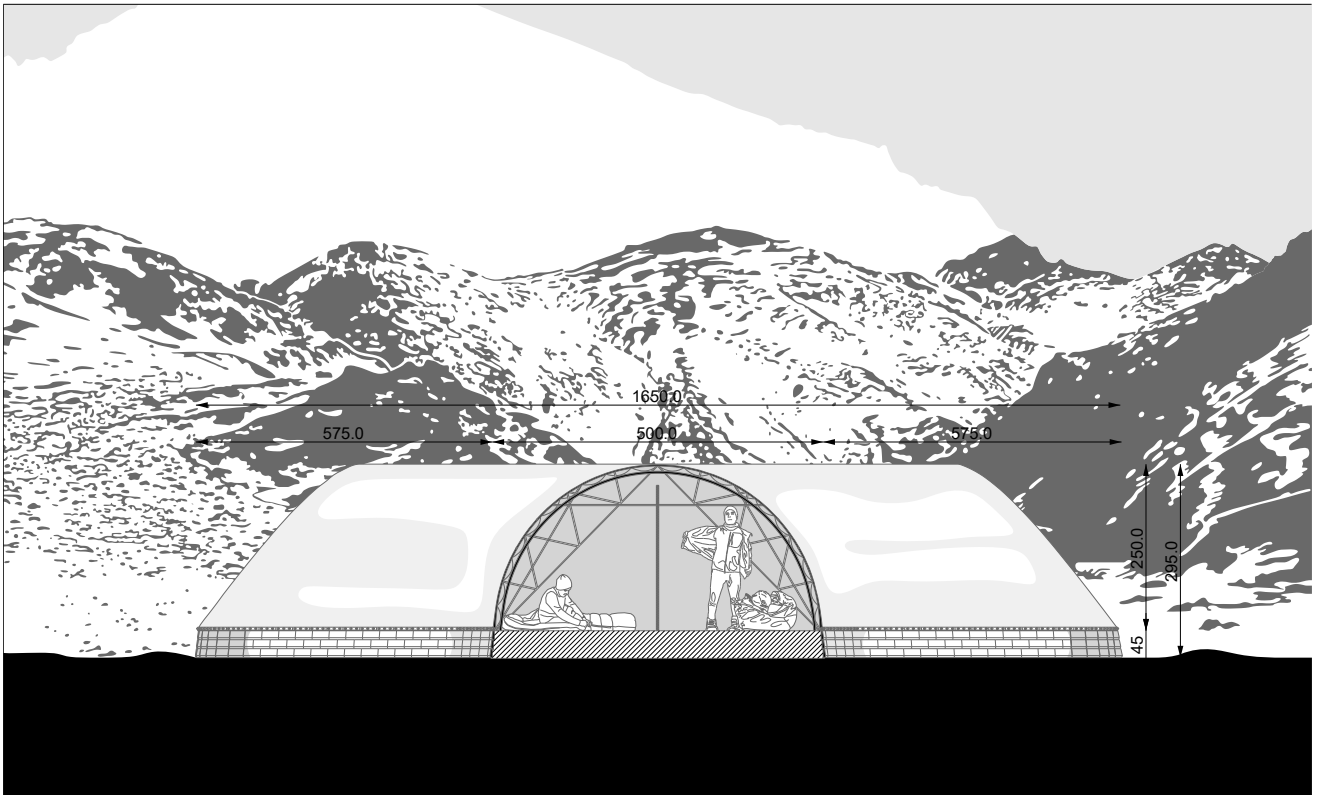


FIG. 80: CORTE TRASNVERSAL (AA´) PROTOTIPO REFUGIO CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.

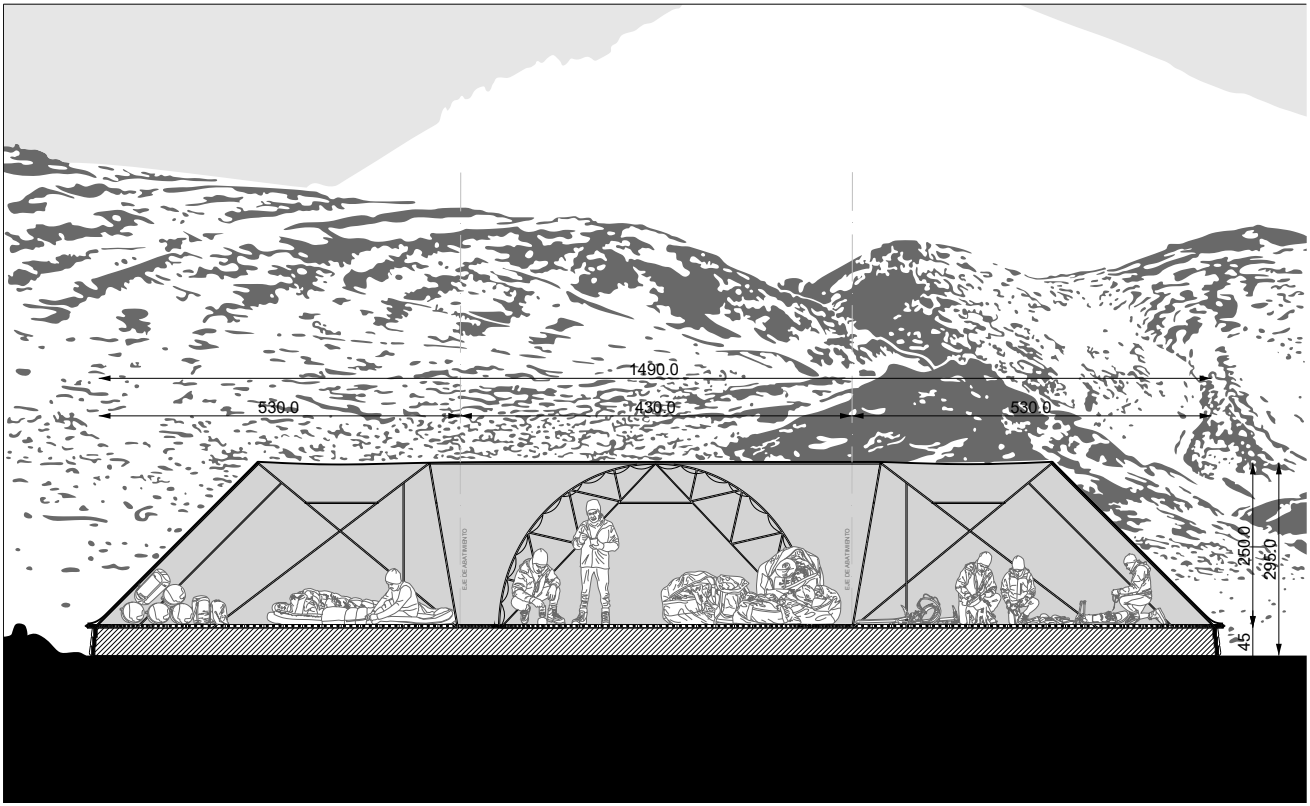
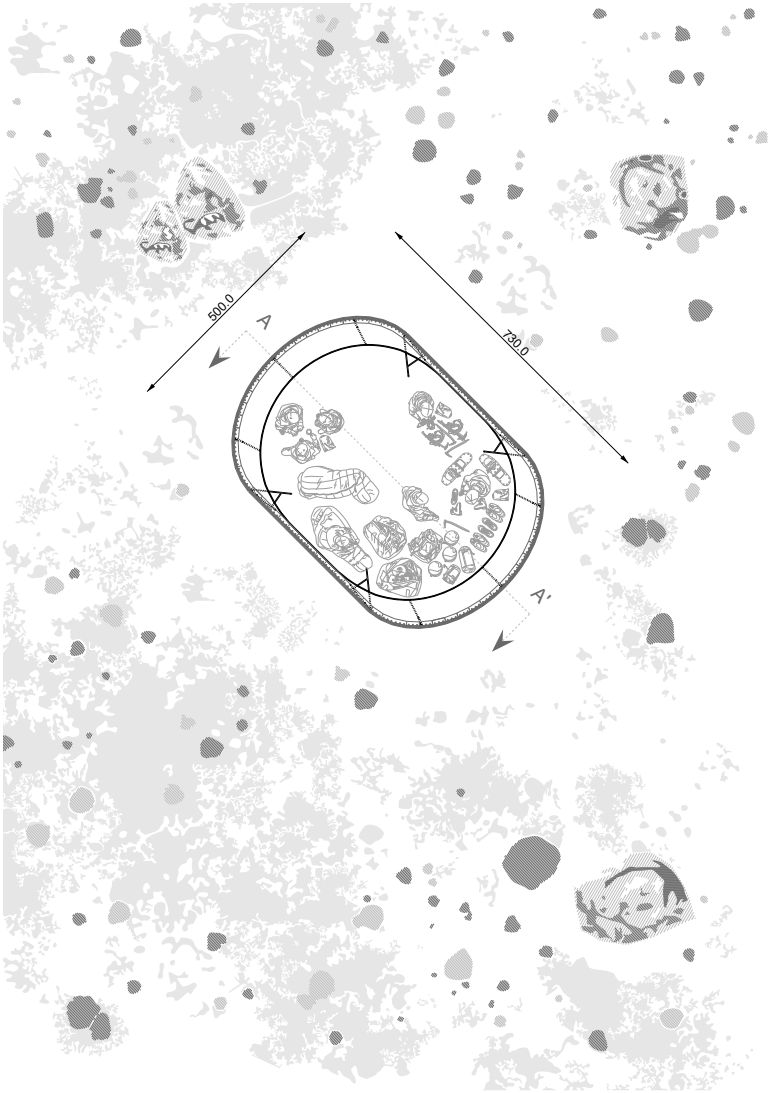


FIG. 81: CORTE LUNGITUDINAL ABATIDO (BB') PROTOTIPO REFUGIO CAMPAMENTO BASE. ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 82: PLANTA ARQUITECTURA PROTOTIPO REFUGIO VIVAC. ELABORACIÓN PROPIA.



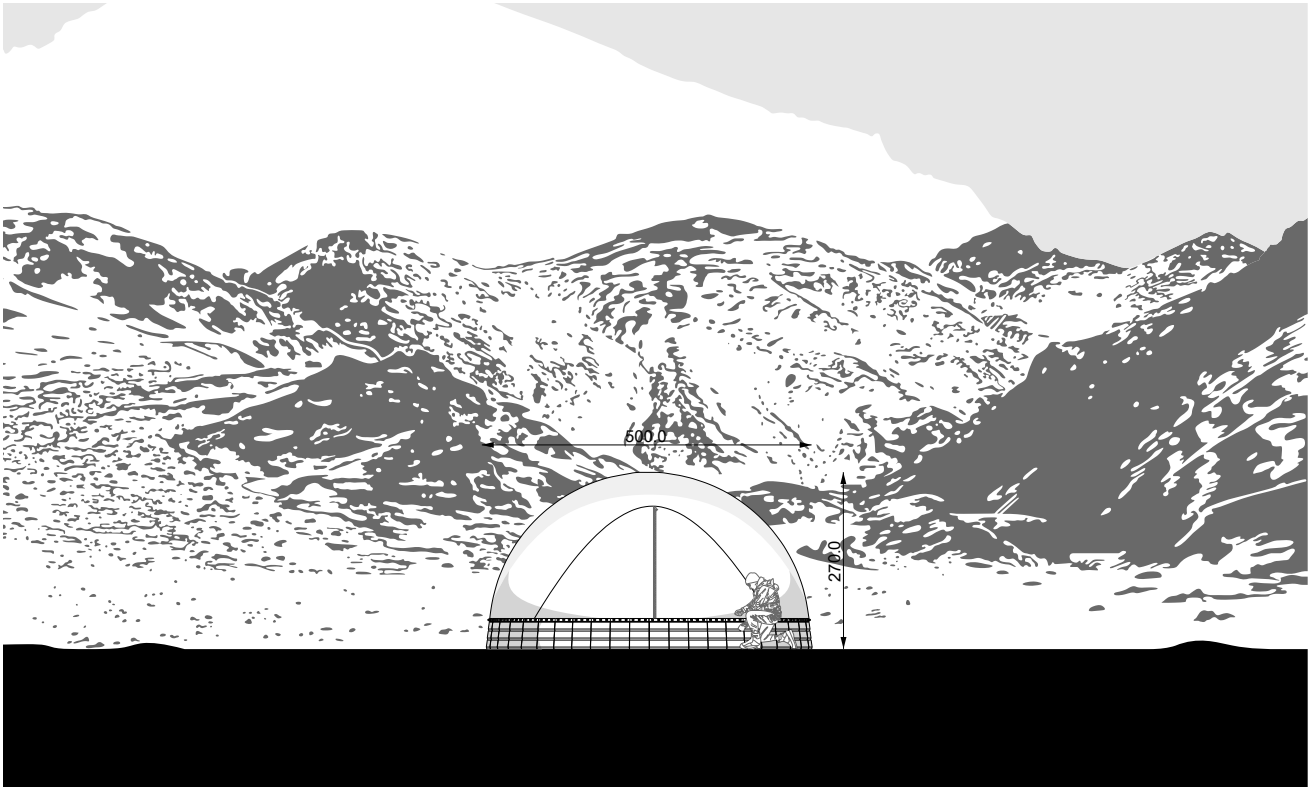


FIG. 83: ELEVACIÓN FRONTAL PROTOTIPO REFUGIO VIVAC. ELABORACIÓN PROPIA.

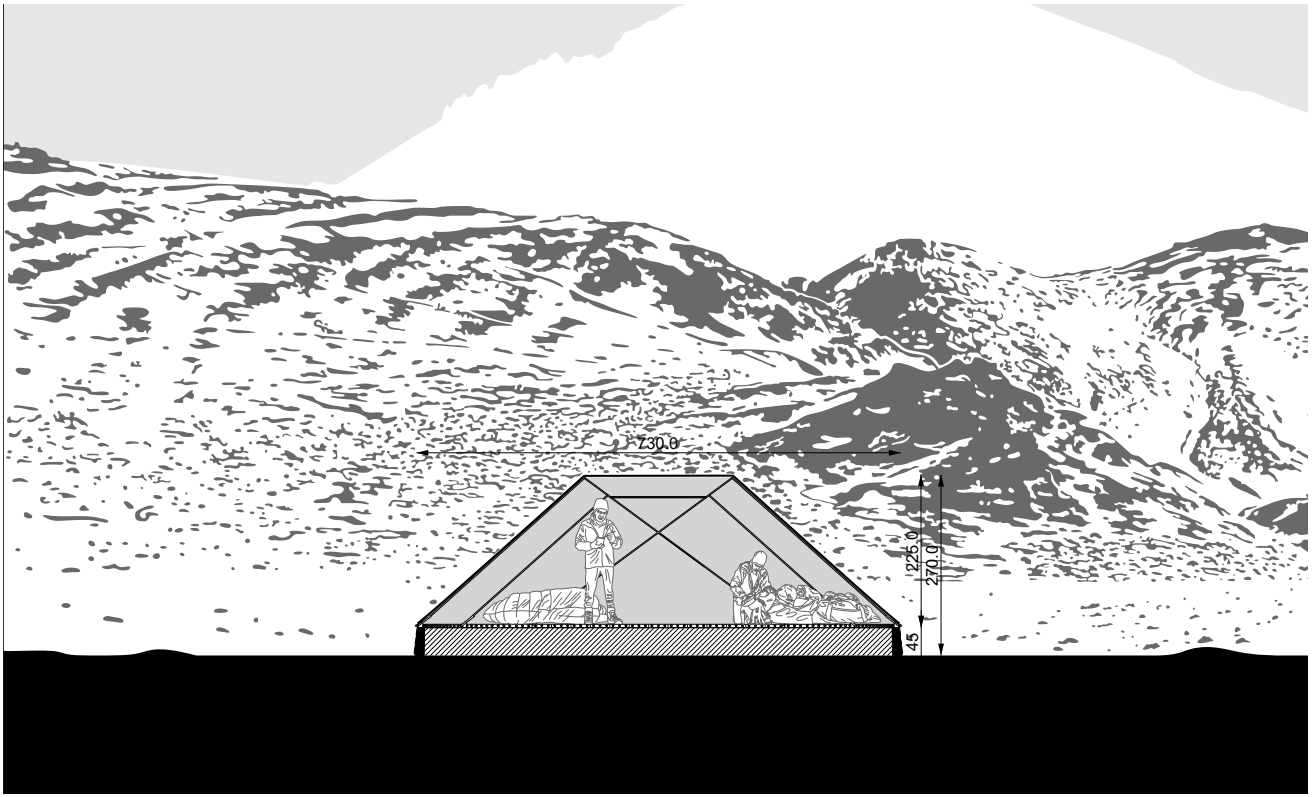


FIG. 84: CORTE LONGITUDINAL (AA´) PROTOTIPO REFUGIO VIVAC. ELABORACIÓN PROPIA.

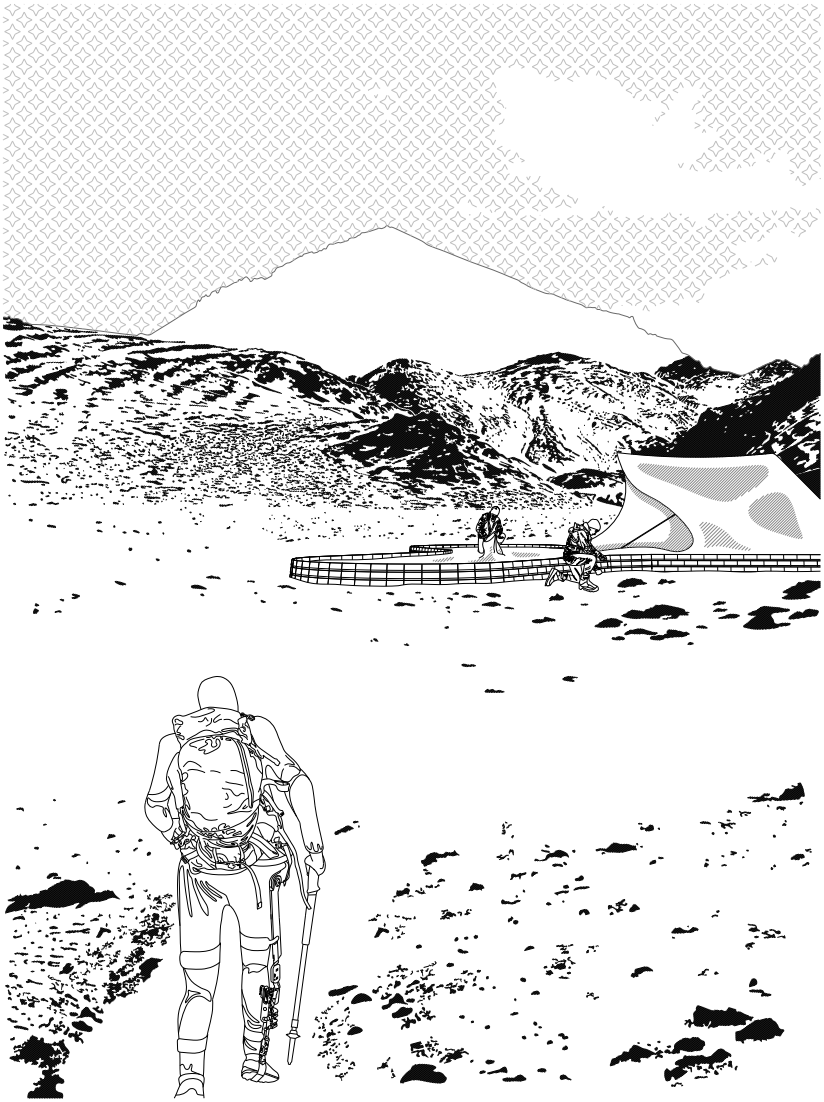
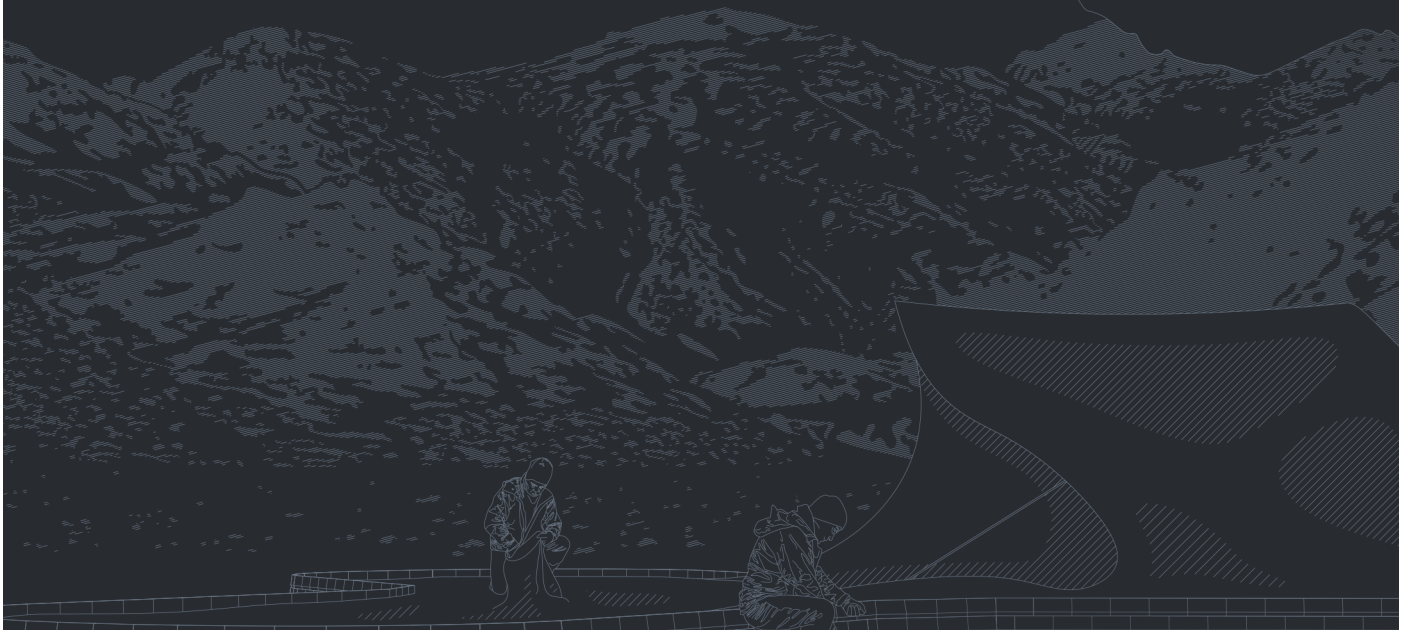


FIG. 85: VISUALIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLADO DE LA SEGUNDA ETAPA. ELABORACIÓN PROPIA.

CONCLUSIÓN



CONCLUSIÓN

Actualmente, en Chile, el transporte de refugios de alta montaña se realiza con estructuras preensambladas, lo que genera secciones constructivas con dimensiones desproporcionadas en relación con la escala humana. Esto hace inviable considerar el cuerpo humano como único medio de transporte, obligando al uso de transporte mecánico terrestre, aéreo o de tracción animal. En respuesta a esta problemática, se propuso un sistema constructivo diseñado para ser transportado y ensamblado utilizando exclusivamente las capacidades mecánicas y físicas del cuerpo humano. Para lograrlo, se definieron elementos con dimensiones acordes a la escala humana y se incorporó un exoesqueleto de refuerzo mecánico para los miembros inferiores, aumentando la capacidad de carga de los montañistas durante el transporte.

Con el objetivo de optimizar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de elementos a trasladar, se diseñó uno de los componentes estructurales del refugio para cumplir una doble función: servir como parte del exoesqueleto durante el transporte y, posteriormente, integrarse en la construcción del refugio. Esto permite eliminar por completo el espacio que dicho elemento ocuparía en la mochila durante el traslado.

El sistema constructivo diseñado requiere tres etapas de transporte. Para el montaje del prototipo del refugio vivac, se estima la participación de 14 montañistas en la primera expedición, 10 en la segunda y 12 en la tercera. En el caso del refugio campamento base, se requieren 24 montañistas en la primera y segunda expedición, y 38 en la tercera.

La implementación del exoesqueleto permite que cada transportador lleve una carga de hasta 50 kg, lo que cuadruplica el margen de peso por carga en comparación con el transporte sin asistencia mecánica. Esto representa un avance significativo en la viabilidad de refugios autotransportables en alta montaña, minimizando la dependencia de medios de transporte externos y mejorando la eficiencia del proceso constructivo en entornos extremos.

BIBLIGRAFÍA



AITIM – Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera. (2020). Info Madera. https://infomadera.net

Albatros Transporte Aéreo. (2020). Viajes hasta 5.000 msnm con un coste de $2.000 USD/hora. En I. Molina, Campamento científico transportable para la investigación microbiológica en el desierto de Atacama.

American Velcro, INC. (1972). Perfeccionamientos introducidos en refugios de construcción ligera bajo pretensado (ES0375978). España. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail

Ash, D. W. (2004). Sistema de muro de contención (ES2199443). España. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail

Coppermetal. (s.f.). Catálogo Aluminios. https://www.coppermetal.com.br/catalogos-es/catalogo-aluminio-es.pdf

FAO – Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012). Diagnóstico nacional de montaña: Chile. http://www.fao.org/3/ca0124es/ca0124es.pdf

Guillaume, E. (s.f.). "Sistema de medidas tal que se pueda deducir de las dimensiones de una parte, las dimensiones del total y de las dimensiones del total se pueda conocer la de la menor de sus partes." [Cita].

Hoppenfeld, S. (1979). Exploración física de la columna vertebral y las extremidades (1.a ed.). Editorial El Manual Moderno.

Ladera Sur. (2018). 11° amenaza de fauna nativa. https://laderasur.com/

Modica, G. (2016). Alpinismo. La saga de los inventos. Editorial Desnivel.

Montipedia. (2020). La mochila para el montañismo. https://www.montipedia.com/montanismo/articulos/la-mochila-para-el-monta%C3%B1ismo/

Stuckl, P., & Soper, G. (2003). Manual completo de montaña. Editorial Desnivel.

The North Face. (2021). PROPHET 100. https://www.thenorthface.cl/prophet-100-nf0a3s8f-100-wu5?color=16545

Tilley, A. R., & Henry Dreyfuss Associates. (2021). The measure of man and woman: Human factors in design. Wiley.

Total Materia. (2020). The world's most comprehensive materials database. https://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=Home&LN=EN

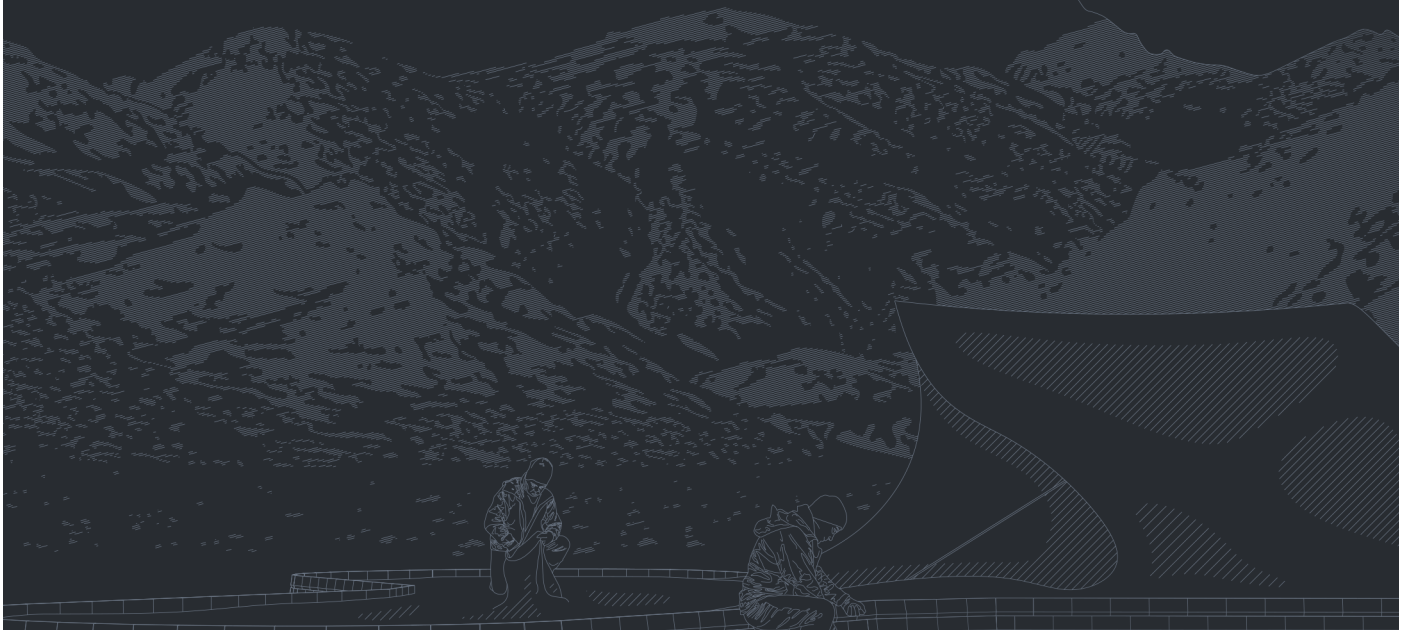
Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). Diseño y desarrollo de productos (5.a ed.). McGraw-Hill Education.

Universidad de Vigo. (2015). Base de anclaje desmontable para pilares de tubos de sección cuadrada o rectangular (ES2555312). España. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES154528534&tab=NATIONALBIBLIO

Valentinovna, P. E., & Mikhajlovich, T. K. (2020). Cargo passive exoskeleton with adjustment for anthropometric parameters of user (Patente No. 0002725288). Federación de Rusia. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail

Walsh, C. J. (2006). Biomimetic design of an under-actuated leg exoskeleton for load-carrying augmentation [Tesis de maestría, Massachusetts Institute of Technology]. MIT DSpace.

ANEXOS



Enunciado del usuario	Requerimiento interpretado
“Lo primordial de un refugio dar el resguardo contra las inclemencias del medio ambiente”	El refugio da resguardo a sus usuarios contra el “ruido” del contexto.
“Casi todos los refugios son chiquititos, para 3 o 4 personas, que pasa, porque se construyen así, por la dificultad que recién hablábamos sobre el transporte, muchos terminan durmiendo en carpas afuera por lo mismo”	El refugio es capaz de albergar a más usuarios.
“No podemos trasportar grandes paneles y esas cosas, salvo que sea con mulas, que más o menos se logra o con helicópteros”	El refugio es asequible de transportar.
“Cuál es el problema que tenemos, uno llega a dormir ahí, pero se ponen a cocinar adentro, cuando estas hacinado, cocinar se hace muy muy complicado también por el olor hostigante que genera”	El refugio permite la acción de cocinar sin incomodar al resto de los usuarios con el olor que se genera.
“La humedad, también es peligrosa, es peligroso”	El refugio permite la expulsión de la humedad, desde el interior al exterior.
“Yo creo que en un refugio sería conveniente tener un lugar para habitar y un lugar separado para cocinar. Como dos ambientes o separados”	El refugio cuenta con espacios separados entre sí, sin dejar al usuario desprotegido al traspasar de uno a otro.
“Sería bueno un tipo de calamina, o algo semejante, que tuviera cierta pendiente para que cuando nieve no pudiera destruir el techo por el peso de la nieve, que no lo hunda”	La forma del techo genera deslizamientos de la nieve que se alberga sobre el refugio vivac en caso de un nevazón.
“La nieve es mucho peso y después cuando se empieza a derretir son goteras”	-La unión de las piezas evita las goteras cuando la nieve se derrite. -La forma del techo y las paredes evitan el colapso del techo.

ANEXO 01: ENUNCIADOS EXTRAÍDOS DE ENTREVISTAS REALIZADAS A MONTAÑISTAS, INTERPRETADOS Y TRADUCIDOS EN REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA EL DISEÑO DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.

Enunciado del usuario	Requerimiento interpretado
“Un lugar que te proteja del viento ya es suficiente, lo otro son comodidades, el espacio para moverse adentro, el tema de los olores”	El refugio cuenta con un espacio interior suficiente para que los usuarios se puedan mover sin dificultad, ni entorpecer el resto de las actividades que se realicen en su interior.
“En tamaño el ideal ideal, sería un espacio de unos 8 metros de ancho por unos 10 metros, donde cupieran varias personas durmiendo”	El espacio destinado a la acción de dormir es de un tamaño pertinente para albergar a un número óptimo de usuarios cómodamente.
“Y después otra pieza también de unos 5 metros con unos mesones donde uno se pudiese cocinar y habitar”	El espacio destinado a la convivencia grupal es de un tamaño pertinente para albergar a un número óptimo de usuarios realizando diversas actividades, cocinar, comer y otras actividades propias del ocio y la interacción grupal.
“La temperatura es súper relativa, con que el calor no se escape, ya permite que el calor humano aclimatase el interior”	El espacio interior está protegido por un material aislante que acumula el calor dentro del refugio vivac evitando que se vaya al exterior.
“Se hace un hoyito para que sea pozo negro y ellos iban a hacer un piso y cuatro paredes que me pudiera llevar en la mochila para llevármelas para arriba e instalarlas”	El baño esta resguardado con paredes y techo, y el piso permite el uso de un “pozo negro”.
“Tener un espacio para poder dejar mi colchoneta y mi espacio para poder dejar al lado de mi colchoneta mi mochila y un espacio para poder caminar dentro de este refugio como un pasillo imaginario”	El interior del refugio tiene el espacio suficiente para permitir que los usuarios se desplacen, tengan instalada las colchonetas y las mochilas.
“Quizás a mas altura me voy a conformar solo con un espacio pequeño que me de refugio para poder dormir”	El interior del refugio tiene el espacio suficiente para que los usuarios puedan dormir.
“Que tenga lugares para poder comer zonas delimitadas para tu dejar tu bolso, tu espacio para dormir, que tenga un baño cercano, que tenga luz, que tenga una zona para poder comunicarse con, ósea un banco de radios para poder comunicarse en caso de emergencia”	-El interior del refugio tiene el tamaño suficiente para que los usuarios coman, guarden sus bolsos, para dormir, haya un baño y una instalación de radios de emergencia. -El refugio debe brindar luz en su interior.
“Me falta ese espacio o si hubiese algo que separa un poco más, para poder acomodarse, donde poder hacer pipí o ponerte un pantalón o cambiarte una primera capa de ropa”	El refugio cuenta con un espacio cerrado para poder cambiarse de ropa.

ANEXO 02: ENUNCIADOS EXTRAÍDOS DE ENTREVISTAS REALIZADAS A MONTAÑISTAS, INTERPRETADOS Y TRADUCIDOS EN REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA EL DISEÑO DEL REFUGIO. ELABORACIÓN PROPIA.


DISTRIBUZIONE
ARS GRATIA ARTIS
Metro-Goldwyn-Mayer
SEVERINO
CASARA
WALTER
CAVALLINI
ANGELO
DI BONA