



BASE ÁNTARTICA CHILENA
GLACIAR UNIÓN
ZONA 79-45

ANTECEDENTES DE PROYECTO

GONZALO TORRES BUSTILLOS



AGRADECIMIENTOS

A mi familia y su apoyo incondicional.
Al comandante Fernando Mchuca, por su gran disponibilidad y aporte.
A mi profesor guía quien siempre estuvo dispuesto a prestar su ayuda
A la Antartica que espero siga siendo un increíble misterio

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN PROYECTO BASE ANTÁRTICA CHILENA FACH E INVESTIGACIÓN EN GLACIOLOGÍA “ZONA 79/45”	8-9
1.1 MOTIVACIONES.....	9
1.2 OBJETIVOS.....	9
2. CONTEXTO ANTÁRTICO	10-31
2.1 TRATADOS.....	11
2.1.1 TRATADO ANTÁRTICO.....	11
2.1.2 Convención para la Conservación de las Focas Antárticas 1972	12
2.1.3 Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente 1991.....	12
2.2 PRESENCIA CHILENA EN LA ANTÁRTICA.....	13
2.2.1 HISTORIA ANTÁRTICA CHILENA.....	13
2.2.2 ISLA REY JORGE	14-15
2.2.3 VILLA LAS ESTRELLAS.....	16-17
2.2.4 BASES Y ESTACIONES ANTÁRTICAS CHILENAS.....	18-21
2.3 REFERENTES INTERNACIONALES BASES ANTÁRTICAS.....	22
2.3.1 QUEEN ELIZABETH.....	23
2.3.2 TAISHAN.....	23
2.3.3 HALLEY XI.....	24
2.3.4 JANG BOGGO.....	25
2.4 TIPOLOGÍA BASES.....	26-27
2.5 HABITAR.....	28-31

3. CLIMA Y NATURALEZA ANTÁRTICA.....	32-36
3.1 CLIMA.....	33-34
3.2 CALENTAMIENTO GLOBAL, FLORA Y FAUNA.....	35-36
4. GLACIAR UNIÓN.....	37-45
4.1 SOBRE EL GLACIAR.....	38-40
4.2 EXPEDICIONES.....	41
4.3 TRANSPORTE Y LOGÍSTICA.....	42-45
4.2.1 HÉRCULES C-130.....	42
4.2.2 TWIN OTTER.....	43
4.4 GLACIOLOGÍA Y OTRAS CIENCIAS.....	45
5. PROPUESTA.....	46-59
5.1 PROYECTO.....	47
5.2 DESAFÍOS Y PREGUNTAS.....	48-50
5.3 FACTORES GENERALES AL CONSTRUIR EN LA ANTÁRTICA.....	51
5.4 PROGRAMA.....	51-54
5.5 PROPUESTA.....	55
5.6 ESQUEMAS PLANTA TENTATIVA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIOS/ACTIVIDADES.....	56-57
5.6 IMÁGENES PROPUESTA.....	58-59
6. BIBLIOGRAFÍA.....	60-63



ABSTRACT

En el territorio nacional existe más de algún territorio excepcional ya sea por su geografía o clima, como lo pueden ser el Desierto de Atacama o Isla de Pascua, pero un lugar que destaca por su carácter extremo en todo sentido es la “Antártica”, el continente menos explorado, del que no existen registros de pueblos originarios y cuenta con 14.000.000 kilómetros cuadrados.

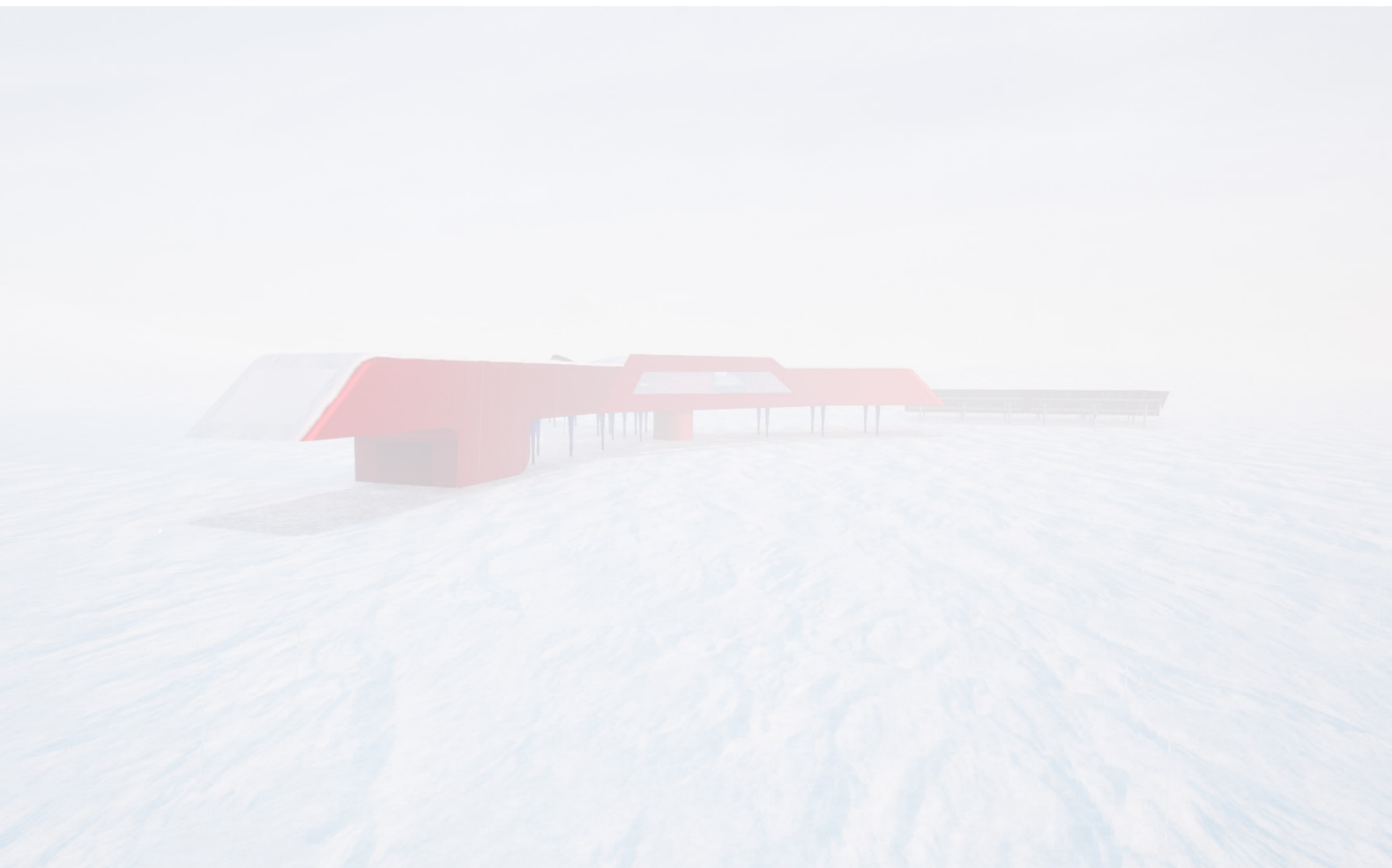
Es un lugar único, difícil de habitar y diferente a todos los demás pero que ofrece una ubicación privilegiada para la ciencia. Un territorio donde sus mayores sustratos o superficies son nieve, hielo y rocas. Además, es el continente mas frío que existe teniendo temperaturas por muy debajo a los 0°, es la región con menor contaminación en el mundo, que no tiene fronteras oficiales entre países y que esta dedicado a la investigación y conservación de la flora y fauna, para lo cual existen estrictas reglas y protocolos ambientales.

Por estos motivos ente otros es que instalar un proyecto en esta zona representa un gran desafío para la arquitectura, puesto que también hay que enfrentar retrasos por el clima, considerar una estadía permanente, donde en ocasiones la movilización es limitada, tanto para personas como materiales por las condiciones atmosféricas de la zona, esto entre miles de variables no frecuentes al construir en la ciudad.

El proyecto Zona 79/45 consiste en una base para la Fuerza Aérea Chilena en el Glaciar Unión, con énfasis en la investigación en Glaciología, Microbiología y otras disciplinas para así contribuir al mundo de la ciencia y al país. Esta base buscará seguir los protocolos ecológicos, maximizando tiempo y mano de obra de modo de construir de manera eficiente. Esto significa mirar mas allá al momento de construir, buscar la contaminación 0 por diferentes medios e innovaciones. Esto implica implementar espacios dedicados a la sustentabilidad como tratamiento de aguas grises y negras, el uso de fuentes de energía verde, y buscar las formas menos contaminantes al momento de trasportar, construir y desarmar. Sin dejar en cuenta el difícil habitar al cual se enfrenta, por que esta base toma como concepto la arquitectura modular y la subdivisión de espacios de acuerdo a su uso. Esto para optimizar el uso del espacio, estar preparados de mejor manera ante las emergencias, enfrentar el clima y dar énfasis a la salud tanto mental como física del habitante.



Capítulo 1 - Presentación



Fuente: Elaboración Propia

MOTIVACIONES

La motivación de este proyecto comienza a partir de las ganas de explorar y trabajar con un clima extremo y en un lugar diferente a la ciudad, para así hacer una arquitectura poco común o diferente a la que se da en la urbanización. Cabe mencionar que también nace de una invitación de la profesora Claudia Torres (Arq.) y del profesor Víctor Fajnzylber (Cine) a participar del proyecto “Creart” en la Antártica. Ganado por la Universidad de Chile, el cual consiste en mostrar a la gente las condiciones del continente Blanco, ya que por su difícil acceso, muy pocas personas pueden llegar a este

OBJETIVO

Crear una Base Antártica Chilena permanente de uso continuo durante todo el año en el Glaciar Unión, dedicada a la investigación y a la permanencia de Chile en el continente Antártico, administrada por FACH

GLACIAR UNIÓN

Se encuentra en plena Antártica, $79^{\circ} 45' S$; $82^{\circ} 30' W$, a 1080km del polo sur, aproximados 1900km de la costa peninsular antártica, y 2100km de la base Eduardo Frei Montalva y mas de 3000km del continente sudamericano. El Glaciar es de gran interes científico ya que es un territorio practicamente inexplorado el cual tiene potencial de aportar a diferentes campos como la glaciología, microbiología o a entender mejor el cambio climático. Un gran desafío de la construcción en este lugar es el inflexible y arduo clima con tempraturas de haste $-80^{\circ}C$ que junto a las condiciones geograficas (principalmente el hielo) obligan a replantear la forma de proyectar la arquitectura.

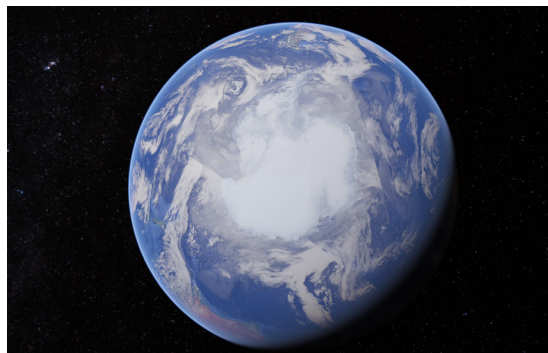


Foto espacial continente antártico. Fotografía google earth



Foto espacial Glaciar Unión. Fotografía google earth



Distancia Antártica a tierras cercanas. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Capítulo 2 - Contexto Antártico



Foto aérea twin otter sobre estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Tatrados

Debido a la localización de la Antártica, su particular clima, riqueza natural, dificultad de habitabilidad y mas condiciones adversas, este continente esta dedicado estrictamente a la conservación natural e investigación. Para esto existen acuerdos internacionlaes firmados por aquellos paises comprometidos con esto y la colaboración mutua para el beneficio común.



Emblema tratado antártico. Fuente: https://twitter.com/CancilleriaARG/status/1407808781023580164?ref_

Tratado Antártico

Es un documento firmado en 1959, Washington DC, del cual formaron parte 12 naciones, Argentina, Australia, Bélgica, Chile, Estados Unidos, Francia, Irlanda del Norte, Japón, Nueva Zelandia, Noruega, Reino Unido, La Unión Soviética y Sudáfrica. Establecen normas en catorce artículos para el territorio antártico. Estas establecen principalmente que la Antártica es un territorio neutro en el cual esta estrictamente prohibido cualquier conflicto armado y esta destinado a la conservación de la naturaleza, investigación científica y a la colaboración entre los países participantes. También el tratado se deja abierto para la unión de otras naciones y en caso del incumplimiento de sus artículos o disidencias, un tribunal se hará cargo.



Países participantes del tratado hoy en día. Fuente: <https://aptus.com.ar/historia-el-tratado-antartico-cumple-60-anos-de-su-entrada-en-vigencia/>

Hoy en día son 52 naciones que participan del tratado, 29 con derecho a voz y voto en tomas de decisiones y 23 solo con derecho a voz.

Convención para la Conservación de las Focas Antárticas

Este anexo al Tratado Antártico se firma en 1972, con fin de proteger a la flora y fauna, especialmente a la gran población de focas (5 especies) que se vieron en estado vulnerable ante la caza indiscriminada, por lo que se designaron regulaciones para esta, áreas de protección, normas para la captura e investigación.

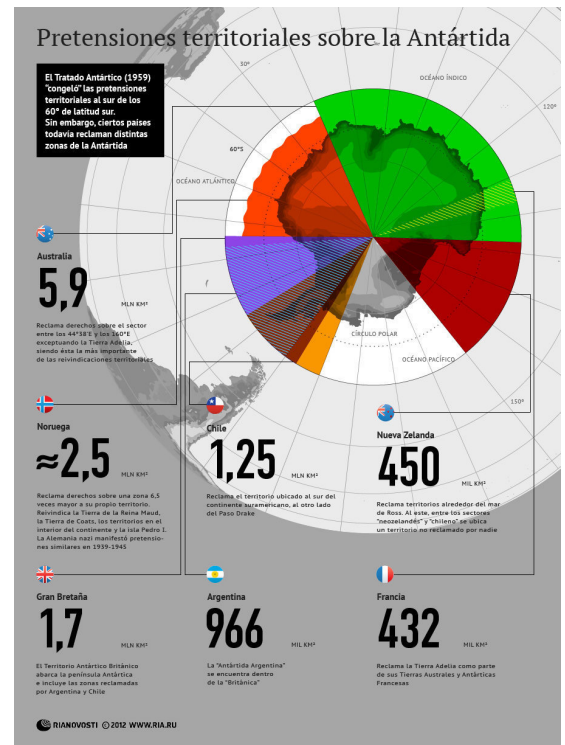
Protocolo de Protección

Es un documento firmado en 1991, Madrid, el cual funciona como un anexo o complemento al Tratado Antártico de 1959. Establece las reglas sobre el cumplimiento del documento mencionado anteriormente.

Además de hacer énfasis en la protección del medio ambiente, ecosistemas, la flora y la fauna antárticas y reiterar los usos del territorio, no bélicos y de investigación científica sustentable.

También se dicta un estricto protocolo para la eliminación de desechos, residuos y contaminación generados, con el fin de contaminar en la menor cantidad posible, se toma en cuenta el tratado MARPOL de 1978, para la correcta navegación y se decretan reglas en cuanto a la caza, protocolos a seguir en caso de emergencias o a la constitución de tribunales en caso de desacuerdos, violaciones al tratado o sus anexos.

Para esto se exige un informe anual a cada miembro participante para controlar el cumplimiento del protocolo.



Fuente: <https://foliosdehistorias.wordpress.com/temas-politicos/las-reclamaciones-territoriales-sobre-la-antartida/>
Editada por el autor



Fuente: <https://www.imer.mx/4-de-octubre-1991-firma-protocolo-antartida/>

Historia Antártica Chilena

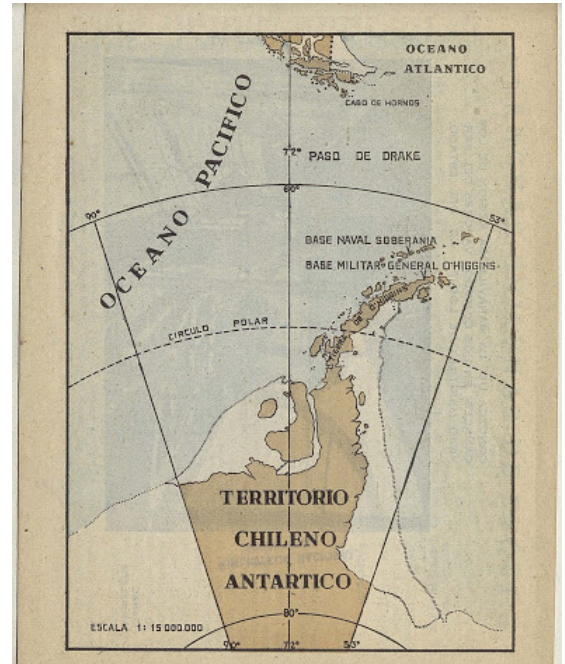
En 1940 se dicta el decreto de ley N°1747, que demarca el territorio Chileno Antártico, y fijando como límites el meridiano 53° longitud oeste de Greenwich y 90° longitud oeste de Greenwich.

Inicialmente el medio de transporte principal fue marítimo por lo que la primera base Chilena inaugurada en 1947 es administrada por la Armada, de nombre “Base Naval Antártica Capitán Arturo Prat” y en 1948 se construye la segunda, la “Base Militar Antártica Capitán General Bernardo O’Higgins Riquelme”.

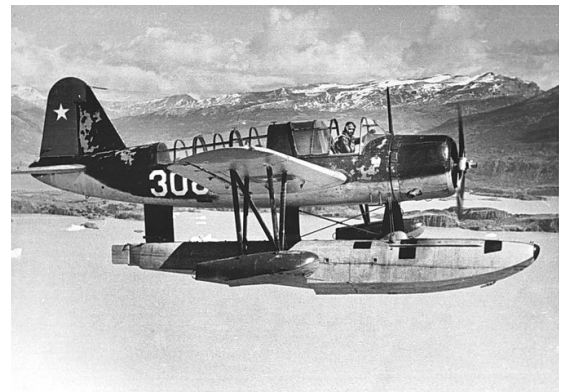
En febrero de 1947, despegó el primer vuelo Chileno sobre territorio antártico, un avión Vought Sikorsky, pilotado por el Teniente 1° Arturo Parodi Alister.

A partir de este hito comienza de lleno la ocupación Chilena en el continente blanco, fundando su primera base aérea en 1951, la base “Presidente Gabriel González Videla” y la base “Presidente Pedro Aguirre Cerda” (1955); esta última ubicada en la Isla Decepción, pero que cesó de su actividad en diciembre de 1967 debido a un temblor que seguido de una erupción volcánica la dejaron inutilizable.

Hoy en día Chile posee nueve establecimientos activos entre bases y refugios, algunos de carácter permanente y otros estacionarios en el territorio antártico. De estos, los más importantes son: “Base Arturo Prat” (1940), “Presidente Gabriel González Videla (1951), “Base Carvajal” (1961) originalmente propiedad del Reino Unido, la “Base Presidente Eduardo Frei Montalva” (1969) y la “Estación Polar Glaciar Unión” (2014), esta última funcionando de uno a tres meses de cada año dependiendo de las condiciones climáticas. Estas bases actualmente se utilizan para fines políticos pacíficos y principalmente investigación.



Fuente: <https://www.armada.cl/antartica-chilena/la-armada-de-chile-en-la-antartica>



Fuente: https://twitter.com/fach_chile/status/831847973118210048?lang=de



Fuente: <https://www.elmostrador.cl/cultura/2020/02/18/hace-72-anos-un-presidente-chileno-fue-el-primero-mandatario-en-el-mundo-en-visitar-la-antartica/>

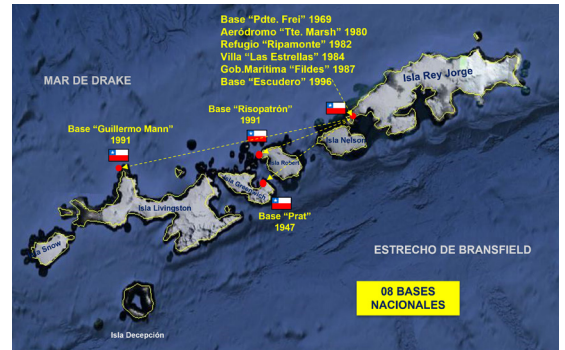
ISLA REY JORGE

A aproximadamente 120km de la península antártica y poco mas de 1200km del continente sudamericano, entre el mar de Drake y el estrecho de Bransfield, se encuentra un archipiélago de las islas “Shetland del Sur”. Está compuesto por once islas principales, (Baja, Decepción, Elefante, Greenwich, Isla Nevada, Livingston, Mayo, Nelson, Rey Jorge, Robert y Smith) y otro conjunto de islas menores. Cabe mencionar que el archipiélago esta cubierto en un 80% de nieve, y tiene temperaturas máximas de 17°C y mínimas de -30°C.

Estas islas fueron avistadas por primera vez en 1819 por el capitán ingles William Smith, cuya embarcación se desvió al rodear Cabo de Hornos debido a los fuertes vientos y avisto por primera vez las islas de origen volcánico, la de mayor tamaño bautizada como “King George”, en honor al rey de Inglaterra.

Este conjunto de islas es considerado como una de las puertas a la Antártica, puesto que es el lugar mas cercano al continente, y mas importante aún, no es solamente hielo y nieve, tiene tierra, lo que facilita la construcción.

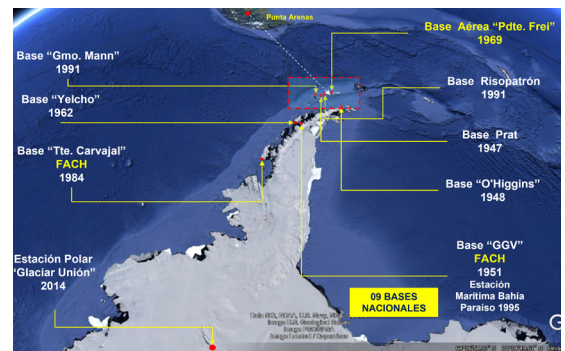
En el archipiélago se ubican 16 bases internacionales más refugios de menor tamaño, siendo la isla Rey Jorge la con mayor cantidad de bases (9), ya que tiene mayores facilidades en su ingreso, es la mas cercana al continente, la mas grande, se puede ingresar por vía marítima y aérea, ya que cuenta con un aeródromo público.



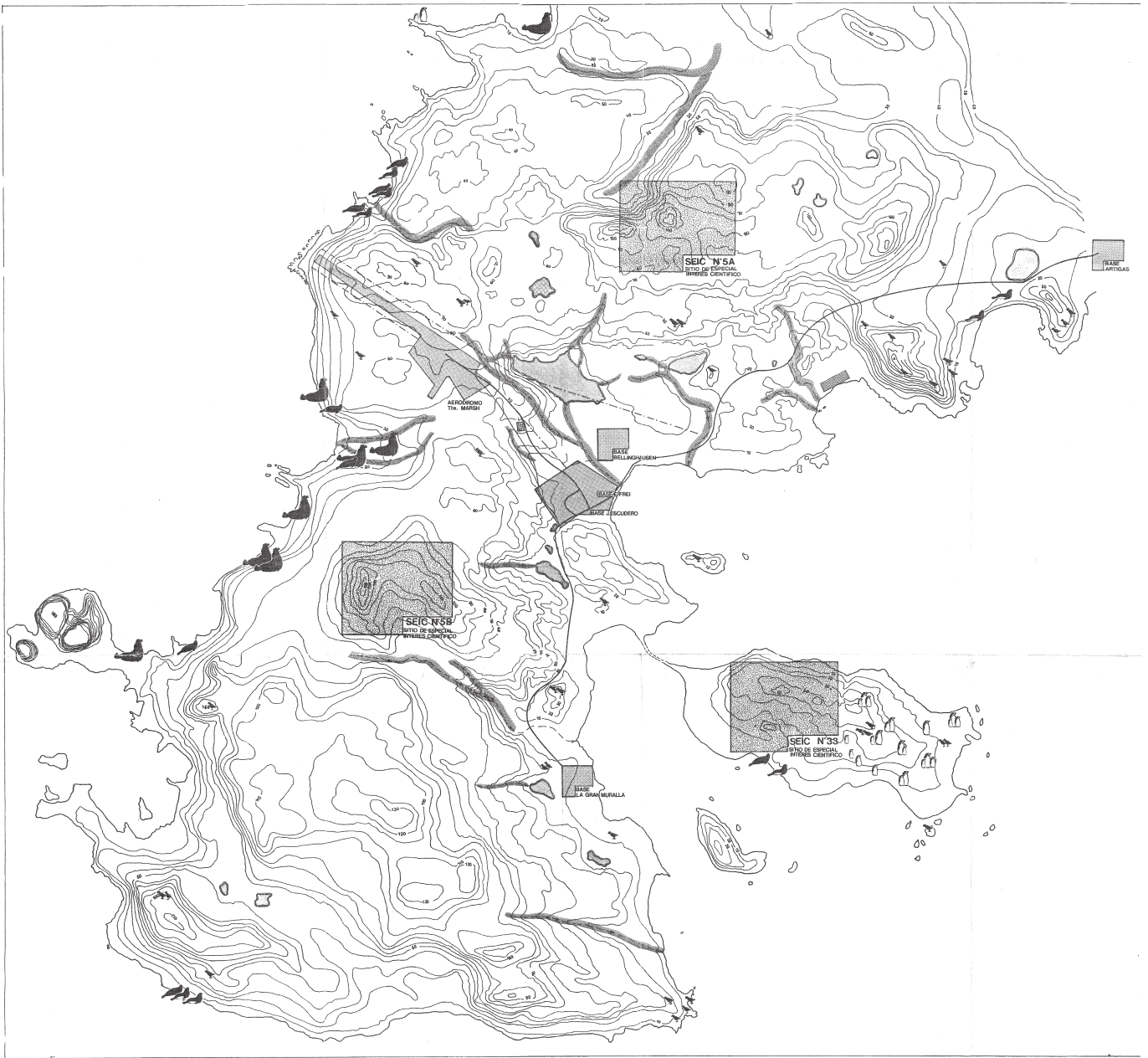
Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Villa Las Estrellas

Este fue un conjunto residencial en la Isla Rey Jorge inaugurado en 1984 en la base Presidente Eduardo Frei Montalva, para las familias de los oficiales de la Fuerza Aérea Chilena, de la Dirección Nacional Aeronáutica, Científicos y Profesores. Estaba compuesta por 14 módulos de viviendas e instalaciones para la vida, mercado, banco, escuela.

Esta villa dejó de estar activa en 2018 por seguridad, luego de un incendio en la base de la Armada en el mismo conjunto, que no pudo ser apagado debido a las bajas temperaturas, provocaron el congelamiento del agua y la imposibilidad de apagar las llamas, dejando que consuman la base hasta extinguirse.

Aún así esta villa dejó pequeños precedentes para la construcción en la Antártica. En los módulos de vivienda se tapó el espacio entre el suelo y el nivel de piso de las viviendas, ya que, este al ser de madera con las bajas temperaturas y una humedad promedio del 90%, se humedecía y el interior se enfriaba con facilidad, dificultando la calefacción y aumentando el gasto energético. Pero esto trajo mayores problemas, ya que, al cubrir este espacio, la nieve dejó de escurrir y comenzó a cubrir en gran porcentaje la vivienda.

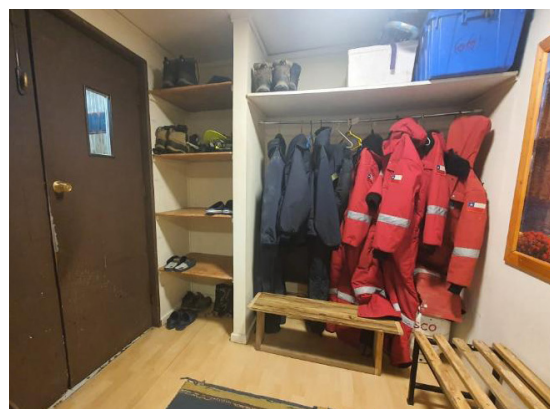
También la utilización de la madera en contacto directo con el exterior, considerando el clima extremo presente, que provoca un deterioro rápido de este material, teniendo que hacer mantenciones periódicamente.



Fuente: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130423_sociedad_villa_estrellas_aa



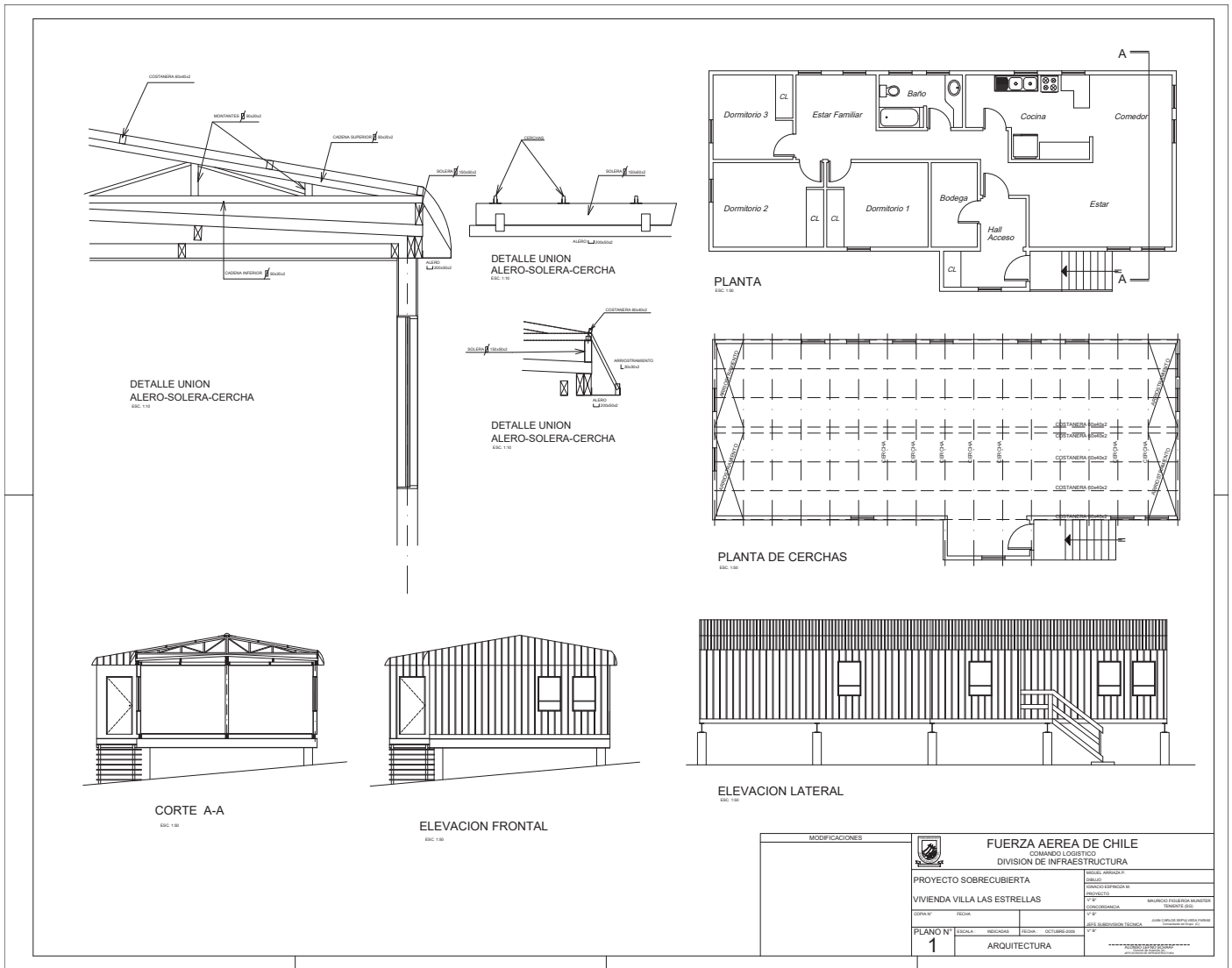
Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Bases Antárticas Chilenas

Chile tiene una gran posición estratégica en términos de logística en comparación al resto de los países para el ingreso al continente blanco, puesto que esta a una distancia de XXXKM y 2:30h por vía aérea. Convirtiéndose así el Estrecho de Magallanes en la principal entrada a la Antártica tanto nacional como internacionalmente. A nivel nacional se cuenta con 9 bases antárticas más refugios de menor tamaño. Estas las principales bases chilenas de hoy en día:

Comandante Arturo Prat

Ubicación: Isla Greenwich

Latitud: 62°28'43''S

Altitud: 59°39'48''W

Inaugurada en 1947 por la armada como estación meteorológica, fue la primera base antártica del país. Hoy funciona en conjunto con la INACH, tiene carácter permanente, 1500 m² y una capacidad para 30 personas.



Fuente: <https://www.latercera.com/noticia/base-chilena-la-antartica-sufre-vientos-380-kmh/>

Capitán Bernardo O'Higgins

Ubicación: Islote Isabel Riquelme

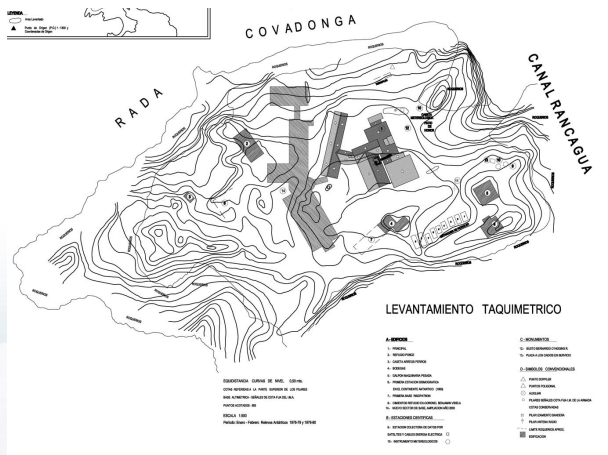
Latitud: 63°19'15''S

Altitud: 57°53'59''W

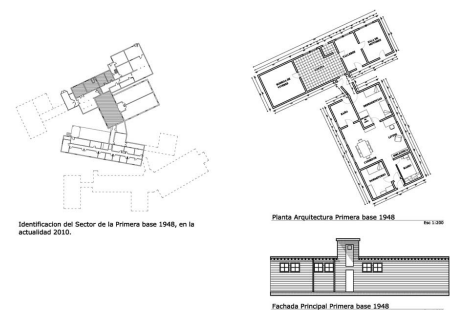
Inaugurada en 1948 por el ejército, desde 2012 es considerada un monumento histórico y funciona como base para la sismografía y la investigación. Es de carácter permanente, tiene 3000 m² y tiene una capacidad máxima para 60 personas.



Fuente: https://www.inach.cl/inach/?page_id=12696



http://recursos.tomascipriano.edu.co:8983/wikipedia_es_all_novid_2018-04/A/Base_General_Bernardo_O%27Higgins.html



http://recursos.tomascipriano.edu.co:8983/wikipedia_es_all_novid_2018-04/A/Base_General_Bernardo_O%27Higgins.html

Gabriel González Videla

Ubicación: Isla Greenwich

Latitud: 64°49'25"S

Altitud: 62°51'26"W

Inaugurada en 1951, lleva el nombre de quien fuera el primer mandatario del mundo en pisar suelo del continente blanco. Inicialmente administrada por la Universidad de Chile, pero traspasada a la brevedad a la FACH. Tiene m² 595 y funciona en verano, con capacidad de 15 a 23 personas y cumple funciones de investigación.



Fuente: https://www.inach.cl/inach/?page_id=12689

Frei Montalva

Ubicación: Isla Rey Jorge

Latitud: 62°12'00"S

Altitud: 58°57'48"W

Ubicada en la isla Rey Jorge, es la principal base Antártica Chilena, fundada en 1969, es la principal base del país, cuenta con la presencia de la Armada, INACH y FACH, siendo este último el principal organismo nacional en la base. Es de funcionamiento permanente, y es la principal entrada al continente blanco desde Punta Arenas, por lo que es la puerta a las demás bases y continente.



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Estación Polar Antártica (ILAIA)

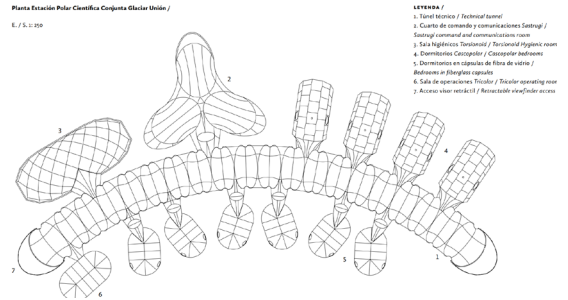
Latitud: 62°12'00"S

Altitud: 58°57'48"W

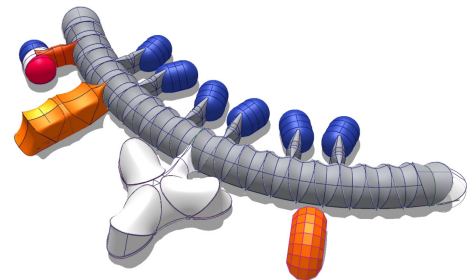
Ubicada en pleno Glaciar Unión, al interior del círculo polar antártico, inicialmente como la Estación Polar Teniente Arturo Parodi Alister (EPTAP) en Patriot Hills, y luego una expedición de casi 80 kilómetros, liderada por el Coronel Figueroa, esta fue reubicada y reinaugurada en 2014, en el Glaciar Unión, con capacidad de 50 personas. Funciona solamente en periodo de verano, debido a las fuertes condiciones climáticas y a su ubicación cercana al polo sur geográfico, que dificulta la accesibilidad.

Se forma un conjunto de carpas habitacionales y un túnel principal que sirve para la conexión entre módulos de labores científicas, cocina, etc. Es diseñado con el fin de resistir los fuertes vientos (300km/h), por lo que utiliza la nieve como un material para generar pesos y ayudar a esto, ya que su estructura es ligera. Esta es modular de seis arcos de acero circular de 2 metros de radio y un ángulo de rotación de 240 grados, membranas de doble cobertura de PVC reforzado con fibras de poliéster, policarbonato monolítico de 4mm, tratamientos para la protección de la capa de ozono y la radiación UV para la constante luz. Estas medidas se adecuan al transporte en los aviones Hércules C-130, para facilitar las rutas de transporte utilizadas.

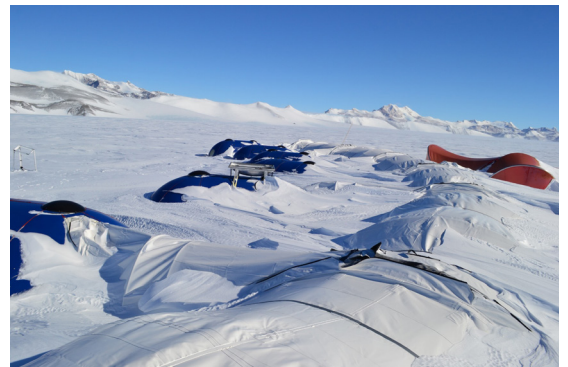
Al momento de ser reposicionada en el Glaciar Unión, fue renombrada como "ILAIA", palabra del idioma Yagán y significa "mas austral que el sur". También en esta reubicación, fue posible comprobar la sustentabilidad a lo largo de el ciclo de vida de esta base, la que en un principio fue posible montarla, utilizarla, desmontarla, para su transporte y nuevo montaje, esta solamente dejo sus huellas marcas en la nieve y ningún residuo.



Modelo 2D Eptap - ILAIA, estación polar científica glaciar unión. M.Bernal, P.Taylor, F.Valdivia



Modelo 3D Eptap - Etación Polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

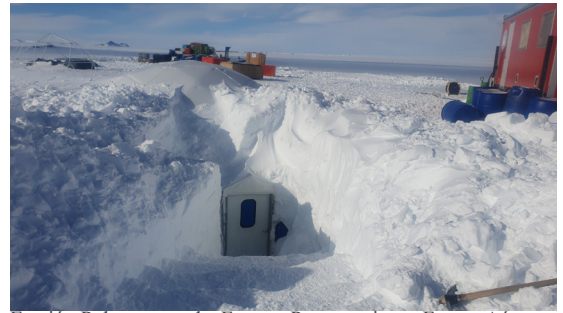


Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Administradas por la FACH y utilizadas para la investigación y turismo. Debido a las condiciones climáticas y sus limitaciones espaciales, no es posible su uso permanente, pues las carpas habitacionales resisten un máximo de 40°C bajo cero, y con la ayuda de energía en las noches de verano están aclimatadas a 0°C. Por lo que no es posible habitarlas en invierno, ya que las temperaturas pueden llegar a ser menores a -80°C. La columna principal no cuenta con sistemas de aclimatación, ya que cumple un rol de conexión y no estadia. Esta también genera un menor gasto energético, es de peso ligero y es económica en relación a otras bases. Debido a las agresivas condiciones climáticas del invierno polar, es necesario volver a habilitarlas para su uso en cada expedición, ya que se encontrarán bajo nieve por los fuertes vientos.

Solo es posible llegar vía aérea, en una pista de hielo azul para el aterrizaje, a 9 km de la base y una pista de nieve compactada en el terreno. Está a más de 1000 kilómetros de la costa, por lo que la vía terrestre es insostenible ya que se debería soportar vientos, frío y episodios inesperados.

Esta base es importante a nivel nacional ya que el sector del Glaciar Unión es solo reclamado territorialmente por Chile, por lo que implica soberanía nacional y creación de nuevo conocimiento científico para la glaciología, microbiología, y otras ciencias.



Etación Polar enterrada. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Estructura y armado Eptap - Etación Polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Estructura y armado Eptap - Etación Polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

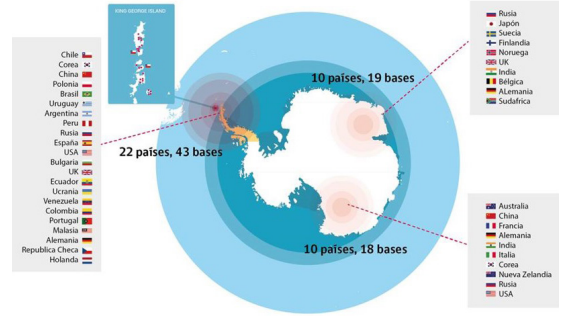


Vista aérea Etación Polar (ILAILA). Fuente: ILAILA, estación polar científica glaciar unión. M.Bernal, P.Taylor, F.Valdivia

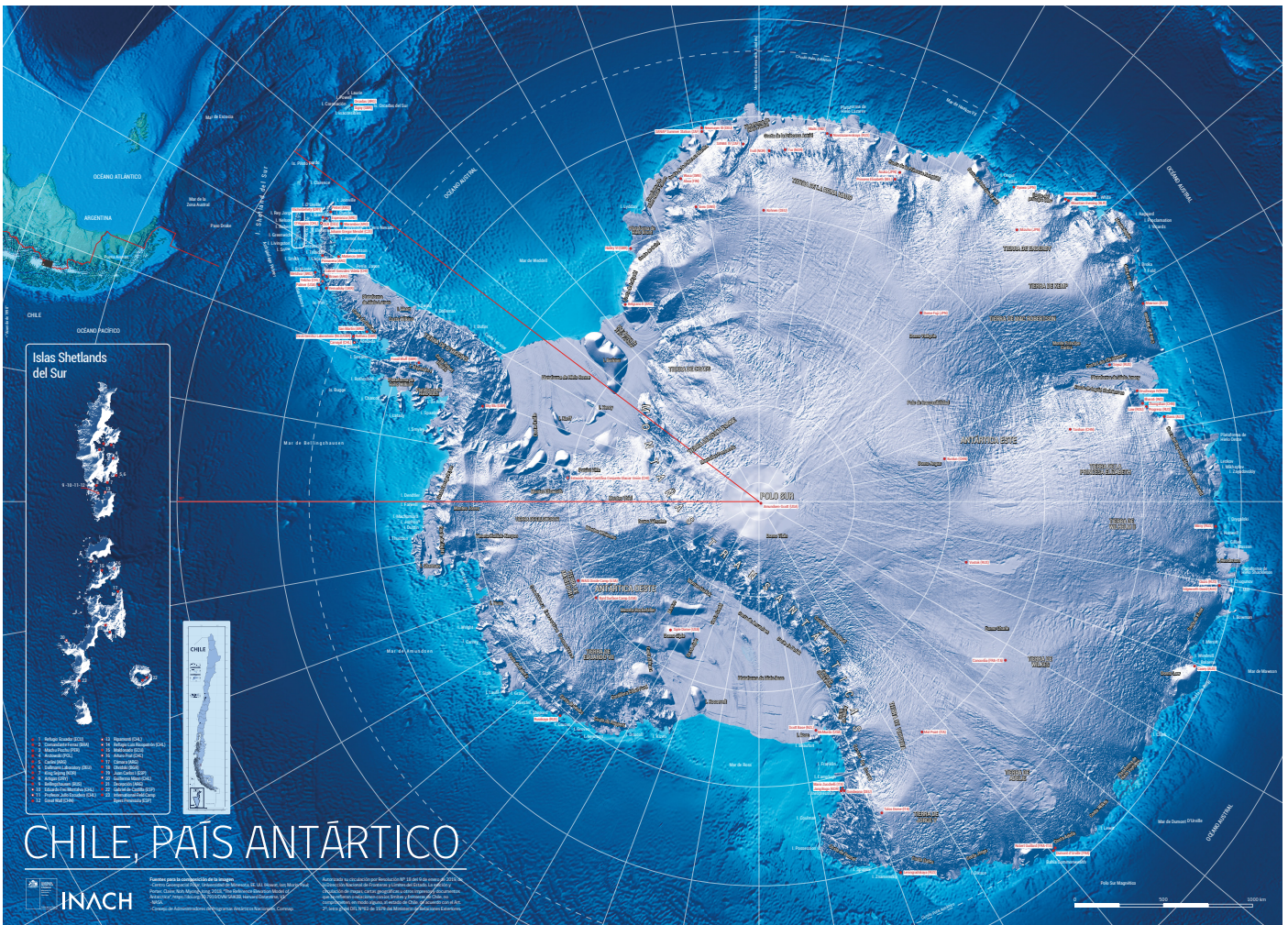
Referentes Bases Bases Internacionales

Existen alrededor de 80 bases de 42 países, estas pueden ser tanto de carácter estivales como permanentes, y localizadas a lo largo de la antártica, la mayoría en las zonas costeras, ya que existen mayores facilidades en el transporte, habitabilidad, comunicaciones, etc.

A continuación se presentan algunas bases existentes, las cuales fueron elegidas ya que estan al interior del continente y no en la península, a su caracter innovador, a que en su mayoría son de estadía permanente y a que estas representan una variedad de tipologías recientes de bases antárticas.



Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



QUEEN ELIZABETH – BÉLGICA

Latitud: 79°56'59.5"S

Altitud: 23°20'48.8"E

Esta base fue fundada en 2009 y se encuentra ubicada al pie de las montañas Sør Rondane y a 220 kilómetros de la costa antártica, tiene capacidad para 40 personas como máximo, 3 niveles, 1800m², y su funcionamiento es principalmente científico y solo en época estival, pero es controlada remotamente en invierno.

Se caracteriza por ser la primera base antártica del mundo en ser considerada como una estación de cero emisiones. Esto, ya que fue construida con técnicas sustentables y utiliza fuentes de energías verde. Cuenta con un centro para la energía eólica, paneles solares, fotovoltaicos y una planta para la reutilización de las aguas y su apropiado tratamiento. Aunque también utiliza sistemas de energía convencionales.

Su estructura es de módulos de madera laminada y recubierta por acero inoxidable en el exterior, y elevada para permitir el paso de la nieve con los vientos.



<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-233634/princess-elizabeth-antartica-la-primera-estacion-de-investigacion-cero-emisiones-en-la-antartica>



Fuente: <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/arquitectura-y-construcciones-en-zonas-de>

TAISHAN – CHINA

Latitud: 73°51'50"S

Altitud: 76°58'27"E

Fundada en 2014, y ubicada en el sector Tierra de la Princesa Elizabeth. Es de carácter estival, cuenta con 710 m², y con capacidad para 20 personas y esta dedicada a la investigación principalmente de geología, glaciares y cambio climático.

Esta base destaca por su forma, circular que se asemeja a un templo chino, pero que en realidad es funcional, al estar elevada y su forma circular ambas sirven para evitar la acumulación de nieve y el control del viento.



Fuente: <https://www.elmundo.es/ciencia/2014/02/11/52f9302822601dd0408b4577.html>

HALLEY VI – UK

Latitud: 75°34'24.56"S

Altitud: 25°28'1.05"W

Esta base fue inaugurada en 2012, y consta de ocho módulos, siete azules y uno rojo. Estos en forma de tren e independiente uno de otro, para así facilitar el mantenimiento, identificación de fallas y movimientos. Es de uso permanente durante todo el año, tiene 2000 m² y capacidad máxima para 52 personas, dedicada a la investigación sustentable.

Cada módulo esta dedicado a una función diferente, por lo que el programa se divide en 8 áreas, siendo el módulo rojo el más grande y dedicado al esparcimiento o recreación, ya que al ser una base permanente el factor psicológico juega un rol importante en los habitantes.

Los módulos estan estructurados por jaulas de acero inoxidable, en el interior con paneles traslucidos de nanoaerogel, y su exterior por paneles de plástico reforzado, diseñado para mantener el calor interior, con el mínimo de fugas y ventanas que permiten el acceso de luz natural. Estos módulos están sobre pilares hidráulicos diseñados para levantar la base y evitan la acumulación de nieve y en caso de inconvenientes, cuentan con skis para facilitar el desplazamiento y reubicación de estos, ya que en bases inglesas anteriores se han hundido en nieve sin la posibilidad de desplazamiento ni recuperación.



<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/935644/en-la-antartida-la-arquitectura-se-esta-calentando>

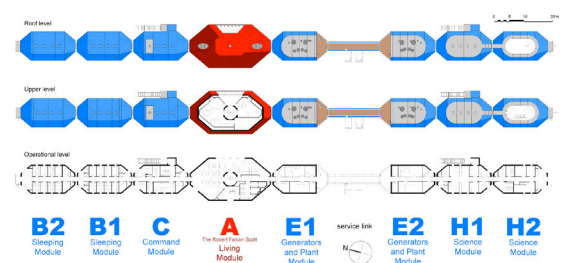


Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-233866/arquitectura-extrema-en-la-antartica-hugh-broughton-architects>



Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/estacion-de-investigacion-en-la-antartida-halley-vi>

Halley VI Research Station - Layout



Fuente: <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/arquitectura-y-construcciones-en-zonas-de>

JANG BOGO – COREA DEL SUR

Latitud: 74°37'38"S

Altitud: 164°14'16"E

Esta base fue inaugurada en 2014 para la exploración e investigación del sector oeste de la antártica en conjunto con la base coreana King Sejong. Fue planificada en círculos de manera funcional pensada para reducir el uso de espacios exteriores, posicionando estructuras secundarias alrededor del edificio principal. Consta de dos edificios para servicios, energía y transporte; cuatro estructuras de observatorio y la edificación principal.

El edificio principal consta de 4 módulos. Dos de dormitorios, uno de recreación y alimentación y uno de laboratorios.

También la estructura principal está diseñada de manera que corte la presión en el enfrentamiento a los fuertes vientos, emulando la forma de un jet. Esto junto con pequeños desniveles en la textura de la base, para lidiar con la acumulación de nieves, ya que su forma no es favorable para esto.



Base Jang Bogo. Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38652856>



Imagen objetivo Base Jang Bogo. Fuente: Ministerio Coreano de mar y pesca

TIPOLOGÍAS BASES

De los ejemplos anteriores podemos encontrar 4 tipologías diferentes de bases antárticas que existen alrededor del continente. Estas diferentes a la gran mayoría, que se encuentra en la península antártica.

1.- Base tipo tren. Es la tipología mas común entre las bases modernas situadas al interior del continente

Ventajas:

- Independencia entre módulos
- Reacción ante vientos

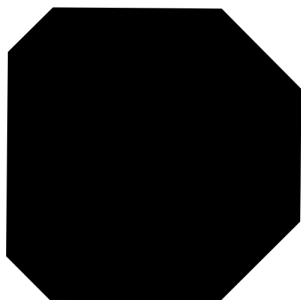
Desventajas:

- Distancias a recorrer internas
- Comunicaciones
- Uso de energía (aumento perimetro en relación a la superficie, haciendola ineficiente)



Elaboración propia

2.- Base tipo comprimida. Segunda tipología mas común al interior del continente



Elaboración propia

Ventajas

- Reacción ante acumulación de nieve
- Eficiencia energética
- Circulación interna

Desventajas:

- Reacción ante vientos
- Dependencia de 1 modulo ante emergencias

3.- Base tipo cuncuna. Tipología única chiena que destaca por su gran interioridad en la Antártica



Elaboración propia

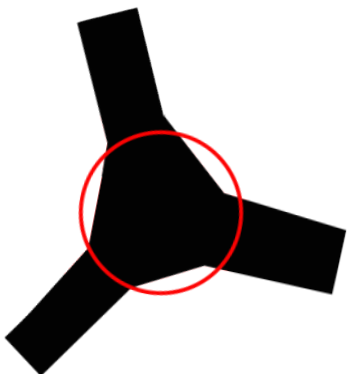
Ventajas

- Ligereza
- Uso de recursos naturales
- Cambio de espacios (posibilidad de cambiar piezas en gris de acuerdo a necesidad)
- 0 contaminación montaje y esmontaje
- Facilidad de transporte

Desventajas:

- Reacción ante acumulación de nieve
- Temporalidad
- Limitación de espacios
- Preparación ante emergencias

4.- Base tipo mixta. Tipología mas reciente y vanguardista, mezcla las tipologías de tren y comprimida



Elaboración propia

- Ventajas**
- Reducción uso de espacio
 - Reacción ante vientos
 - Evacuación rápida
 - Conexión entre módulos con módulo articulador

- Desventajas:**
- Uso de energía
 - Acumulación de nieve

A continuación dos ejemplos de cada tipología:

Tipo Tren:



“Halley VI”
UK

Fuente: <https://vaventura.com/divulgacion/ciencia/halley-vi-una-base-cientifica-movimiento-hielo-la-antartida>



“Sanae IV”
Sudafrica

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/16383004@N07/5285776912>

Tipo Comprimida:



“Taishan”
China

Fuente: <http://www.ecns.cn/hd/2018-12-27/detail-izccnsu7720901.shtml>



“Princess Elizabeth”
Belgica

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

Tipo Mixta:



“Juan Carlos I”
España

Fuente: <http://www.utm.csic.es/>



“Jang Bogo”
Corea

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/935644/en-la-antartida-la-arquitectura-se-esta-calentando>

Tipo Cuncuna:



“ILAILA”
Chile

Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/750204/estacion-polar-teniente-arturo-parodi-arqze-arquitectura-de-zonas-extremas>

HABITAR

A pesar de que el habitar en la ciudad tiene complejidades de diferentes naturalezas como, relaciones interpersonales, movilidad o el confort de un edificio; el habitar en la Antártica presenta un nivel superior de dificultad, ya sea por su geografía, clima, desplazamientos, vínculos, reglas o independencia.

Existen tres dimensiones en este habitar, las cuales dependiendo de las circunstancias y planificación pueden afectar negativa o positivamente al habitante, estas son: Clima, Persona y Espacio.

Por lo que no está demás recalcar el desafío que representa el habitar este continente de manera permanente o por un tiempo prolongado, diferente al turismo en donde se tienen mayores facilidades y generalmente se da por un par de días.

El compartir un espacio delimitado con las mismas personas por periodos de tres meses a un año, implica una preparación previa física y psicológica que pruebe que una persona esté apta para la convivencia en estas condiciones, ya que el posible estrés generado es mayor a casi cualquier situación cotidiana en las ciudades. Esto para probar la compatibilidad de las personas elegidas junto con su capacidad de adaptación al medio y seguir a la disposición del trabajo, esto ya que en ocasiones se debe compartir habitaciones entre dos, tres cinco o mas personas dependiendo de las condiciones que ofrece el espacio con una limitada privacidad y en un ámbito general compartir cada actividad del día a día con las mismas caras. Adicionalmente a esto está la tolerancia al frío y a las severas condiciones climáticas, a comer lo mismo por meses, utilizar la misma ropa por 3 o 4 días, enfrentar la soledad tanto espacial como espiritual, reaccionar ante emergencias y estar disponible para brindar ayuda



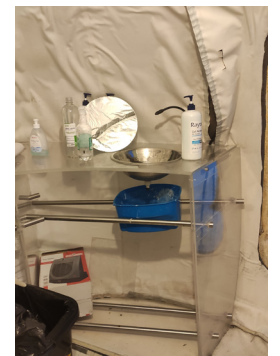
Inicio desentierro estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Desentierro estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Ejemplo habitación estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Baño estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

cuando sea necesario. Todos estos forman una sumatoria de factores contradictorios para la sobrevivencia del individuo antártico, que deben ser sorteadas para el bienestar común.

Es de importancia hacer énfasis en el aprendizaje desde expediciones anteriores y experiencias de otros. A modo de ejemplo, en la expedición de 2013 al cambiar de ubicación la EPTAP desde Patriot Hills al Glaciar Unión, no se registraron complicaciones mayores con las bajas temperaturas ni problemas oculares por problemas de la luz solar, como comúnmente lo son la queratitis solar (ceguera de las nieves) o hipotermia, lo que indica un buen uso de vestimenta y antiparras; también en cuanto a los resfríos, fueron mucho mayores a lo esperado, en donde a pesar de existir un aislamiento previo para prevenir infecciones, se detectaron diez casos de rinofaringitis, para los cuales si se disponía de fármacos apropiados. Estos casos se dieron al estar en contacto con turistas de la empresa ALE. Existieron lesiones al momento de trabajo (montaje / transporte) de la estación, por malos movimientos, las cuales se pudieron tratar, menores a lo esperado debido a la previa preparación física y presentaciones de médicos describiendo lesiones ocasionadas por el clima y medidas de prevención. No se registraron problemas psicológicos ya que existía una preparación previa y personal con experiencia antártica con conocimiento de las condiciones. Tampoco eventos de deshidratación, ya que existía una metodología de trabajo con pausas de hidratación con bebestibles calientes y también una toma de precauciones anteriores a la expedición, efectuando evaluaciones médicas, psicológicas, dentales y entrenamiento apropiado.

“No existe otra manera de operar en la profundidad. No es solamente arribar, sino que también tener la capacidad para mantenerse y sostenerse” - Coronel Miguel Figueroa, entrevista radio ADN 2021



Comedor estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Oficina estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Enfermería estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Gráfico N°3: Distribución de atenciones según diagnóstico.

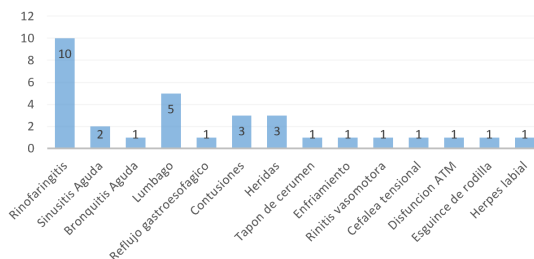
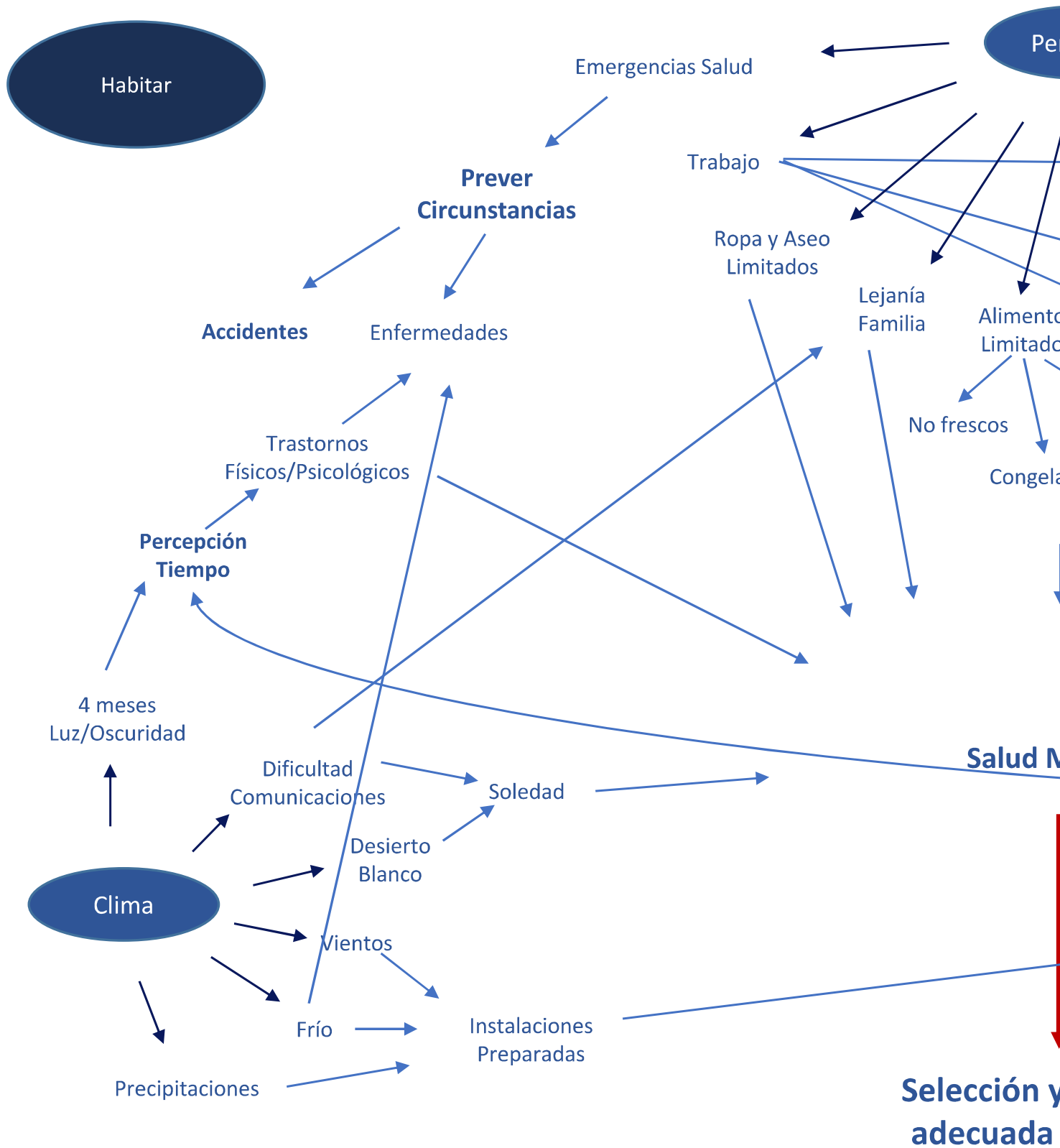


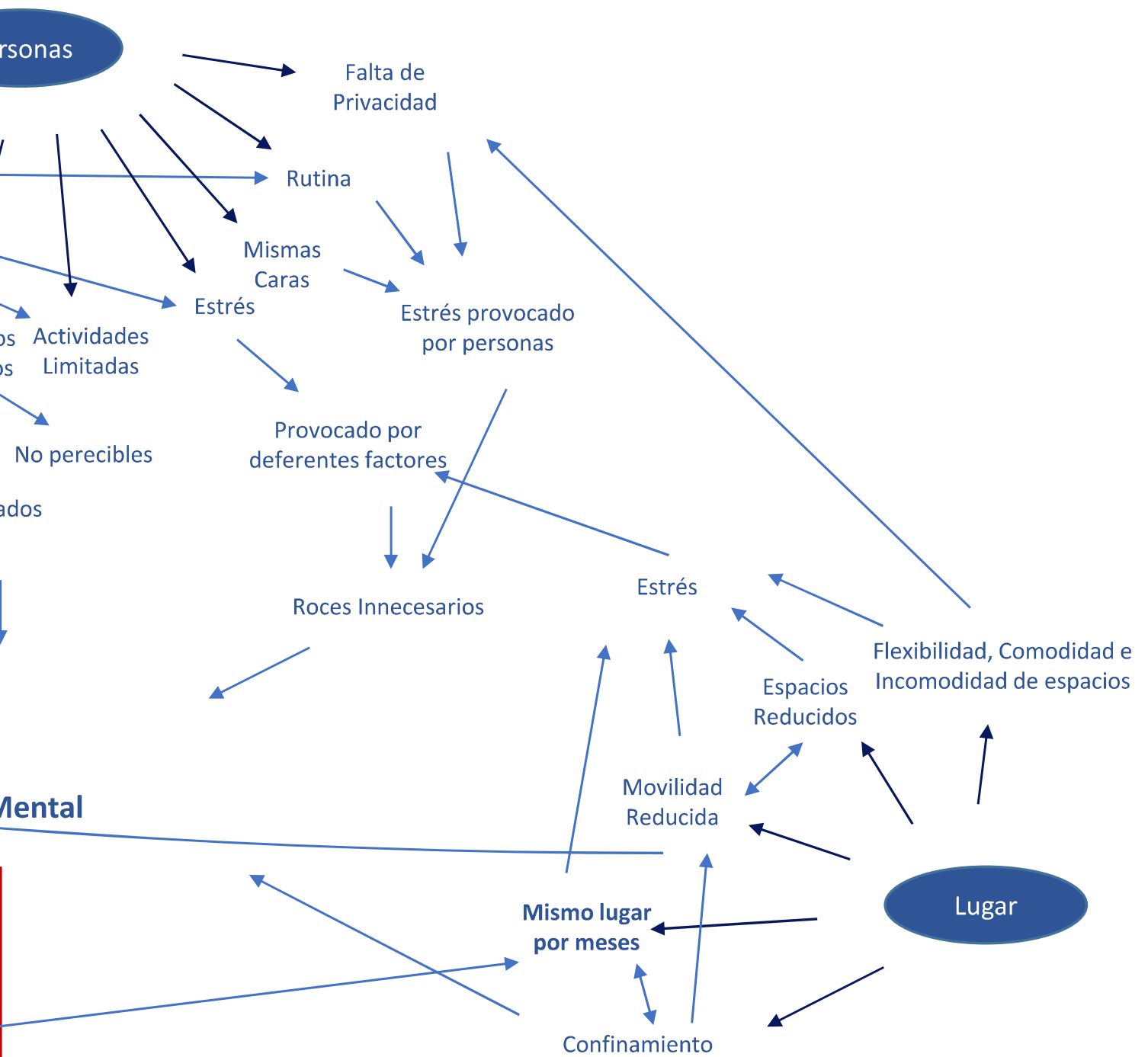
Gráfico enfermedades expedición 2013. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

En los siguientes mapas conceptuales se muestran de manera general posibles consecuencias básicas para la construcción. Aquí la importancia de la experiencia y preparación rigurosa tan-



Fuente: Elaboración Propia

del habitar en el polo sur, en los tres tópicos se llega a resultados similares junto con factores to física como psicológica para las expediciones a lo profundo del Continente Blanco



Preparación de personas



Capítulo 3 - Clima y Naturaleza Antártica



Fuente: A penguin's Life - Camille Seaman, 2016



CLIMA

El clima en la Antártica no es conocido por el más apto para la vida, al contrario, es el continente con el clima más duro y frío del mundo, con condiciones adversas para la supervivencia del ser humano.

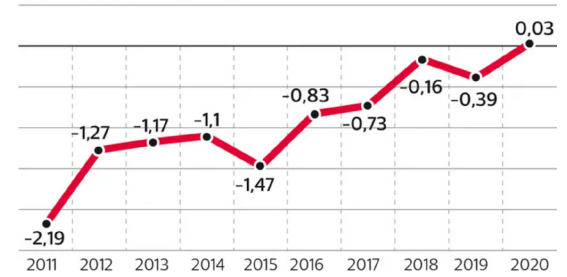
Posee dos climas, Desértico Polar, en el 98% de su superficie, característicamente frío, seco y con escasas precipitaciones, siendo la nieve su principal forma de manifestación y Polar Oceánico, presenta el 2% de su superficie, en las costas, lo que debido a la presencia del mar lo hace más húmedo y menos frío (temperaturas de 0°C a -30°C) promediando 100mm de precipitaciones de nieve al año, equivalentes a 30mm de agua (INACH, 2010). Es más, esto lo convierte en el continente más árido del mundo.

En la zona peninsular, hay un promedio de $-62,9^{\circ}\text{C}$ en invierno y -15°C en verano, condiciones que a pesar de ser inhóspitas en comparación a la ciudad, son consideradas cálidas en comparación a las temperaturas en la Antártica profunda, con un promedio de -80°C en invierno y -45°C en verano. La mínima temperatura registrada es de $-89,2^{\circ}\text{C}$ en la estación rusa Vostok en 1983. También en ocasiones, vientos que por diferencias de alturas, temperaturas y presiones pueden superar los 350km/h, que generalmente vienen del este. En la zona peninsular pueden alcanzar los 100km/h.

Para enfatizar lo que significan estas velocidades, según la escala de Beaufort, para medir la fuerza del viento, un huracán promedio alcanza 133km/h, y esta escala termina en el nivel 17, con velocidades que superan los 203km/h.

“Con ventiscas de nieve que nublan la vista a menos de un metro de distancia, mares congelados que frenan el paso de los barcos y aviones que apenas traen suministros una vez al mes” (Aradas, BBC Mundo, 2013)

Temperatura máxima promedio
Enero-agosto por año, en $^{\circ}\text{C}$



Temperaturas máximo promedio isla Rey Jorge. Fuente: AntárticaCL/Usach/DMC



Estación Vostok. Fuente: <https://www.abc.es/ciencia/20130721/abci-grados-bajo-cero-julio-201307181445.html>



Ejemplo visibilidad en Glaciar Unión. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Estas adversas condiciones, se deben a que la tierra tiene una inclinación de $23,5^\circ$ sobre su propio eje, responsable de la existencia de las estaciones del año, y diferentes duraciones de día y noche. La antártica al estar al extremo sur con una latitud 90°S en el polo sur, (considerando la latitud como la distancia en grados a la línea del ecuador) Glaciar Unión estando en las coordenadas $79^\circ 45' \text{S} / 83^\circ 24' \text{W}$.

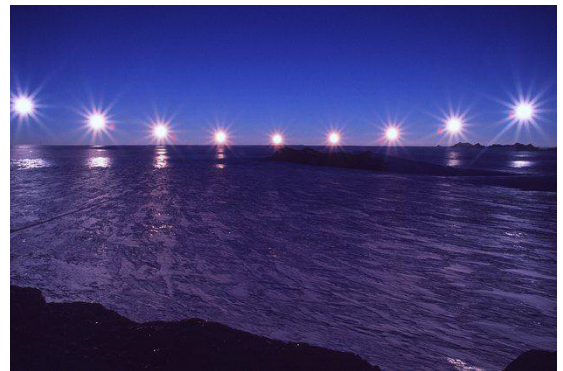
Es por causa de esta inclinación que en el polo sur (también norte) existen solo dos estaciones, invierno y verano de seis meses cada una, ambas dificultan el habitar al tener una cuatro meses de oscuridad, fenómeno conocido como “noche polar” y la otra cuatro meses de luz, día polar. Debido a que los rayos solares no llegan o llegan permanentemente, es decir, 24 horas de noche y 24 horas de día, ambas por 4 meses cada año.

En verano la gran dificultad es la luz, que al estar presente de manera permanente, puede dificultar el sueño y provocar desordenes al habitar, pero en invierno es donde se hacen presentes condiciones climáticas más inhóspitas la carencia de luz puede afectar profundamente de manera psicológica sumado a las bajas temperaturas, temporales de viento y nieve, falta de comunicación con el exterior y movilidad estos son factores importantes a tomar en cuenta al momento de habitar del polo sur.

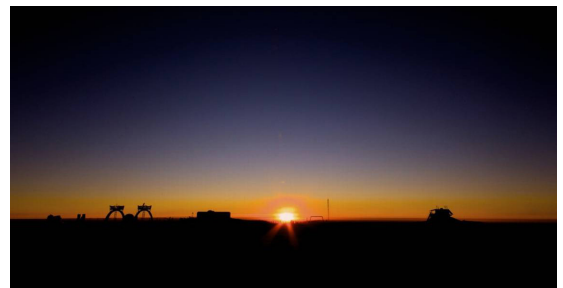
“Tenia mi ipod preparado con Here comes the sun ... una de las vistas más impresionantes fue ver de nuevo la luz del sol a través de una ventana. Nunca lo olvidaré”. – Alexander Kumar, medico investigador británico, 2012



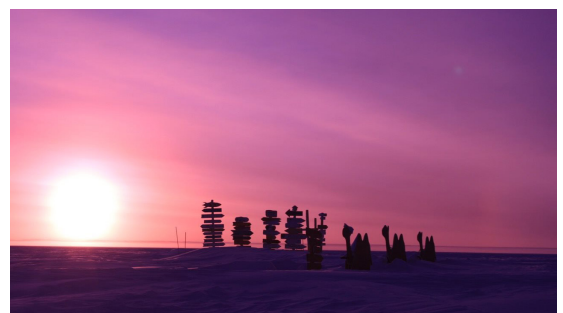
Explicación grafica invierno y verano polar. Fuente: <https://elcinturondeorion.com/2020/09/29/las-estaciones-del-año/>



Solsticio de verano 21 de diciembre. Fuente: ONG Agenda Antártica, 2018



Vuelta del sol luego de la noche polar en Estación Concordia. Fuente: <https://www.24horas.cl/tendencias/salud-bienestar/amanece-en-la-antartica-cuatro-meses-despues-273943>



Vuelta del sol luego de la noche polar en Estación Concordia. Fuente: National Geographic España

CALENTAMIENTO GLOBAL, FLORA Y FAUNA

A pesar de las abruptas temperaturas, existe gran diversidad de flora y fauna en el continente blanco. En las profundidades de este no existen seres de mayor tamaño, sino una gran variedad de ecosistemas de microorganismos en el hielo y nieve, los cuales son de gran interés científico principalmente para la microbiología y la glaciología.

En las zonas costeras y en la península existe una inmensa riqueza en cuanto a flora y fauna que la habitan en compañía del océano austral, como algas marinas, moluscos, crustáceos 18 especies de pingüinos, 9 de ballenas, 5 de focas, elefantes de mar, aves, peces que habitan a diferentes profundidades, etc.

La Antártida al tener temperaturas tajantemente frías congela el mar en la costa cada invierno, llegando a crecer hasta 20 millones km² y en verano retrocediendo 4 millones de km² aproximadamente. Hoy en día, el área que se congela es menor, mientras que en verano la superficie de hielo que se derrite es mayor. Por lo que poco a poco el hielo polar se derrite. Esta reducción del hielo antártico se explica ppor el calentamiento global que sufre el planeta.

El calentamiento global está actuando de manera antagonista en este cuadro, ya que a pesar del aumento de 1,1°C en la tierra, la temperatura aumenta de manera desigual en diferentes lugares, siendo la Antártica el mas afectado, aumentado 5 veces más rápido que el promedio mundial, debido al derretimiento del hielo y nieve, como afirma T.Slater investigador antártico de la universidad de Leeds (CNN, 2021).



Foca de Weddell, baño en hielo. Fotografía de Laurent Ballesta

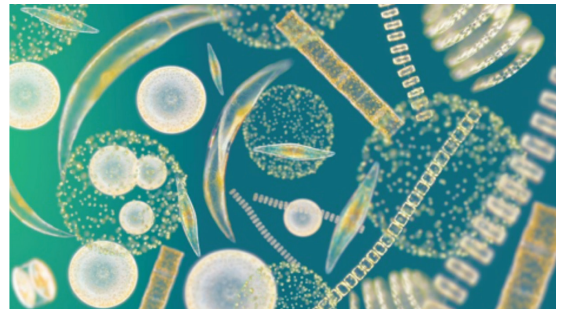


Pingüinos Emperadores en busca de Krill. Fotografía de Laurent Ballesta



Derretimiento del hielo Antártico. Fotografía de Camille Seaman

Esto afecta notoriamente a toda la cadena alimenticia del polo sur, ya que el pilar de esta cadena es el “Fitoplancton”, un microorganismo que crece bajo el hielo haciendo fotosíntesis y captando el exceso de dióxido de carbono para producir energía, siendo capaz de vivir tanto en la luz como en la oscuridad. (INACH, 2011) Este es el principal alimento del “Krill”, un crustáceo fundamental para la alimentación de Ballenas, Pingüinos, focas y aves. Al verse disminuido el hielo, inicia una cadena afectando al Krill, luego, pingüinos, peces, ballenas, etc. Esto sin considerar el daño que causa directamente el aumento de temperaturas directamente en los animales de mayor tamaño, con notables disminuciones en sus poblaciones.



Fitoplancton. Funete: Vernet, M., & Cape, M. R. (2019). Ecosistemas marinos antárticos después del rompimiento de barreras de hielo

“Lo que he visto desde 2016 hasta ahora, es como un lugar totalmente diferente ... hay lugares donde nunca, nunca había visto el suelo. Siempre estuvo cubierto de nieve. Y ahora es solo lodo y rocas”

“Había miles y miles de estos pingüinos en apuros porque estaban muy acalorados y no había nieve, buscaban cualquier trozo de nieve o hielo para tumbarse”. Camille Seaman, 2021– Fotografía Antártica.

Aquí la importancia del cumplimiento de los tratados, minimizar el impacto humano y proponer una construcción sustentable en el continente blanco, todo el ciclo de la vida de cada nueva base, estación o refugio debe ser rigurosa en términos de emisiones y contaminación al medioambiente, desde su diseño, transporte, montaje, uso y desmontaje, respetando a la flora y fauna presente.



Krill. Fotografía de Ingo Arndt, minden pictures



Los pingüinos de Adelia intentan combatir el calor en la isla de Paulét.. Fotografía de Camille Seaman

Capítulo 4 - Glaciar Unión



Soledad del Glaciar Unión. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

SOBRE EL GLACIAR

Ubicado en lo profundo de la Antártica, próximo a las Montañas Ellsworth se encuentra el Glaciar Unión con coordenadas: 79° 45' S; 82° 30' W y a 1080km del polo sur geográfico, en una zona en donde predomina la existencia de glaciares, siendo uno de los diez presentes. Presenta condiciones interesantes científicas, geográficas y políticas. Es un foco de atracción para investigaciones en cuanto a cambio climático, glaciología, microbiología, meteorología y científicos de otras disciplinas.

Se puede llegar solo por vía aérea, ya que debido a su lejanía con la costa antártica, a más de 1800 kilómetros, hace imposible el traslado terrestre, por la falta de rutas, terreno montañoso, hielo, nieve, temperaturas, contaminación posible, etc. Una condición favorable para el aterrizaje es la existencia de una pista de hielo azul, que a pesar de las constantes precipitaciones en forma de nieve, se mantiene limpia y plana en consecuencia de los fuertes vientos (hasta 350km/h) que barren con la acumulación de esta y despejan el terreno formando una pista ideal para el aterrizaje en el hielo.

Es por esta razón que la actual estación polar se encuentra a 9km de la pista, en donde la fuerza del viento a pesar de seguir siendo intensa, se ha debilitado lo suficiente como para permitir su existencia.

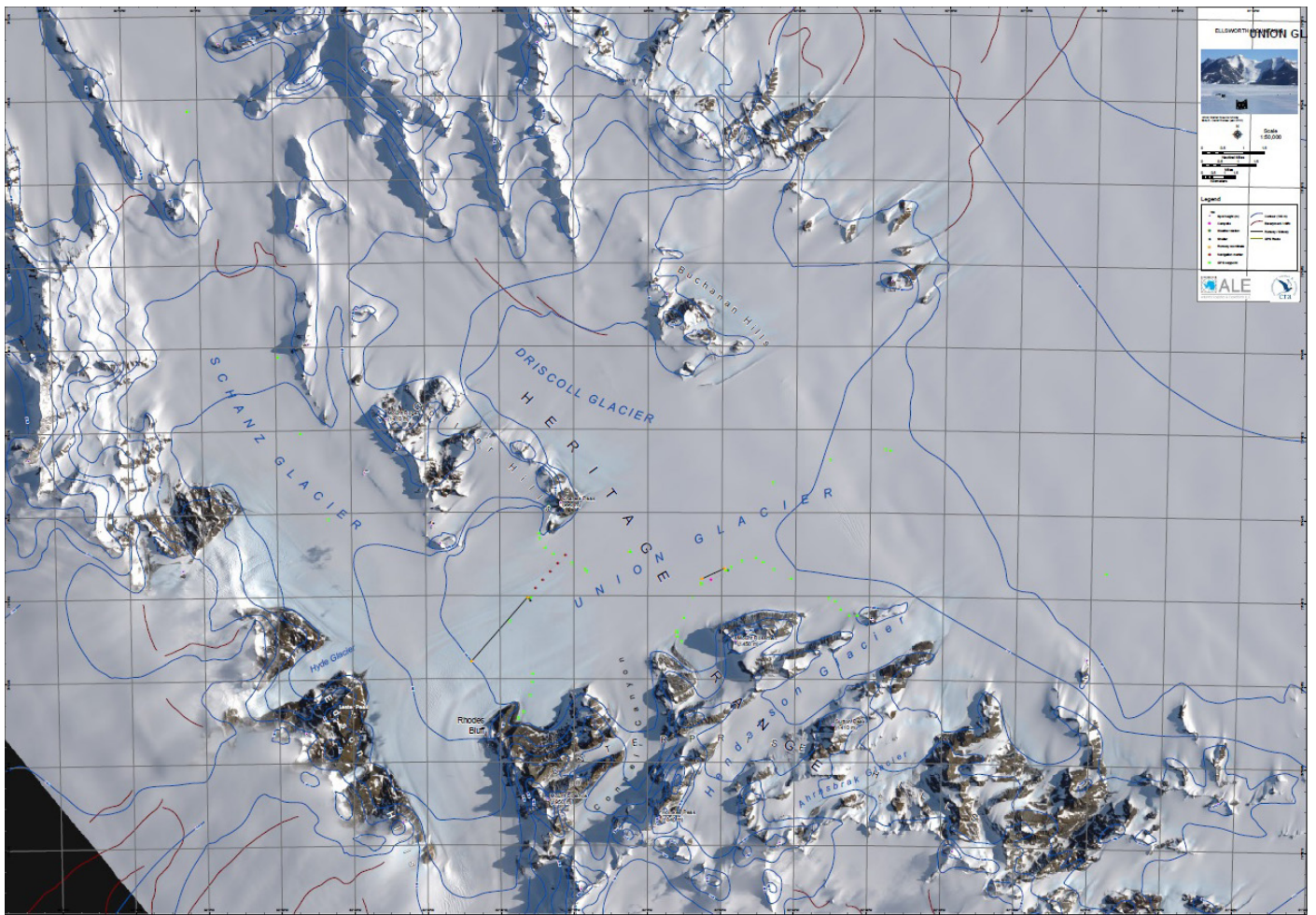
En cuanto a la construcción en él, esta debe ser sobre hielo, ya que, la tierra está bajo una capa de 2 a 5 kilómetros de hielo, dependiendo del lugar y en las montañas Ellsworth es imposible construir, ya que debido a la presencia de fuertes vientos (a más de 300 km/h) pequeñas rocas pasan a ser proyectiles que impiden la realización de actividades cuando sopla el viento y dañarían la estructura.



Glaciar Unión y Montes Ellsworth. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

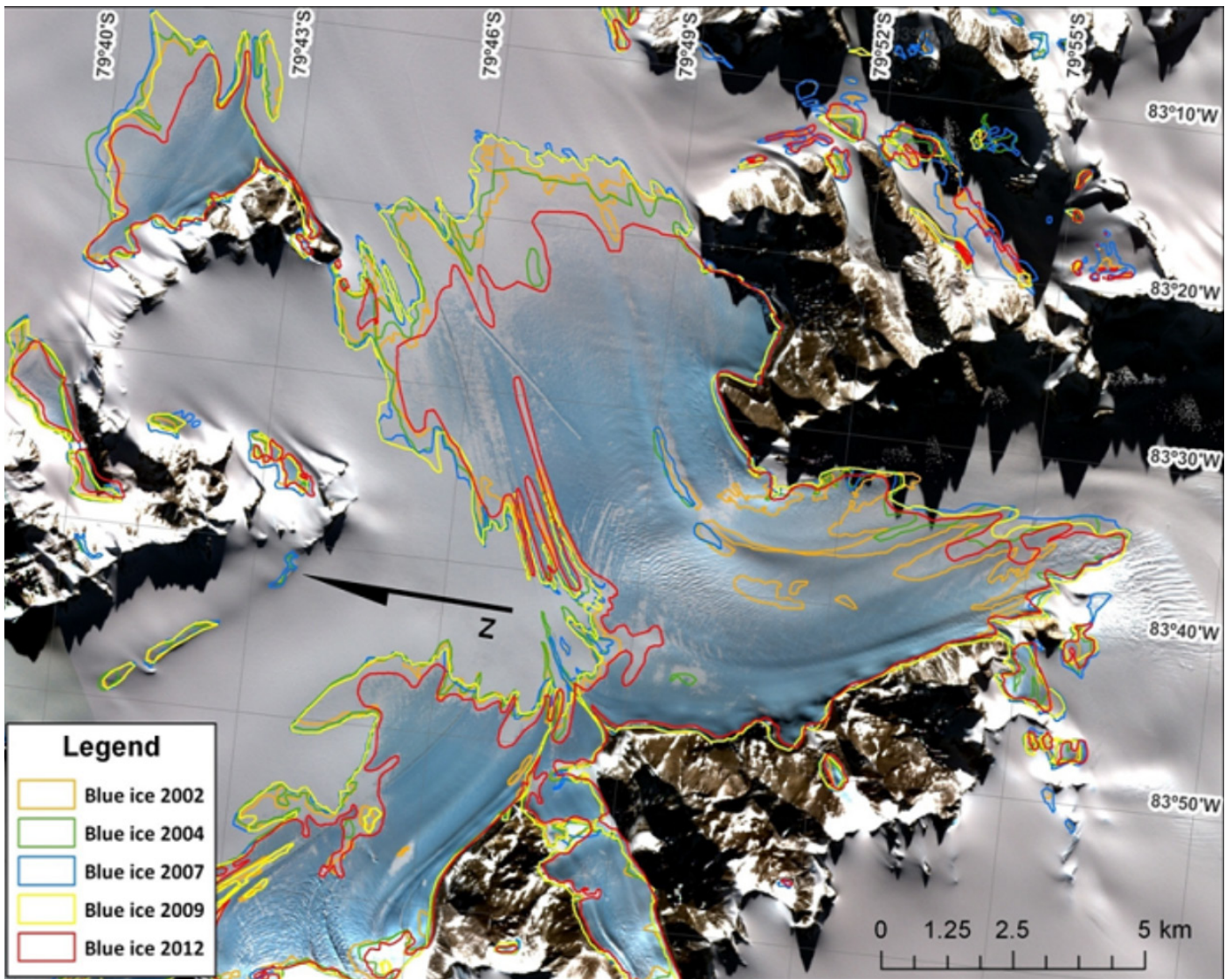


Glaciar Unión y Montes Ellsworth. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Zona Glaciar Unión. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca





Máxima extensión pista de hielo azul por año en Glaciar Unión. Fuente: <https://glaciologia.cl/glaciares/glaciares-en-la-antartica/glaciar-union/>



EXPEDICIONES

La presencia chilena en la Antártica se puede dividir en dos periodos, el primero que va desde la primera expedición en el 6 de febrero de 1947 hasta 1995 con el aterrizaje del primer hércules C-130 en Patriot Hills, dando inicio al segundo periodo que se extiende hasta el día de hoy.

1. Periodo de Exploración y Consolidación.

Como es mencionado anteriormente, este periodo inicia en 1947. Se comienza fundando las primeras bases en la zona peninsular.

Principales Hitos:

- Fundación base 1947
- 1969 Fundación Base Eduardo Frei Montalva
- 1980 1^{ra} Operación aérea en pista de Base Frei.
- 1980-1983 Operaciones “Skua” I, II, III y IV (Armada)
- 1984 Fundación Villa las estrellas
- 1984 primera Operación Aérea al Polo Sur.

2. Periodo de Presencia en la Profundidad.

Esta etapa comienza cuando se decide llegar de manera más profunda en la Antártica, dando inicio a la presencialidad al interior del continente blanco y acercándose cada vez mas al polo sur.

Principales Hitos:

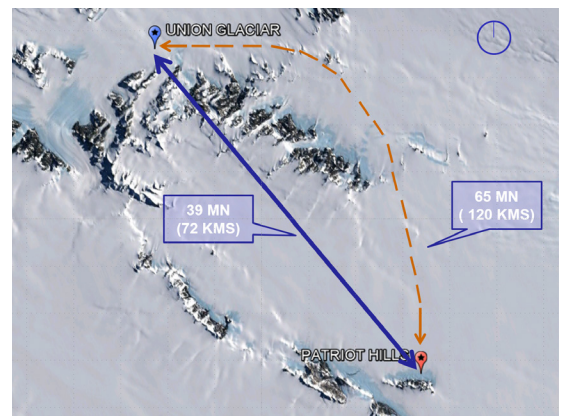
- 1995 Primer Aterrizaje de C-130 en Patriot Hills
- 1996 Se llega al polo sur geográfico
- 1999 Primer Vuelo en helicóptero al Polo Sur.
- 1999 Estación Polar “Teniente Parodi” (Patriot Hills).
- 2013 Primer vuelo sector “Glaciar Unión”
- 2014 Instalación Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión (ILAILA)



Construcción Base Frei. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Primera expedición al polo sur. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Tramo expedición 2014 Patriot Hills a Glaciar Unión. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca

Transporte y Logística

Existen 2 formas de llegar a la Antártica desde suelo chileno, por mar o aire. La gran diferencia es el tiempo aproximadamente 9 horas en barco y 2,5 horas en avión. Por lo que el transporte en su mayor parte es vía aérea. En cuanto al transporte por agua, es administrado por la armada y en su mayor parte dedicado a la protección y vigilancia del territorio marítimo. Esta es una de las razones por las cuales la Fuerza Aérea es el principal operador Antártico chileno.

Las aeronaves utilizadas tanto para el transporte de personas y carga son los aviones “Twin Otter” y “Hércules C-130”, esto por sus características favorables para el vuelo y aterrizaje en climas adversos.

Ambos aviones tienen diferentes características y rutas en polo sur.

Hércules C-130:

Es un avión táctico, como lo menciona FACH, ya que es capaz de cumplir diferentes funciones de transporte, como carga y pasajeros, gracias a que su estructura abierta en el interior permite cambios rápidos. Es un avión robusto que vuela a una velocidad máxima de 592km/h, que está diseñado para vuelos con condiciones adversas, en este caso climáticas adaptándose a la altura de vuelo requerida y con buena reacción en aterrizajes forzosos u en pistas no deseadas.

Su cabina interior es de, 12.19m Largo x 3m ancho 2.74m alto y puede cargar hasta 33.000kg, por lo que el máximo tamaño de cualquier carga debe ser menor estas dimensiones, en este caso las piezas para construir la base Zona 79/45.

Su ruta es directa desde Punta Arenas al Glaciar Unión, no es necesario hacer escalas.



Aterrizaje en Glaciar Unión. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Pista de hielo azul en Glaciar Unión Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Avión Hercules C-130 previo a aterrizaje en Glaciar Unión Fuente: https://www.inach.cl/inach/?page_id=25075

Twin Otter:

Es un avión mas pequeño que el C-130, diseñado para exploraciones, pero también se adapta de buena manera a carga y pasajeros, esto de acuerdo a Vikingair, su fabricante principal. Tiene la capacidad de aterrizar en agua o hielo con facilidad, ya que cuenta con flotadores, ruedas y skis dependiendo del caso, por lo que facilita el vuelo y exploraciones dentro del continente blanco, teniendo en cuenta su severo clima y condiciones. Tiene un peso de despegue máximo de 5.670kg, esto incluyendo su propio peso, por lo que el peso de carga se reduce de 1.772kg a 1.447kg dependiendo del estanke de gasolina utilizado y velocidad máxima de 337kmh. Sus dimensiones de cabina son 5.61m largo x 1.50m alto x 1.75 ancho. Por lo anterior debe ser utilizado para carga de piezas menores u específicas debido a sus diferencias de velocidad, carga y dimensiones con el C-130. También por su ruta considerada por FACH parte en Punta Arenas e incluye escalas en la Isla Rey Jorge y la base Gabriel Gonzales Videla. Por lo que su tiempo de viaje al Glaciar Unión es mayor.

Esto condiciona el proceso de diseño y construcción para cualquier obra de hoy en día ubicada en el extremo sur de Chile, a lo que se suman los decretos establecidos por el Tratado Antártico y sus anexos posteriores vigentes. Estos señalan que no se puede construir con faenas en el lugar de la obra que no se puedan desmontar y que tengan un mínimo de contaminación producida y que todo el proceso de construcción debe ser notificado a las demás naciones participantes en el tratado, discutido y aprobado/reprobado.

Dicho esto, la mejor alternativa la construcción en la Antártica es con módulos prefabricados en el continente americano, de manera de facilitar la logística de transporte y montaje. Adicionalmente ayuda a la menor emisión de contaminación en la construcción.



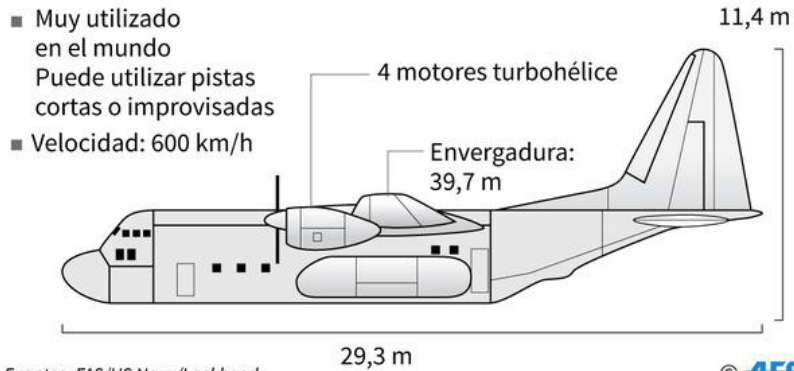
Dos Twin Otter en estación polar. Fuente: Presentaciones Fuerza Aérea Chilena facilitadas por el Comandante (BA) Fernando Machuca



Twin Otter apoyo exploración científica en Glaciar Unión Fuente: https://www.inach.cl/inach/?page_id=25075



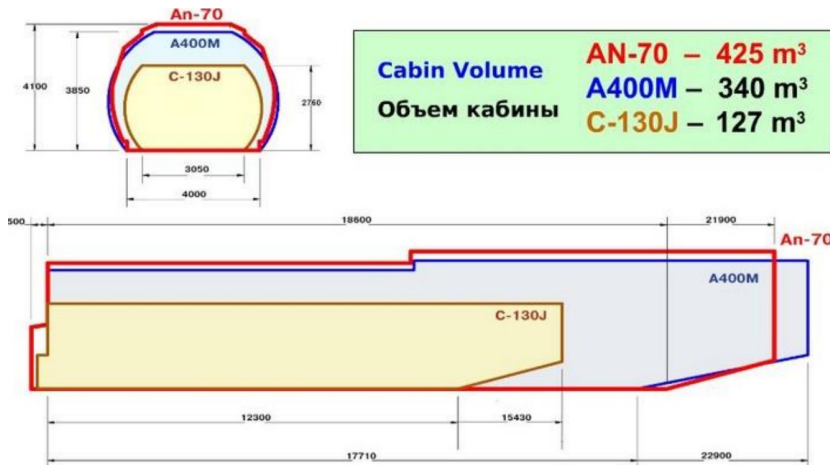
Dimensiones Hércules C-130. Fuente: <https://www.pngegg.com/es/png-cwgcw>



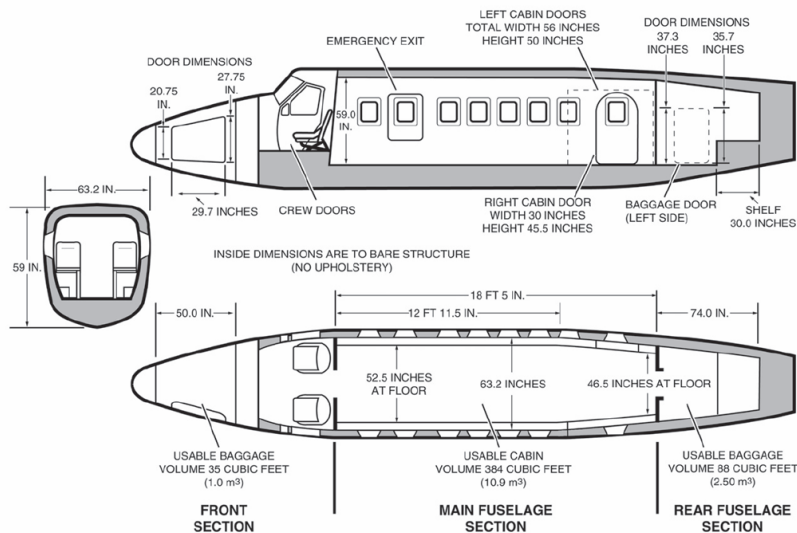
Fuentes: FAS/US Navy/Lockheed



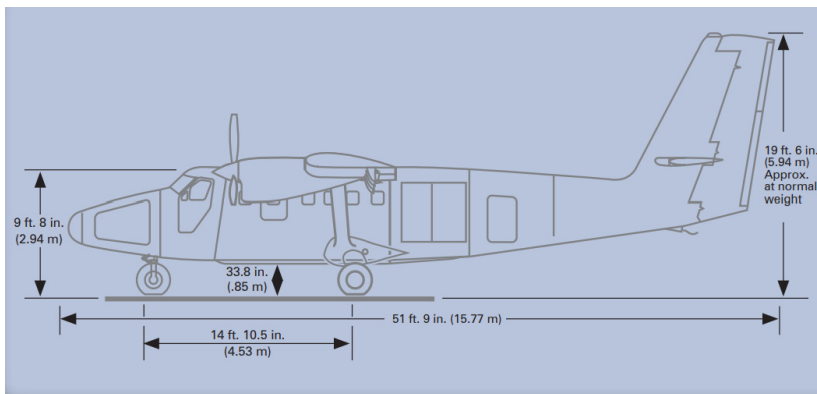
Dimensiones Hércules C-130. Fuente: FAS/US Navy/Lockheed



Dimensiones Hércules C-130. Fuente: EPAC, Hernic Jara. bemil.chosun.com



Dimensiones Twin Otter Fuente: Viking air, Twin Otter series 400, Technical Specifications & Standard Equipment List



Dimensiones Twin Otter Fuente: Viking air, Twin Otter series 400, Technical Specifications & Standard Equipment List

GLACIOLOGÍA Y OTRAS CIENCIAS

El glaciar Unión es un centro de especial interés para la glaciología, ya que esta ciencia estudia la criosfera y los elementos que se encuentran congelados, su formación, estar y su fin, etc. Al ser una zona con 10 glaciares, existen 10 elementos de gran magnitud congelados por miles años, los cuales pueden aportar a esta ciencia y otras como la microbiología, ya que habitan organismos microscópicos en estos hielos, también en algunas ocasiones existen napas de agua bajo el hielo, lo llama aún mas la atención. También es un foco del estudio del cambio climático debido a sus extremas y poco comunes condiciones climáticas. La geología también toma un rol en este contexto, ya que se puede estudiar la tierra y sus movimientos, ya que bajo una capa de 2 a 5 kilómetros hay tierra, lo que significa placas tectónicas.



Toma de muestras. Fuente: https://www.inach.cl/inach/?page_id=25075



Toma de muestras. Fuente: <https://www.elmostrador.cl/dia/2022/06/24/estudian-como-llegan-los-virus-y-la-contaminacion-a-la-antartica-por-via-aerea/>



Capítulo 5 - Propuesta



Investigaciones Glaciar Unión. Fuente: <https://www.lun.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2019-01-08&PaginaId=8&BodyId=0>



PROYECTO

Se decide crear una nueva base Antártica de carácter permanente en la zona del Glaciar Unión, en reemplazo de la actual Estación Polar, de carácter estival.

Se construirá esta base con los fines de reforzar el trabajo científico nacional e internacional en diferentes materias como cambio climático, glaciología, microbiología y más ciencias con interés en la investigación antártica. También con fines políticos ya que Chile actualmente es el único país que reclama soberanía sobre el terreno del Glaciar Unión.

Para esto es importante considerar las grandes desventajas climáticas y del habitar, junto con las reglas a seguir, que se han expuesto en los capítulos anteriores.



DESAFÍOS Y PREGUNTAS

1- ¿Cómo optimizar el tiempo en traslado y construcción?

Esto ya que como fue visto anteriormente en el capítulo 4, el traslado se limita a los aviones Hércules C-130 y Twin Otter. Los cuales dispones de un espacio limitado para la carga y requieren un numero determinado de vuelos para transportar las piezas necesarias para la construcción. Para esto la construcción modular, y transporte de los módulos para su posterior montaje el glaciar. Tener en cuenta el tiempo de vuelo, descarga, transporte y montaje, que deben ser optimizados, ya que para construir el tiempo se limita a aproximadamente a un mes. El mes con mejores condiciones climáticas en que generalmente se utilizaría la Estación Polar. Por lo que debe existir una preparación previa de materiales y personal ya que este mes puede ser diciembre, enero o febrero dependiendo del clima de el momento.

También considerar los factores medioambientales por lo que hay que contaminar en la menor medida posible durante el ciclo de vida del proyecto, junto con implementar tecnologías nuevas que aporten a esto.



Carga de un Hércules C-130 en Antártica Fuente: https://twitter.com/fach_chile/status/1064695911748653056?lang=he



Descarga de un Hércules C-130 Fuente: https://twitter.com/fach_chile/status/1094718506959073280?lang=es

2- ¿Como serán los espacios que se deben habitar y compartit de manera continua cuatro meses de invierno y verano?

Habitar el desierto inhabitable, esto es un desafío nuevo en el contexto nacional, ya que no existen bases de tales características. El espacio debe permitir cierta flexibilidad, a pesar de las adversidades, ya que entra en juego el factor psicológico de quienes habitarán esta base. Soportar cuatro meses encerrados sin iluminación natural,

bajas temperaturas, las mismas personas, actividades repetitivas y espacios limitados implican una gran incomodidad y predisposición desde el ambiente a enfermedades y trastornos. Por lo que desde el espacio se debe dar cierta flexibilidad para permitir diferentes actividades y dar un grado de privacidad en momentos que se requiera. Esto a diferencia de los 4 meses de verano, donde a pesar que las condiciones siguen siendo extremas, si es posible salir a hacer investigaciones, tomas de muestras, hacer mantenimientos y es donde se efectuarán los transportes al continente americano junto con el recambio de personal.

3- ¿Qué materialidades serán las óptimas para la zona del Glaciar Unión?

Considerando lo dicho en los capítulos anteriores, el hormigón armado no es una posibilidad realística para construcción en sobre el hielo, puesto que no es posible hacer fundaciones y hormigonar en terreno, por temas de sustentabilidad. El transporte del peso del hormigón juega en contra para la cantidad que puede ser transportada en un vuelo, la gran contaminación que puede crear, el aumento del tiempo de demora en la construcción y la humedad del lugar.

Por lo que la materialidad más adecuada para la base Zona 79/45 es madera laminada forrada en acero inoxidable. Esto puesto que es posible el diseño de módulos prefabricados en Punta Arenas, donde el material abunda, además de ser de origen biogénico. Este también es de un peso abordable para el montaje y posterior desmontaje en terreno, su transporte en las aeronaves Twin Otter y Hércules C-130 e igualmente en camiones del ejército en caso requerir movilidad terrestre desde la pista de hielo. También la ventaja de su

adaptación al clima, ya que la capa exterior al ser acero inoxidable la humedad y bajas temperaturas del lugar no significan un problema mayor, y a pesar de no poseer grandes propiedades térmicas, materiales aislantes junto con materialidades secundarias pueden colaborar en esto. Además, ya ha sido probada en otras bases como lo es la base “Princess Elizabeth” de Bélgica, funcionando de buena manera. Adicionalmente, la construcción modular ayudará a reducir los residuos y la huella de carbono creada.

Uno de los desafíos más difíciles es la construcción en hielo, sin dañarlo o dejando una huella menor y reversible al momento del fin del ciclo de vida de la base.

4- ¿Cuál es el lugar de mayor privacidad u aislamiento propio al habitar?

El dormitorio. Existirán dos habitaciones privadas, para el Jefe de base e Investigador principal. Por qué el resto de las habitaciones serán compartidas, como comúnmente lo es en las bases antárticas tanto chilenas como internacionales, por lo que se utilizará el concepto de “Capsula” utilizado en hostales principalmente de Europa y Japón, donde es posible el compartir una habitación reducida entre 4 o más personas y a la vez tener un espacio privado que permita la intimidad u introversión.



<https://cnnespanol.cnn.com/2021/04/03/un-vistazo-exclusivo-dentro-del-jet-presidencial-supersonico-de-ee-uu/>



<https://cnnespanol.cnn.com/2021/04/03/un-vistazo-exclusivo-dentro-del-jet-presidencial-supersonico-de-ee-uu/> + Edición photoshop



Referente camas Capsule Hotel Cube, Fuente: <https://www.kayak.cl/Hiroshima-Hoteles-Capsule-Hotel-Cube.841549.ksp>



Referente camas The Capsule Hotel, Fuente: <https://www.kayak.es/Sidney-Hoteles-The-Capsule-Hotel.2846783.ksp>

Factores Generales al Construir en la Antártica

- Identidad y Falta de esta
- Comodidad vs Incomodidad
- Materiales adecuados al clima y aislantes
- Ciclo de vida
- Construcción con el clima
- Espacios definidos y flexibles
- Contaminación y Huella de Carbono creadas
- Respeto por el continente y sus tratados.
- Supervivencia y bienestar humano
- Factor económico
- Autonomía por 90 días o más

Programa

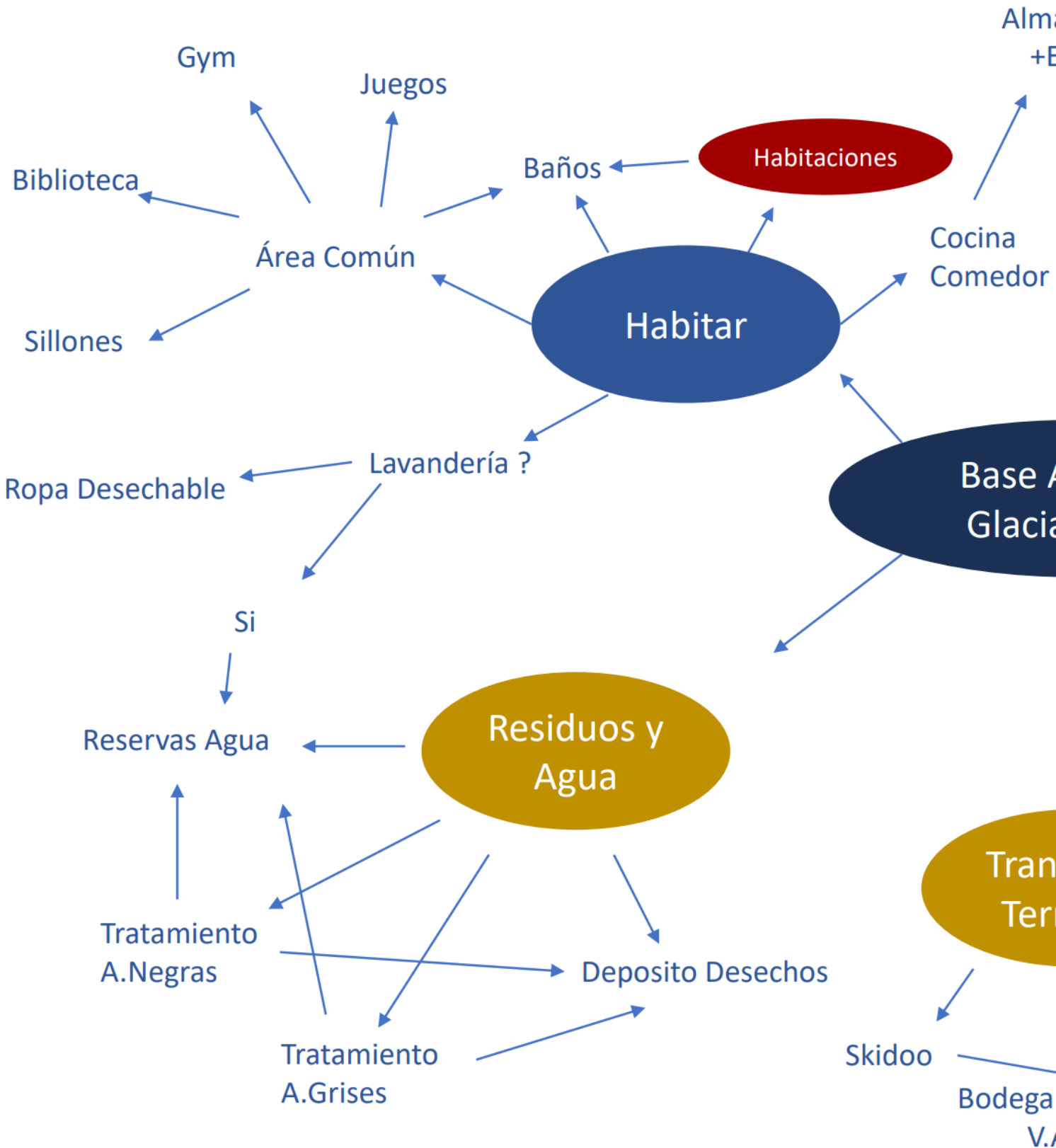
La base antártica está pensada para recibir a 20 personas en invierno y un máximo de 30 en verano, con autonomía de 90 días. El siguiente programa fue elaborado en colaboración con FACH, para tener un mayor grado de precisión en este. Se estiman poco mas de 1150m².

Espacio	Cantidad	Metros Cuadrados (m ²)	Total m ²
Habitaciones	11	6,25	68,75
Baños hd. Privadas 1 x 2	2	2	4
Baños 6,8 x 3,55	2	24,14	48,28
Cocina 3x4,5 (4. 1.1.1,5)	1	13,5	13,5
Comedor 9,5x3,85	1	36,575	36,575
Gym	1	20	20
Lavandería 2,5 x 3	1	7,5	7,5
Area Común	1	150	150
Sala de Descanso	1	18,75	18,75
Laboratorio	2	30	60
Comunicaciones 2,15 x 1,8	1	3,87	3,87
Oficina 2,5 x 25	2	6,25	12,5
Oficina general 1,5 x 7	1	7,5	7,5
Sala Reuniones	1	15	15
Bodega Repuestos	1	20	20
Enfermería	1	30	30
Transporte Terrestre	1	35	35
Reservas Agua	1	110	110
Tratamiento Aguas G	1	25	25
Tratamiento Aguas N	1	25	25
Deposito Desechos	1	110	110
Bodega Aseo	1	4	4
E. Int.Electrógenos	1	20	20
E. Solar	1	40	40
E.Eólica	1	60	60
Área seguridad Alm.Combustible	1	25	25
Escaleras	1	15	15
Espesor Muros	1	165	165
		Total =	1150,225

Usuarios
jefe de base
cocinero
electricista
gasfiter
comunicaciones e informatico
mecanico
conductor
eta
medico
enfermero
cientifico 1
cientifico 2
cientifico 3
cientifico 4
cientifico 5
operador 1
operador 2
operador 3

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

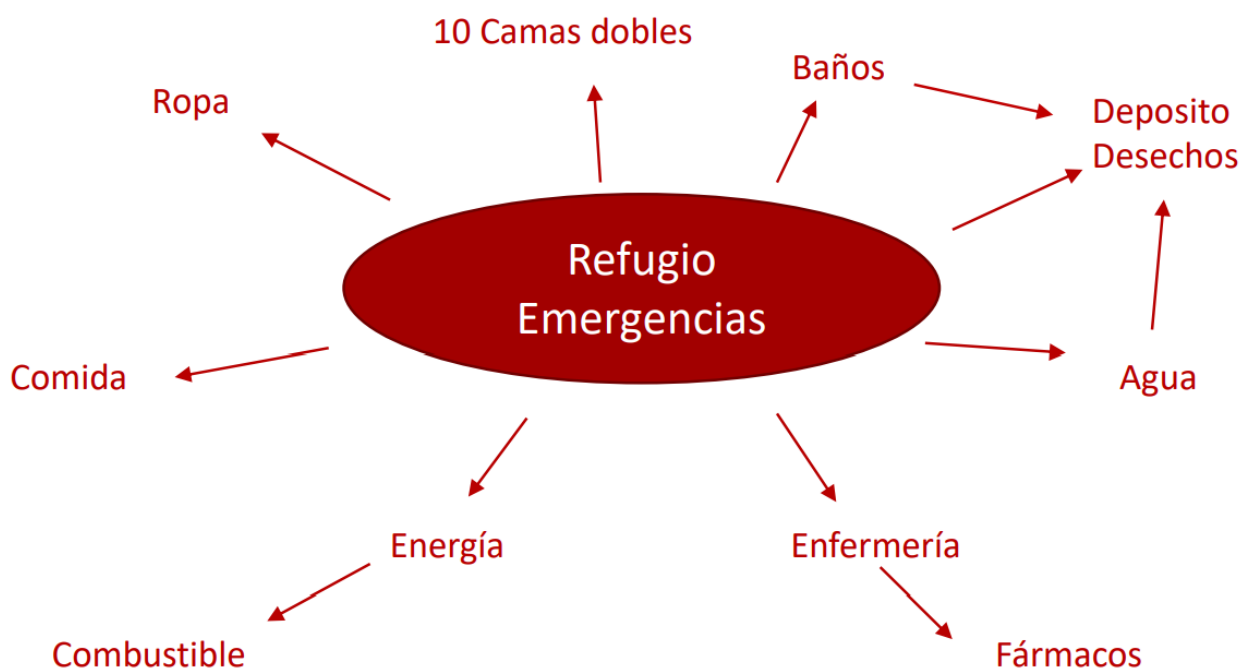


Fuente: Elaboración Propia



Como factor de seguridad, es preciso considerar un refugio de emergencias en caso de incendios u catástrofes climáticas, el cual debe estar equipado para la sobrevivencia por 90 días y en un lugar cercano, a 100 metros aproximadamente en donde no lleguen las llamas y sea de fácil acceso.

Autonomía 90 días



Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA

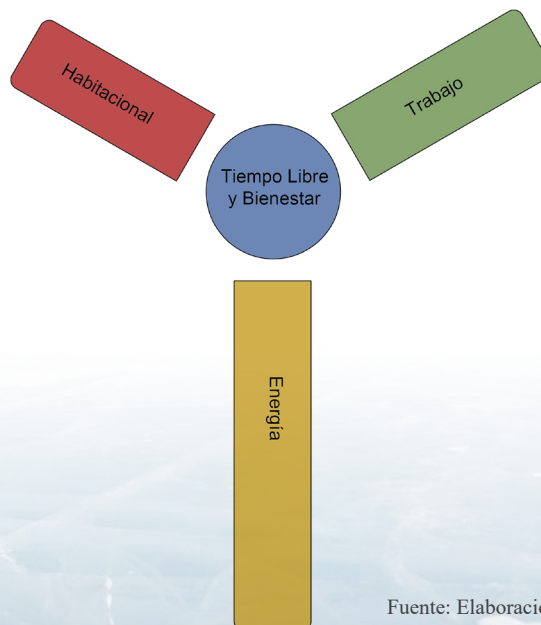
Se propone una base antártica de tipología Mixta, la cual tiene como núcleo central y articulador un módulo de “Bienestar y Diversidad”. Este lleva a un segundo módulo para “Habitaciones”, baños y bodegas; otro módulo para el “Trabajo”, con laboratorios, oficinas, sala de reuniones, enfermería y sala de comunicaciones; el módulo restante es de “Energía”, aquí se ubicarán las principales reservas de energía, salas de tratamiento de agua y desechos, bodega de repuestos y unidad de transporte terrestre.

En cuanto a la energía y aguas. La energía será dividida en tres fuentes, Eólica, Solar y Grupos de Electrógenos (combustibles fósiles). Existirán áreas exteriores con turbinas de captación de energía eólica y otra equipada con paneles solares con respectivos dispositivos para derretir nieve y evitar su acumulación. Esto para reducir el uso de combustibles fósiles. Los combustibles se almacenarán en el módulo energía, se utilizarán en una medida menor y como una reserva en casos de problemas con las energías renovables.

Se tendrán provisiones de agua, se procesarán aguas grises y negras para una mayor eficiencia y al fin de su uso ser almacenadas junto a los desechos que deberán ser llevados a Punta Arenas. A su vez, se procesará la aguanieve para ser utilizada como agua limpia o como aguas grises, para disminuir la cantidad de agua almacenada. Cabe destacar que a diferencia de otros glaciares en el Glaciar Unión no existen napas con agua entre el hielo, por lo que la extracción de esta no es posible en este sector, a demás de ser una práctica poco sustentable.

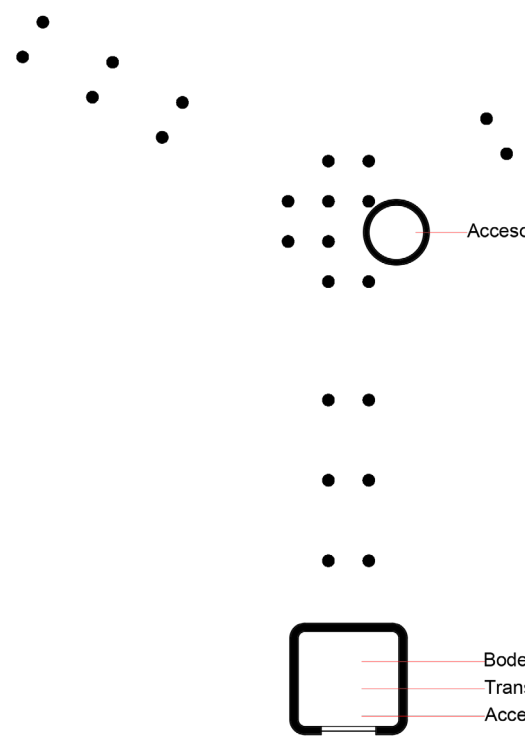
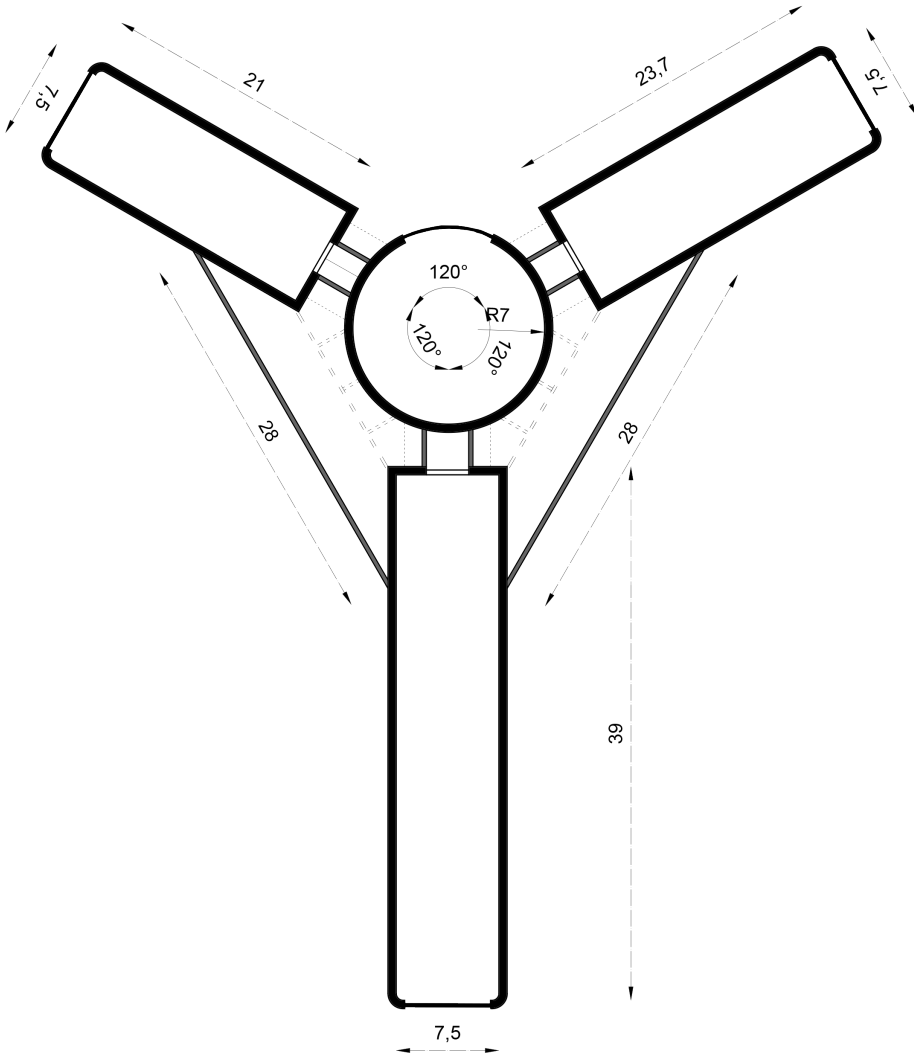
Esta base esta diseñada para tener vías de escape en los cuatro módulos, cortafuegos en las uniones de estos y tener independencia en las cuatro áreas de manera que sea posible la estancia en solo una de estas en casos de emergencia antes de huir al refugio.

Su forma consta de 4 espacios articulados independientes con el fin de separa las actividades y mejorar el estado de salud física y mental. A su vez desde la forma se espera enfrentar los fuertes vientos, emulando el aerodinamismo de un jet, con ayuda pantallas de protección a los fuertes vientos para evitar la creación de corrientes aún más fuertes y favorecer el rompimiento de las fuertes presiones creadas. También utilizar energía de mejor forma al separar espacios, pero conservando un centro.



Fuente: Elaboración Propia

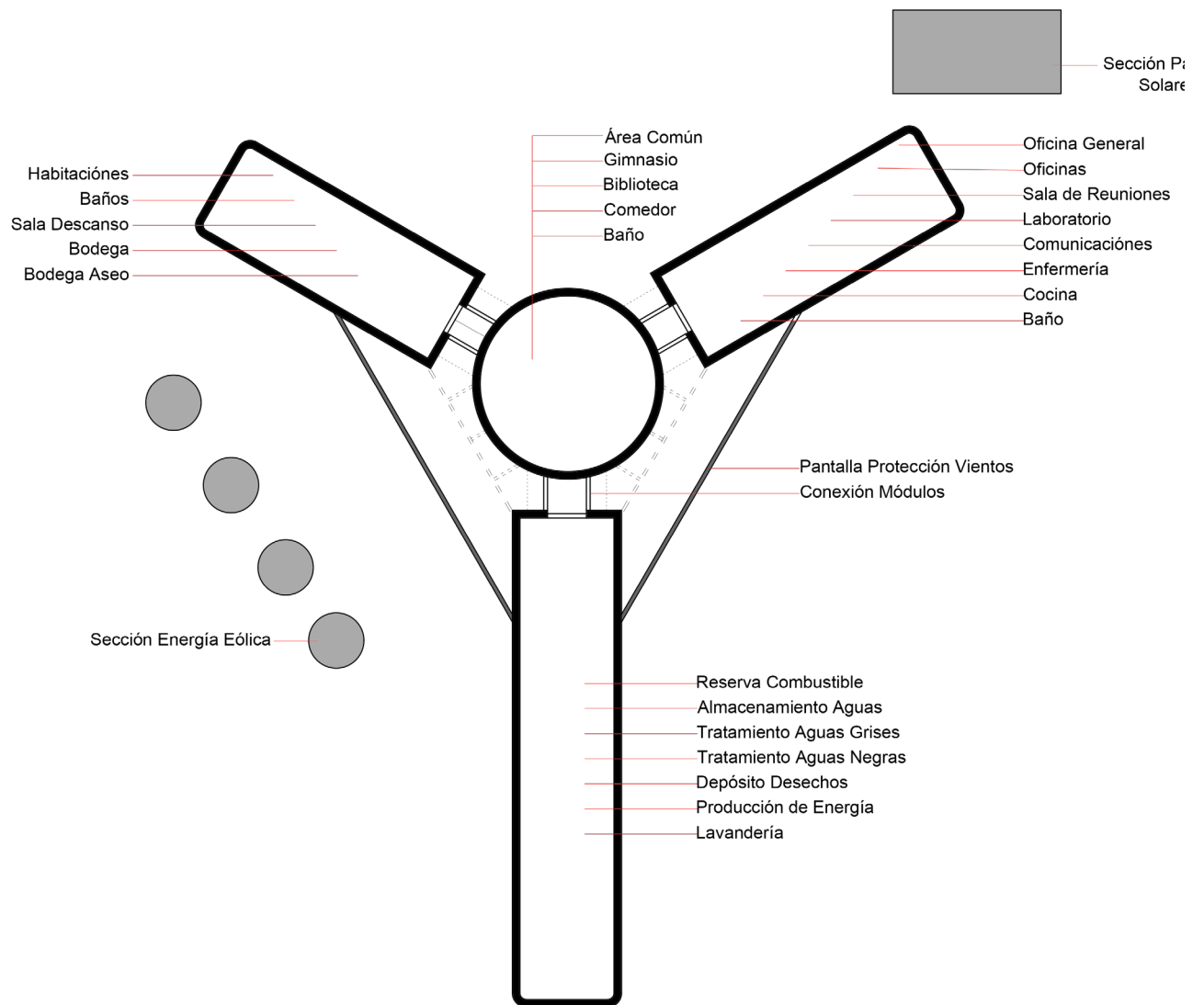
ESQUEMAS PLANTA TENTATIVA Y DIS



Fuente: Elaboración Propia

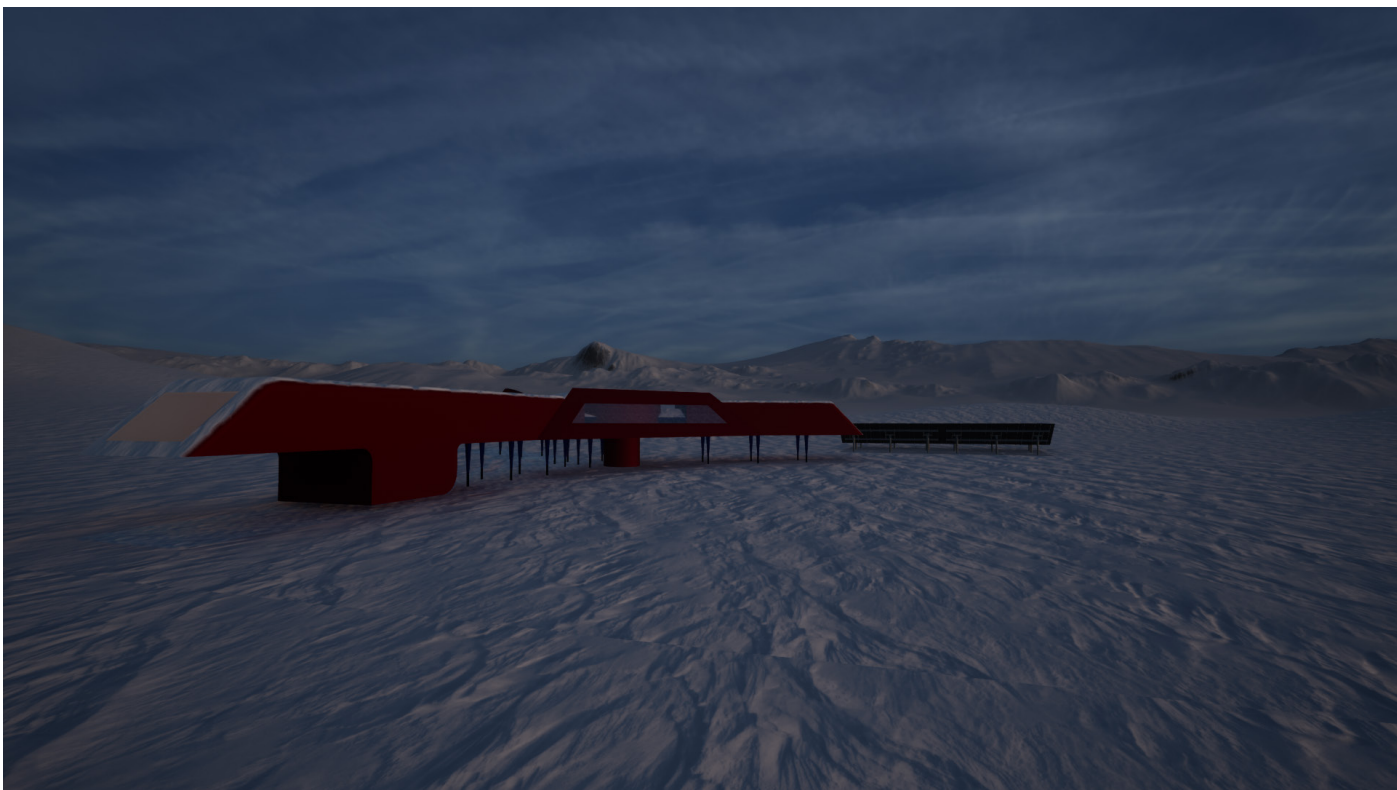
Fuente: Elaboración Propia

DISTRIBUCIÓN ACTIVIDADES/ESPACIOS

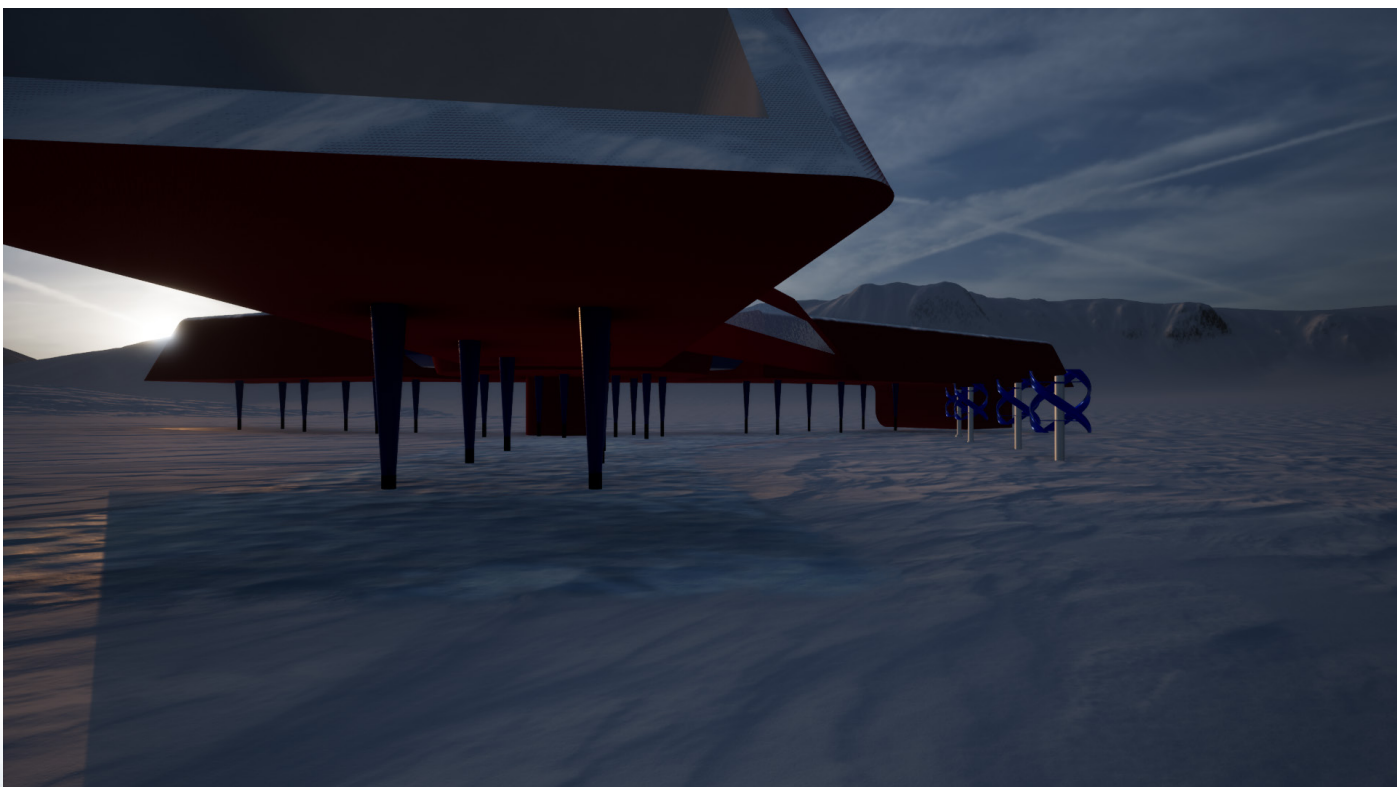


ga Repuestos
porte Terrestre
so

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA



Fuente: Elaboracion Propia



Fuente: Elaboración Propia

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Efe. (2015, 20 diciembre). *El Glaciar Unión, un oasis para la ciencia en medio de la Antártida profunda*. *www.efe.com*. <https://www.efe.com/efe/america/cono-sur/el-glaciar-union-un-oasis-para-la-ciencia-en-medio-de-antartida-profunda/50000553-2795145>
- Almond, K. (2021, 18 agosto). *La Antártida está cambiando y el impacto podría ser catastrófico*. *CNN Español*. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/08/18/antartida-esta-cambiando-impacto-podria-ser-catastrofico-trax/>
- Aradas, A. (Agosto 11, 2013). *Antártica: ¿cómo se vive en una de las zonas más remotas del mundo?*. *BBC News*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130423_sociedad_villa_estrellas_aa
- Armada Chilena. (2020, 23 noviembre). *La Armada de Chile en la Antártica*. Armada. <https://www.armada.cl/antartica-chilena/la-armada-de-chile-en-la-antartica>
- Benoit, O. (2013, 5 febrero). *Arquitectura Extrema en la Antártica: Hugh Broughton Architects*. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-233866/arquitectura-extrema-en-la-antartica-hugh-broughton-architects>
- Cabeza, L.F., Rincon, L., Vilarino, V., Perez, G., Castell, A., 2014. Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 29, 394–416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>.
- Comité Científico COP25 (2019). *Criósfera y cambio climático: 50 preguntas y respuestas*, Santiago, Chile.
- Comunicaciones DAS. (Noviembre 5, 2021). *Equipo FCFM viajará a la Antártica para estudiar el próximo eclipse total de sol*. Universidad de Chile. <https://www.uchile.cl/noticias/181434/equipo-fcfm-viajara-a-la-antartica-al-eclipse-total-de-sol>
- Convención para la Conservación de las Focas Antárticas, Londres, 1972
- Council of Managers of National Antarctic Programs. (2017). *Antarctic Station Catalogue*. COMNAP Secretariat.
- Chinchar, A. (2021, 9 octubre). *Los últimos 6 meses de la Antártida fueron los más fríos registrados*. *CNN Español*. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/10/09/los-ultimos-6-meses-de-la-antartida-fueron-los-mas-frios-registrados-trax/>
- Dangoiss, C. (Marzo 6, 2018). *Amanece en la Antártida*. *National Geographic en español*. https://www.nationalgeographic.com.es/fotografia/foto-del-dia/retorno-del-sol-antartida_11857

- De Salvo, A. (1998). *Paralelo 62°, Uruguay en la Antártida*. Archivo General de la Nación – Centro de Difusión del Libro
- Dubber, A. (2013). Estación de investigación en la Antártida Halley VI. Hugh Broughton Architects. Obtenido en Arquitectura Viva. <https://arquitecturaviva.com/obras/estacion-de-investigacion-en-la-antartida-halley-vi>
- FACH (2014). Informe final expedición Glaciar Unión – Anexos A1, A2, A3, B2, C, D H. Santiago de Chile
- FACH (2014). Informe final expedición Glaciar Unión, Santiago.
- FACH. (2014). *ANTÁRTICA*. Fuerza Aérea de Chile. <https://www.fach.mil.cl/antartica.html>
- Franco, J. (Febrero 5, 2013). Princess Elisabeth Antarctica: La primera estación de Investigación ‘Cero-Emisiones’ en la Antártica. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-233634/princess-elisabeth-antarctica-la-primera-estacion-de-investigacion-cero-emisiones-en-la-antartica>
- Hugh Broughton Architects. (2010). *Jang Bogo Korean Antarctic Research Station*. hbarchitects. <https://hbarchitects.co.uk/jang-bogo-korean-antarctic-research-station/>
- Hugh Broughton Architects. (2013). Comandante Ferraz Antarctic Research Station. Hbarchitects. <https://hbarchitects.co.uk/comandante-ferraz-antarctic-research-station/>
- INACH. (2012). *Boletín Antártico* (Vol. 31/2). INACH.
- Instituto Chileno Antártico. (Abril 30, 2020). Condiciones climatológicas en glaciar Unión han estado estables en los últimos 35 años. Departamento de Comunicaciones y Educación. <https://www.inach.cl/inach/?p=28175>
- Instituto Nacional Antártico Chileno, (2010, 31 mayo) Clima. www.inach.cl/inach/?p=1772
- Instituto Nacional Antártico Chileno, (2019, 17 abril) Estación Científica Glaciar Unión. www.inach.cl/inach/?page_id=25075
- Jara Vargas, H. (2016). *EPAC Estación Polar de Apoyo Científico para Glaciar Unión*. Universidad de Chile.
- Johan Berte & NASA. (2009, julio). *The Princess Elisabeth Station - Antarctic Traverse Workshop*.
- Marcelo Bernal, Pol Taylor, Francisco Valdivia. “Ilaia: Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión. Antártica, Chile, 2013 - 2014.” ARQ (Santiago. Impresa) (2015) 76-79

- Organización Marítima Internacional. (2002). *Marpol* (3.^a ed.). Bookcraft (Bath) Ltd. Londres.
- Pérez Ventura, J. (Julio 14, 2017). Halley VI, una base científica en movimiento por el hielo de la Antártida. Ventura Ciencia. <https://vaventura.com/divulgacion/ciencia/halley-vi-una-base-cientifica-movimiento-hielo-la-antartida>
- Pfenninger, F. (2015). Arquitectura y construcciones en zonas de climas extremos. Arquitectura en Acero. <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/arquitectura-y-construcciones-en-zonas-de>
- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, Madrid, 4 de octubre 1991
- Rivera, A. , R. Zamora, C. Rada, J. Walton & S. Proctor (2010): “Glaciological investigations on Union Glacier, Ellsworth Mountains, West Antarctica.” *Annals of Glaciology*, 51(55), 91-96.
- Rivera, A. R. Zamora, Uribe, J., Jaña, R., and J. Oberreuter (2014):“Recent ice dynamic and surface mass balance of Union Glacier in the West Antarctic Ice Sheet.” *The Cryosphere*, 8,1445-1456, doi:10.5194/tc-8-1445-2014.
- Serrano, C. (2012, 12 agosto). *Vuelve el Sol*. 24horas. <https://www.24horas.cl/tendencias/salud-bienestar/amanece-en-la-antartica-cuatro-meses-despues-273943>
- Serrano, C. (Agosto 21, 2012). Las temperaturas en la Antártica, durante las semanas de oscuridad total, descendieron hasta los -73° Celsius. Noticias 24 Horas. <https://www.24horas.cl/tendencias/salud-bienestar/amanece-en-la-antartica-cuatro-meses-despues-273943>
- Splettstoesser, J. (Marzo 31, 2015). The Geology of The Ellsworth Mountains. Antarctic Logistics. <https://antarctic-logistics.com/2015/03/31/the-geology-of-the-ellsworth-mountains/>
- Taylor, P. (2013). *glaciar union*. Poltaylor. <https://www.poltaylor.com/copy-of-shockwave>
- Teller, M. (Enero 21, 2017). La futurista y revolucionaria arquitectura de la Antártica, el continente más seco, frío y despoblado del planeta. BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38652856>

- Tratado Antártico, Washington, 1 de diciembre de 1959
- Vernet, M., & Cape, M. R. (2019). Ecosistemas marinos antárticos después del rompimiento de barreras de hielo. *UNED Research Journal*, 11(1), S36–S43. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2318>
- Viking Air. (2020, junio). Twin Otter series 400 - Technical Specifications & Standard Equipment List [Escrito], Canada.
- Walsh, N. P. (2007, 23 septiembre). *Estación Polar Teniente Arturo Parodi / ARQZE (Arquitectura de Zonas Extremas)*. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/750204/estacion-polar-teniente-arturo-parodi-arqze-arquitectura-de-zonas-extremas>
- Walsh, N. P. (2020, 5 abril). *En la Antártida, la arquitectura se está calentando*. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/935644/en-la-antartida-la-arquitectura-se-esta-calentando>