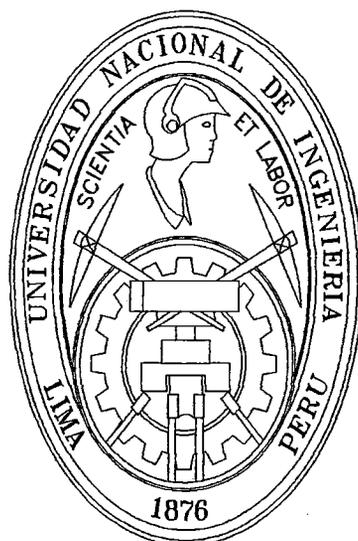


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil



**“PROPUESTA PARA EL DESARROLLO
DEL PLAN MAESTRO DE LA BASE
ANTÁRTICA PERUANA MACHU PICCHU”**

TESIS

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES

LIMA – PERÚ

2004

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

A los miembros de la Expedición Científica ANTAR XIV (Antártida - Verano del 2003); que demostraron entrega y responsabilidad en el cumplimiento de su labor.

A mi familia, sobre todo a quienes me enseñaron que jamás se debe renunciar a nuestros sueños, aún cuando al principio nadie crea en ellos.

Indice

1. Antecedentes	
1.1 Historia del Continente Antártico	01
1.2 Características del Continente Antártico	03
1.3 El Tratado Antártico	05
1.4 Protocolo al Tratado Antártico de Protección Ambiental	06
1.5 Antecedentes de la Estación Científica Antártica Machu Picchu	07
1.6 Política Nacional Antártica	09
2. Caracterización del Medio	
2.1 Caracterización del Medio Físico	10
2.1.1 Aspectos Geográficos	10
2.1.2 Aspectos Climáticos	13
2.1.3 Aspectos Geológicos y Geotécnicos	28
2.2 Caracterización del Medio Humano	30
2.2.1 Población Estimada	30
2.2.2 Características de la Población	31
2.3 Caracterización del Medio Racionalizado	34
2.3.1 Infraestructura Actual	34
2.3.2 Características de la Infraestructura	35
2.3.3 Actividades en la Estación	39
3. Areas de Intervención del Plan de Desarrollo	
3.1 Identificación de las necesidades	43
3.1.1 Necesidades Primarias	44
3.1.2 Necesidades No – Primarias	48
3.2 Desarrollo del Plan por Etapas	51
4. Aprovechamiento de Agua	
4.1 Estudio de la Demanda	53
4.2 Propuesta de Almacenamiento	65
4.3 Identificación de posibles fuentes para la Propuesta de Almacenamiento	67
4.4 Consideraciones para el Diseño y Proceso Constructivo	70
4.5 Transporte y Distribución	74

5. Aprovechamiento de Energía	
5.1 Estudio de la demanda estimada	76
5.2 Estudio de Fuentes de Generación de Energía Alterna	82
5.2.1 Energía Eléctrica producida por generadores eléctricos	82
5.2.2 Energía Eólica	83
5.2.3 Energía Hidráulica	85
5.2.4 Energía Solar	86
5.3 Sistemas de Distribución	88
6. Aprovechamiento de Combustibles	
6.1 Demanda Estimada	90
6.2 Embarque y transporte de Combustible	91
6.3 Desembarque, Almacenaje y Distribución	91
6.3.1 Línea de Suministro	92
6.3.2 Sistema de Bombeo	92
6.3.3 Tanques de Almacenamiento	93
6.3.4 Maniobra de Trasiego ó Trasvase	94
7. Red de Transportes	
7.1 Vías de Acceso	97
7.1.1 Vías de Acceso Externas	97
7.1.2 Vías de Transporte Internas	98
7.2 Viabilidad de un sistema Aeroportuario	99
7.2.1 Viabilidad de un Aeropuerto	99
7.2.2 Viabilidad de un Helipuerto	99
7.3 Viabilidad de un sistema Portuario	101
8. Equipamiento Social	
8.1. Manejo de víveres secos y frescos	103
8.1.1 Víveres Secos	104
8.1.2 Víveres Secos	105
8.2 Sistema de Comunicaciones	106
8.2.1. Personal de Comunicación	107
8.2.2. Equipo de Comunicación	107
8.2.3. Las Antenas	108
8.2.4. Telefonía e Internet	109

8.3. Sanidad	109
8.4. Módulo Científico	110
8.5. Recreación	111
9. Estudio de Impacto Ambiental	
9.1 Línea de Base Ambiental	113
9.2 Identificación de Impactos	113
9.3 Plan de Manejo Ambiental	123
9.3.1 Manejo de Residuos	123
9.3.2 Protección de Especies	132
9.3.3 Otros Manejos	133
10. Conclusiones y Recomendaciones	
10.1 Conclusiones Generales	139
10.2 Recomendaciones Finales	141
Referencias Bibliográficas	145
Anexos I: Ensayos de Suelos, Anexos I, II y III al Protocolo de Madrid	
Anexos II: Planos y Láminas	

Introducción

Este trabajo parte de la inquietud de contribuir de alguna forma con el problema del asentamiento peruano en el Continente Antártico, cuyo primer paso se dio con la construcción de los módulos principales de la estación Antártica Peruana "Machu Picchu" (ECAMP).

Describe brevemente las características del medio ambiente antártico en general, y particularmente en la Isla Rey Jorge, que es donde se emplaza la ECAMP; señalando la composición actual de la infraestructura antártica de la base así como la interrelación existente con el medio ambiente que la rodea.

Sobre la base de estos datos plantea la implementación de la infraestructura necesaria para permitir el funcionamiento permanente de la base ya que actualmente solo funciona durante el verano antártico.

Para ello ha sido necesario clasificar las necesidades ha satisfacerse a lo largo del año, priorizando áreas tan relevantes como el abastecimiento permanente de agua, el abastecimiento de energía, el abastecimiento de combustibles, la conservación de víveres, el tratamiento de residuos, etc.

Las actividades de implementación, así como los diseños finales de esta infraestructura deberán desarrollarse en armonía con las leyes de protección ambiental que rigen al continente, como lo señala el Protocolo de Protección Medio Ambiental al Tratado Antártico; Para lo cual se ha identificado los principales impactos que el diseño final podría tener sobre el ecosistema a fin de mitigar sus efectos.

En la procura de contribuir con la permanente presencia del Perú en el Continente Antártico, el Instituto Antártico Peruano (INANPE) coordina las actividades a desarrollarse dentro del continente, y es el encargado de llevar a cabo cualquier mejora u/o implementación que se realice en la ECAMP.

La previsión debe ser el motor regulador de toda actividad antártica, sobre todo si a abastecimiento se refiere, ya que cualquier detalle dejado al azar significaría la consiguiente pérdida de vidas humanas; en este sentido debe elaborarse un plan de contingencia para prevenir cualquier desperfecto en el funcionamiento regular de la base así como tomarse las consiguientes holguras en lo que abastecimiento de recursos se refiere.

La ingeniería peruana ha realizado con éxito los retos que una geografía tan difícil como la nuestra le ha planteado, en este sentido la ECAMP, se encuentra en un territorio muy similar al que se halla en las zonas altas de nuestro país, lo que nos permite acercarnos con facilidad ha soluciones óptimas que ya se han logrado en estos lugares.

Quiero terminar esta breve introducción agradeciendo a todas aquellas personas e instituciones que han permitido y hasta a veces alentado la elaboración de este trabajo; entre ellas: La Facultad de ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, el Instituto Nacional Antártico (INAMPE), el Laboratorio de Geotecnia del Centro de Investigación y Mitigación de Desastres (CISMID), la Dirección de Asuntos Antárticos del Ejército Peruano, La Expedición Científica Antártica ANTAR XIV.

Así mismo, muy especialmente a: Dr. Ing. Javier Pique del Pozo, Com. FAP Luis Sotomayor Gómez, My FAP Wolker Lozada Maldonado; sin cuyos aportes mi tarea se hubiese hecho más difícil.

Capítulo I: Antecedentes

1.1 Historia del Continente Antártico

La Antártida se ubica en el polo sur del planeta y debe su nombre a la ubicación antagónica que tiene respecto al territorio Artico, aunque inicialmente se creyó que era parte del continente americano, actualmente y debido a su gran extensión la Antártida es considerada un continente.

Oficialmente abarca todo territorio marítimo, terrestre y aéreo ubicado mas allá de la latitud 60° SUR (Mapa N° 01). Su descubrimiento oficial se da en 1820, por el ruso Fabián Glotieb Von Bellingshausen, confirmándolo ese mismo año un geógrafo británico y un cazador de ballenas, de apellidos Bransfield y Pálmer respectivamente.

Hacia mediados del Siglo XX mas de doce naciones habían hecho reclamaciones territoriales sobre el continente antártico con la consecuente instalación de bases sobre el continente, este clima político cambia hacia 1957, año Geofísico Internacional, en el cual catorce países ligados directa o indirectamente a la Antártida se reúnen para firmar el Tratado Antártico (Washington, Diciembre de 1959), el cual suspende toda reclamación territorial, convirtiendo al continente en un recinto dedicado a la investigación científica con fines de aprendizaje y de carácter pacifista, libre de toda militarización.

Posteriormente se adhiere al Tratado, El Protocolo de Madrid o Tratado del medio Ambiente el cual se encarga de regir toda actividad humana dentro de la Antártida, protegiendo toda la fauna y el ambiente en general,

Todos los países firmantes fueron considerados miembros consultivos del tratado, con el consecuente derecho a intervenir sobre las decisiones que involucren al continente; posteriormente el tratado quedo abierto para la adhesión de otras naciones, las que en primera instancia serian admitidas como miembros adherentes, lo cual implica la posibilidad de opinar mas no así decidir sobre los acuerdos del tratado.

1.2 Características del Continente Antártico

Sobre la Antártida reposa la más vasta de las masas de hielo de la Tierra: en ella se reúne el 90% de los hielos del planeta; el manto helado, que se extiende entre los 63° de latitud SUR, tiene una superficie de 12,6 MKm², sumada a los 1,5 MKm² de las plataformas de hielo flotante, pero solo un 2% de la superficie del continente se encuentra libre de hielo.

Es considerado el continente mas frío del planeta (incluso que el Artico), en la meseta central la temperatura media varía en el rango de -50 a -60°C, habiéndose registrado temperaturas de hasta 88.3°C bajo cero (el 24 de Agosto de 1960 en la base Rusa de Vostok), mientras que en las áreas costeras marginales la temperatura media anual oscila entre los -10°C a -20°C.

A pesar de ello la Antártida puede ser considerada como un desierto debido a que las precipitaciones líquidas son casi inexistentes, con un promedio de 50mm al año, siendo las áreas costero marginales las que reciben mayores precipitaciones.

En el interior de la Antártida se da lugar el día perpetuo durante el verano antártico y la noche perpetua durante el invierno, en las zonas alejadas del polo este fenómeno se presenta con menor intensidad ya que durante el verano antártico se pueden apreciar algunas horas de mediana oscuridad durante las noches.

Las corrientes de aire que se producen en la superficie del continente dan origen a grandes ventiscas de nieve, denominadas "vientos Catabáticos", la que se originan en el polo sur, debido a las bajas presiones allí existentes, generándose flujos de aire muy fríos que al desplazarse hacia las costas y ayudados por la gravedad alcanzan velocidades de hasta 320 Km/h. En julio de 1972 se registraron vientos de 316 kilómetros por hora en la base francesa de Dumont d'urville. Los temidos vientos Catabáticos crean problemas como el "fenómeno de sensación térmica", que produce las condiciones en las cuales, por presencia del viento, la temperatura se

siente mucho más fría que en su ausencia; este hecho y la aparición de ventiscas impredecibles, aun cuando el cielo se encuentre totalmente limpio y claro, son factores que limitan en gran medida las actividades expedicionarias en el continente.

El continente antártico está cubierto por grandes masas glaciares, que alcanzan un volumen de 30 millones de kilómetros cúbicos de hielo, la mayor reserva de agua dulce del planeta, prácticamente libre de contaminación. También existe agua fósil, con todo un potencial de riqueza biológica y ambiental relictas.

El espesor medio del hielo es del orden de los 2.000 m a 2.500 m, lo cual implicaría, en caso de sobrevenir su fusión, un incremento de nivel del océano comprendido entre 40 y 60 m, dependiendo el valor definitivo de tal elevación de nivel, del mayor o menor hundimiento que experimentara el fondo del océano consiguientemente al incremento de agua que gravitará sobre él.

El continente está rodeado totalmente de agua, constituyendo el llamado Océano Antártico, que reúne el 22% de las aguas oceánicas, es decir 77 millones de km², dividido en tres cuencas: indica, pacífica y atlántica, que se encuentran separadas por cadenas montañosas sumergidas.

Existen gran número de ballenas que guardan un gran potencial oleaginoso, y otras especies como los pingüinos, focas, lobos, skúas, etc., todos los animales adaptados para sobrevivir en temperaturas muy frías; aunque es necesario acotar que la mayoría de los animales migran durante el invierno hacia el norte.

Pero el Mar Antártico se encuentra además saturado de un pequeño crustáceo, rico en yodo y potasio, quien es además el principal elemento en la cadena trófica de este océano: el krill; que mide 8 a 70 mm y es una gran fuente de proteínas.

Con respecto a los recursos minerales, en la Antártida pueden hallarse: yacimientos minerales de hierro, cobre, plomo, molibdeno, titanio, cobalto, zinc, plata y oro. Así mismo yacimiento minerales no metálicos de calizas, cuarzo, grafito, fosfatos, arena y ripio.

En lo que concierne a los recursos energéticos, se ha hallado petróleo en un volumen de aproximadamente 45 billones de barriles y gas natural en una cantidad que supera los 115 millones de pies cúbicos, además de uranio y otros elementos radioactivos.

Como la presencia del hombre en el continente es relativamente muy reciente, este ha conservado un ecosistema prístino, manteniéndose libre de gérmenes patógenos, lo cual no significa que el continente no se vea afectado con los desbarajustes en el ecosistema del resto del planeta y la contaminación ahí latente.

La Antártida no tiene población nativa. Los científicos y grupos de apoyo, que normalmente no permanece mas de un año, son sus únicos habitantes. La población actual antártica está constituida en su mayor parte por científicos e investigadores de los países miembros del tratado antártico los cuales habitan en las bases científicas construidas o más bien ensambladas sobre el continente

Las bases científicas están dedicadas al desarrollo de diversas actividades de investigación, la importancia de las tareas de investigación radica en que apuntan a grandes objetivos y logros que pueden beneficiar a la humanidad en el futuro.

1.3 El Tratado Antártico

Después de suscrito en 1959, el Tratado Antártico entra en vigencia a partir de 1961 suspendiendo por 40 años las controversias sobre reclamos de soberanía en el continente.

Los principios básicos sobre los que se sustenta el tratado a través de sus catorce artículos, son:

- *Preservar la Antártida como zona de paz, utilizada exclusivamente para fines pacíficos, prohibiendo toda medida de carácter militar.*
- *Brinda total libertad de investigación científica, fomentando la cooperación internacional en este sentido.*
- *Congelar los reclamos territoriales, manteniendo un status quo, sólo constata las reclamaciones territoriales formuladas hasta 1959, sin admitir su legitimidad o ignorarlas. No admite ninguna nueva reivindicación territorial.*
- *Es el primer acuerdo de interés mundial que entraña el no armamentismo de una región.*
- *Prohíbe expresamente toda explosión nuclear y la eliminación de desechos radiactivos en el continente.*
- *Impone la necesidad de realizar actividades antárticas como condición para participar plenamente del sistema.*
- *Impone el consenso absoluto para la adopción de las decisiones en el sistema del tratado.*
- *Las disposiciones del presente Tratado se aplicaran a la región situada al sur de los 60° de latitud SUR, incluida las barreras de hielo.*

1.4 Protocolo al Tratado Antártico de Protección Ambiental

Este instrumento 27 artículos y cuatro anexos fue acordado en Madrid en octubre de 1991, entrando en vigor en enero de 1998.

El Protocolo surgió como una reacción de la posición ecologista frente a la Convención para la Regulación de los Recursos Minerales Antárticos, adoptada en 1988 y que definía los principios de un régimen de exploración y explotación minera en el Continente austral. Este

instrumento no entró en vigor debido a que no se logró que las Partes Consultivas lo aprobaran.

La protección ambiental Antártida tiene dos metas: la primera se relaciona con el mantenimiento de la alta productividad y relaciones ecológicas en el océano austral, y la segunda con el mantenimiento del ambiente en condiciones prístinas; ya que el principal valor a conservar en la Antártida es su carácter de fuente única de información prácticamente libre de contaminación u otros efectos humanos, para las ciencias geofísicas, geológicas y biológicas, útiles para la humanidad.

Por ello, el Protocolo establece como objetivo el compromiso para la protección del medio ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados. En concordancia a lo anterior, contempla que las actividades antárticas deben planificarse teniendo presente que se debe evitar cualquier efecto perjudicial al ambiente de la Antártida.

Obligando a los Estados a realizar evaluaciones previas que consideren el impacto ambiental acumulativo en el área, teniendo en consideración la duración e intensidad de las actividades, la disposición de medios tecnológicos y procedimientos adecuados así como la capacidad para responder a accidentes contaminantes.

El Protocolo de Madrid también señala que cualquier actividad relacionada con los recursos minerales, salvo la investigación científica, estará prohibida y establece un plazo de 50 años a partir de la entrada en vigor del Protocolo para que se pueda celebrar una revisión de esta prohibición

1.5 Antecedentes de la Estación Científica Antártica Machu Picchu

El Decreto Supremo N° 0005.88.RE, aprobó en Agosto de 1988, la realización de la segunda expedición científica en la Antártida, cuyo principal objetivo fue la construcción e instalación de la primera etapa de la Estación científica peruana "Machu Picchu", siguiendo los proyectos de planeamiento elaborados por la Comisión Nacional de Asuntos antárticos.

Esta labor fue encomendada al ejército Peruano a través de INDUMIL PERU (Industrias Militares del Perú).

El Perú fue reconocido como miembro consultivo el 9 de octubre de 1989, en la IX Reunión Consultiva Especial del Tratado, en mérito a la labor efectuada por el país a través de sus Expediciones Antárticas y sobre todo del Establecimiento de la Estación Científica Antártica "Machu Picchu" (ECAMP).

Posteriormente a este reconocimiento se continuó con las expediciones antárticas, lo cual entre otras cosas permitió la ampliación de la estación hasta en tres etapas, ya que a los módulos de vivienda y emergencia inicialmente edificados se adicionaron: un módulo casa fuerza, un módulo cocina – comedor y un módulo de ampliación de vivienda.

Toda actividad que se realice en el continente, y por ende en la ECAMP, está regulada por el sistema del tratado Antártico, es por ello que los fines de la mayoría de las bases son de carácter científico, a excepción de algunas pequeñas poblaciones como son Villa de las Estrellas (Chile) en la Isla Rey Jorge o la Base Argentina Esperanza. Aunque el carácter de estas dista mucho de un verdadero asentamiento humano ya que las pequeñas poblaciones que las habitan son renovadas cada dos años.

A diferencia de la mayoría de bases antárticas que son habitadas por delegaciones de expedicionarios que son renovados anual o bianualmente, estas villas reciben un promedio de diez familias que ocupan las viviendas existentes para dar vida a un pequeño asentamiento humano ya que cuentan con iglesia, escuela y hasta un banco durante el verano.

Actualmente la estación peruana funciona únicamente durante el verano antártico, el cual comprende los meses de Enero y Febrero de cada año, a diferencia de las otras ocho estaciones en la isla que funcionan permanentemente a lo largo del año.

Cabe anotar que el profundo carácter cooperativista y solidario reinante en la Antártida, permite desarrollar actividades científicas mancomunadas con los demás países. A esto sumamos la intensa camaradería que normalmente se guarda con las estaciones vecinas, ya que no debe olvidarse que los vecinos son con la única ayuda inmediata con la que se cuenta en la Antártida en caso de sobrevenir un percance.

Nuestros vecinos más próximos son las bases brasileña de Ferraz y la polaca de Arctowski, con las que se mantiene permanente comunicación para los reportes meteorológicos que se comparten mutuamente.

Esto último se hará posible en gran medida a que a partir de Diciembre del año pasado fue creado el Instituto Antártico Peruano (INAMPE), sobre la base de lo que fue la CONAAN (Comisión Nacional de Asuntos Antárticos), contando a partir de ese momento con una partida del Presupuesto Nacional de la República.

1.6 Política Nacional Antártica

Las razones básicas que hacen imperativa la política antártica desarrollada por nuestro País están enmarcadas en nuestra posición vigilante y de protección de nuestros intereses, en el sistema antártico.

Existen factores que sustentan nuestra presencia en el continente antártico, el primero de ellos es la preponderante influencia climática que la Antártida ejerce sobre los climas del hemisferio sur, entre ellos nuestro país; además de los hechos históricos y geográficos que nos unen al continente.

Es necesario asegurar la presencia de nuestro país en la Antártida para conservar el derecho a voz y voto en el foro que decide la administración del continente blanco; para ello se considera una prioridad contar con una base permanente, además de continuar desarrollando ciencia y asegurar la cooperación internacional.

Capítulo II: Caracterización del Medio

2.1 Caracterización del Medio Físico

2.1.1 Aspectos Geográficos

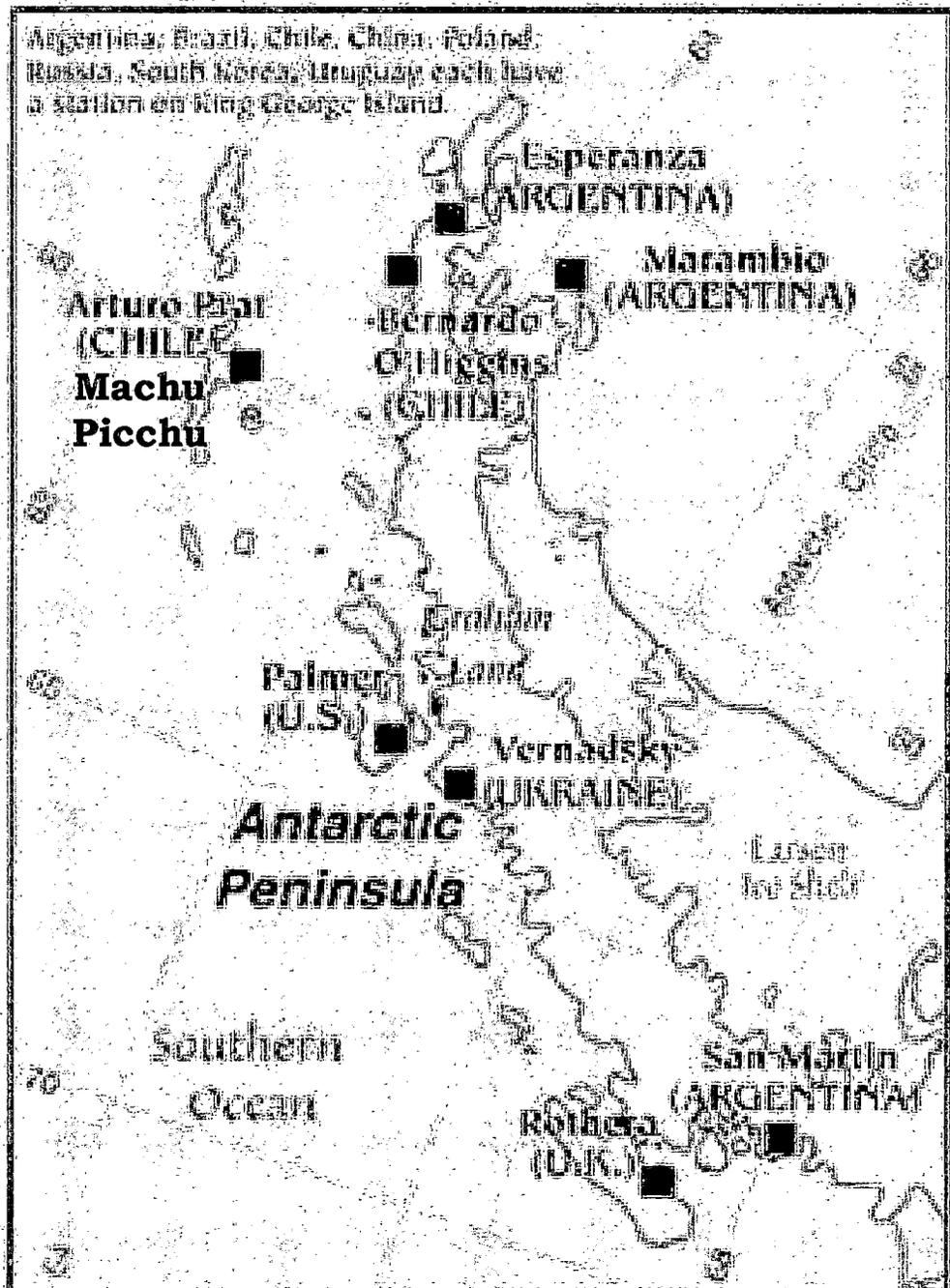
La Estación Científica Antártica Machu Picchu está situada en la Isla Rey Jorge, una de las islas Setlhand del Sur (Mapa N° 02), emplazadas en el extremo sur de la península Antártica, con coordenadas geográficas 62° 05' 30" de la Latitud Sur y 58° 28' 30" de Longitud Oeste.

Con respecto a su ubicación dentro de la isla, esta se halla en la Ensenada Mackellar, la cual a su vez se ubica en la Bahía de Almirantazgo; sobre un área de aproximadamente 200 000 m²; limita por el este y norte con una entrante del Océano Antártico a la isla, por el sur con una cadena de montañas y por el oeste con el frente de glaciares de la ensenada, tal como puede observarse en la foto N° 01.

El relieve en la zona de expansión no es muy uniforme, pero en comparación a la mayor parte de la isla es bastante propicia para la vida, mas aún si a esto se suma la cercanía al Océano Antártico.

Durante el invierno las montañas se cubren de nieve congelándose por completo; del mismo modo el mar circundante también se congela, permitiendo el transporte terrestre por encima de la recién formada capa de hielo.

En el verano se produce el deshielo de los glaciares, lo cual da origen a corrientes de agua helada que al llegar a las partes bajas conforman pequeñas lagunas de carácter temporal que desembocan en el Océano Antártico.



Mapa N° 02: Península Antártica, Isla Rey Jorge en el conjunto de Islas Setlhand del Sur.

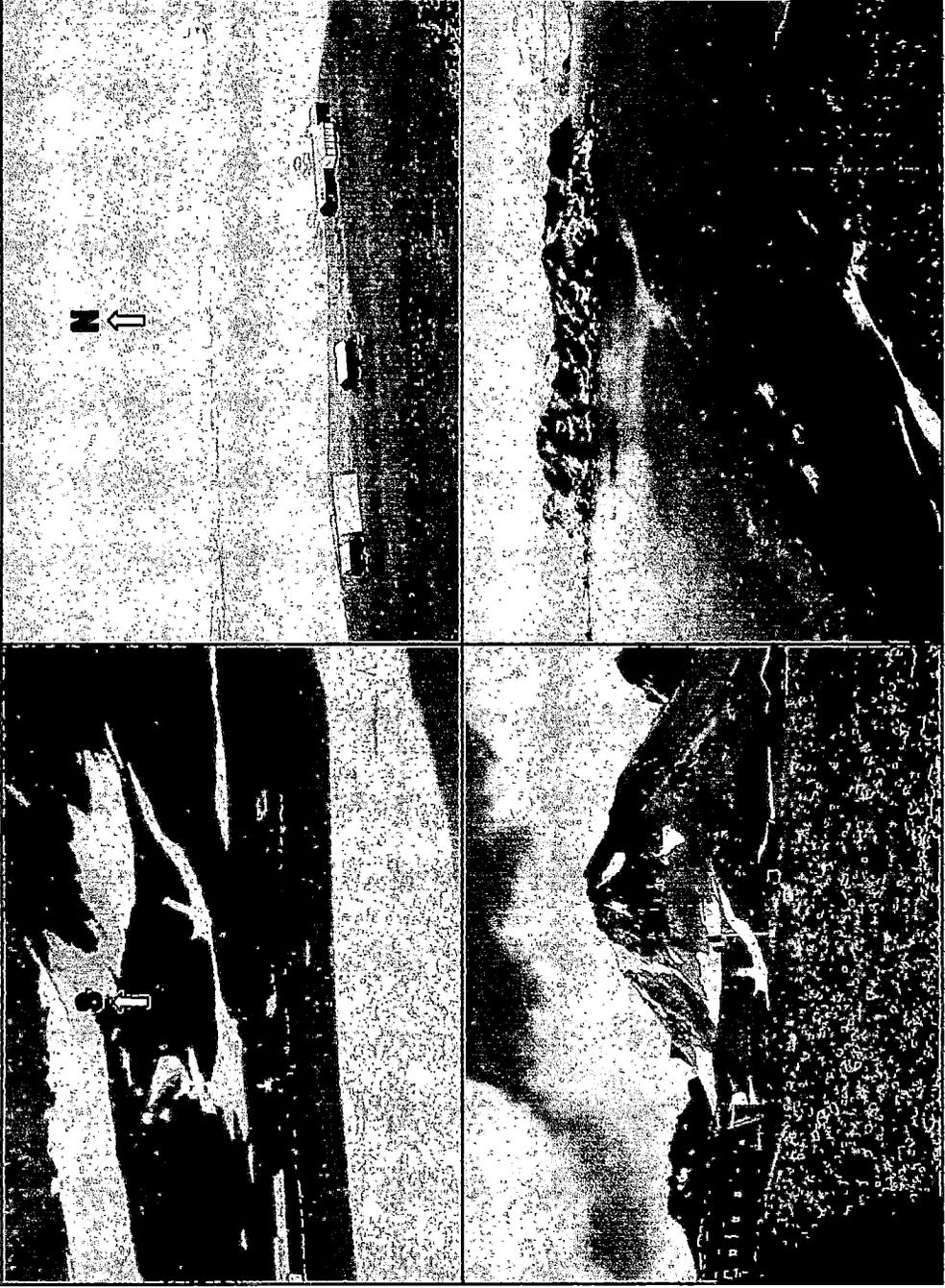


Foto N° 01: Vistas de la Estación Científica Antártica "Machu Picchu", que nos permiten observar sus límites.

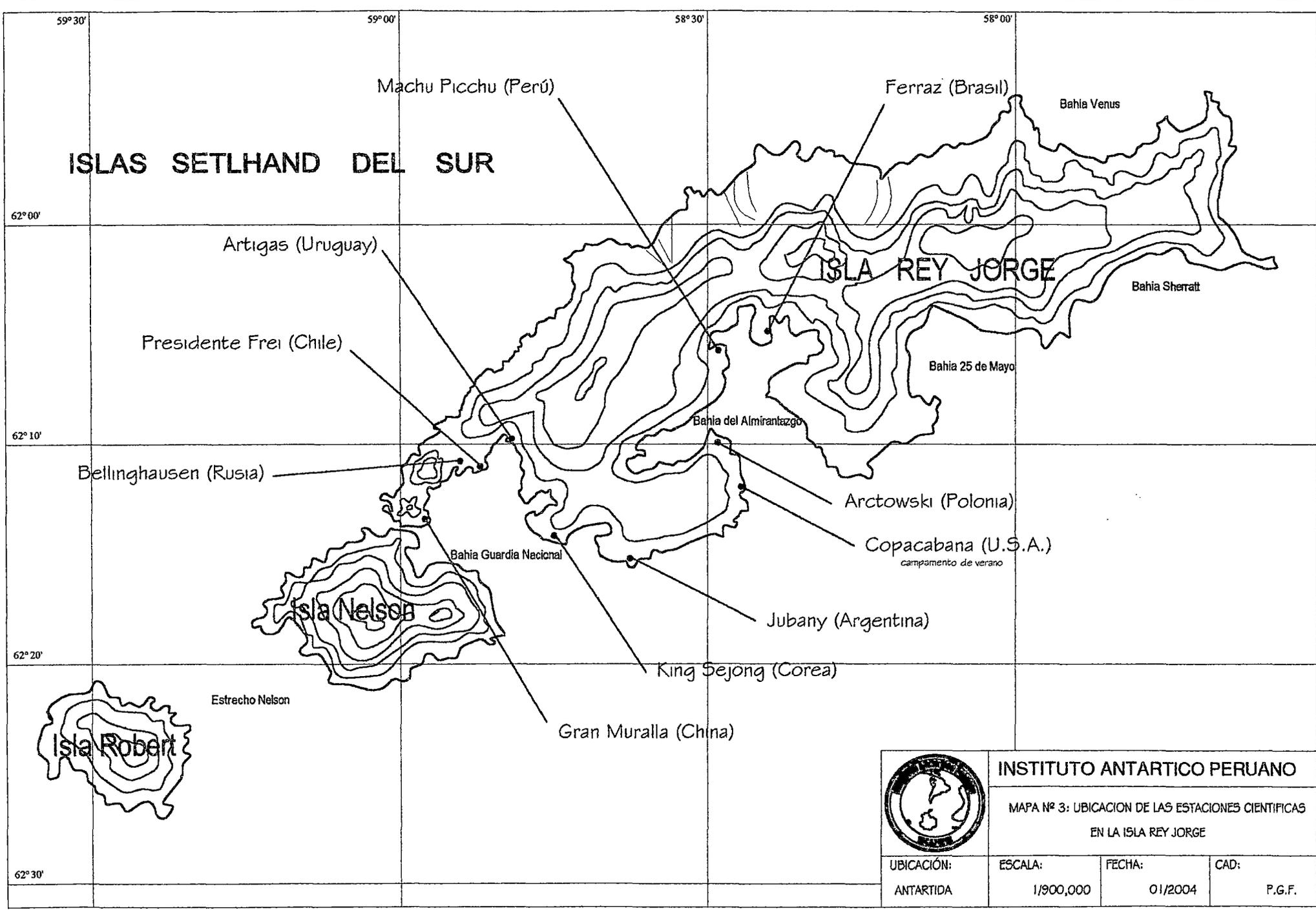
El agua proveniente de los deshielos posee una alta pureza, sin embargo el verano pasado pudo verificarse que en una de las dos lagunas formadas en los alrededores de la ECAMP, la tonalidad del agua era bastante oscura, esto se debía a la socavación del terreno limoso del fondo de la laguna, producida por la gran velocidad de la corriente.

Otro punto relevante en la geografía de la ensenada es el comportamiento de los glaciares, los cuales evidencian un marcado retroceso en los últimos años, esto causado posiblemente por el sobre calentamiento global. Durante el verano es común observar y hasta escuchar el continuo desprendimiento de grandes bloques de hielo de los glaciares cercanos, que al caer sobre el mar y ser arrastrados por el viento obstruyen el desplazamiento de las embarcaciones marítimas.

En la misma Bahía se ubican también las estaciones Científicas de Brasil (Ferraz), Polonia (Arctowski) y el refugio Americano de Copacabana, en otros puntos de la isla también se ubican las estaciones de Chile (Presidente Frei), Uruguay (Artigas), Rusia (Bellingshausen), Corea (King Sejong), China (Gran Muralla) y argentina (Jubany); conformando un total de 8 estaciones vecinas (Copacabana es un refugio) que tienen el carácter de permanentes, ya que funcionan todo el año (Mapa N°03).

2.1.2 Aspectos Climáticos

A diferencia de los rangos de los parámetros climáticos que se dan lugar en el Continente, el extremo de la península posee condiciones mucho más favorables para el establecimiento de la vida humana, pero esto no significa que estos no sean determinantes a la hora de la planificación, sobre todo en la época de invierno.



INSTITUTO ANTARTICO PERUANO			
MAPA Nº 3: UBICACION DE LAS ESTACIONES CIENTIFICAS EN LA ISLA REY JORGE			
UBICACIÓN: ANTARTIDA	ESCALA: 1/900,000	FECHA: 01/2004	CAD: P.G.F.

2.1.2.1 Temperatura.-

Dado que la mayoría de estaciones que se ubican en la Isla Rey Jorge tienen menos de veinte años de instalación, solo se cuentan con registros de temperatura de aproximadamente diez años atrás, lo cual sin duda nos permitirá conocer la evolución térmica que ha sufrido la bahía debido básicamente a la influencia de los cambios climáticos mundiales,

Adicionalmente se debe tomar en cuenta la distancia de la isla al polo sur, ya que esto permite que la temperatura no sea tan rigurosa.

Los registros tomados en la Estación Científica Comandante Ferraz, la estación vecina más cercana a la ECAMP, nos permiten observar que desde 1986 al 2002, la temperatura ha oscilado entre -28.5°C y 14.4°C , Notándose que durante los meses de Noviembre a Marzo se registran las temperaturas mínimas mensuales más altas (cuadro N°01), llegando inclusive la mayoría de registros de temperaturas medias mensuales a ubicarse por encima de los 0°C .

A lo largo de estos años la temperatura media anual se ha mantenido relativamente constante en un rango de -3.5°C a -0.6°C (gráfico N° 01), puede decirse lo mismo si analizamos las temperaturas medias mensuales (Cuadro N° 02) a lo largo de los últimos años, y aunque el rango de variación es más extenso, los valores se ajustan dentro de él.

Con respecto a las temperaturas máximas registradas en esos mismos años, se verifica que aún durante los meses de invierno las mínimas se hallan por encima de 0°C (cuadro N° 03).

año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	min anual
1986	-2.5	-3.7	-2.9	-10.0	-23.5	-21.0	-25.0	-20.0	-20.0	-13.5	x	-1.2	-25.0
1987	-2.4	-2.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1988	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-2.2	
1989	-2.5	-0.6	0.0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1990	-0.8	-1.5	-2.5	-17.0	-14.5	-13.4	-16.8	-19.0	-19.6	-8.8	-6.0	-2.0	-19.6
1991	-1.5	-3.5	-5.0	-13.0	-16.3	-20.0	-13.0	-20.5	-7.5	-8.5	-4.0	-1.9	-28.5
1992	-2.5	-7.0	-10.2	-10.2	-20.5	-21.0	-27.0	-22.0	-10.0	-11.0	-6.5	-1.8	-27.0
1993	-5.2	x	-6.1	-11.3	-11.0	-16.5	-15.9	-15.3	-13.4	-10.1	-8.0	-2.7	-16.5
1994	-1.4	-3.5	-5.3	-9.0	-12.0	-14.1	-23.5	-15.4	-10.5	-13.1	-4.0	-2.7	-23.5
1995	-1.3	-1.5	-5.2	-11.9	-11.7	-17.2	-27.7	-24.2	-19.6	-7.7	-10.9	-2.2	-27.7
1996	-1.8	-2.1	-7.4	-9.7	-11.1	-15.6	-15.5	-12.0	-13.7	-7.4	-6.3	-1.9	-15.6
1997	-1.9	-3.1	-5.4	-11.4	-11.3	-20.2	-23.1	-22.6	-18.2	-11.1	-12.0	-3.4	-23.1
1998	-0.9	-2.7	-3.0	-8.6	-10.8	-25.0	-16.9	-18.4	-21.9	-9.7	-4.6	-2.4	-25.0
1999	-0.9	-1.2	-4.2	-4.1	-6.3	-13.9	-15.1	-15.9	-15.5	-8.3	-5.6	-1.7	-15.9
2000	-3.2	-2.0	-3.5	-8.7	-9.8	-9.5	-10.4	18.2	-17.3	-5.2	-6.5	-3.2	-17.3
2001	-2.7	-1.0	-6.9	-13.8	-9.9	-14.2	-17.8	-10.2	-11.1	-6.3	-4.2	-1.7	-17.8
2002	-0.3	-1.8	-6.4	-5.6	-17.3	-20.6	-17.7	-13.9	-10.7	-16.9	-5.4	-5.1	-20.6

CUADRO N° 01: Temperaturas Mínimas Mensuales en la Estación Científica Comandante Ferraz

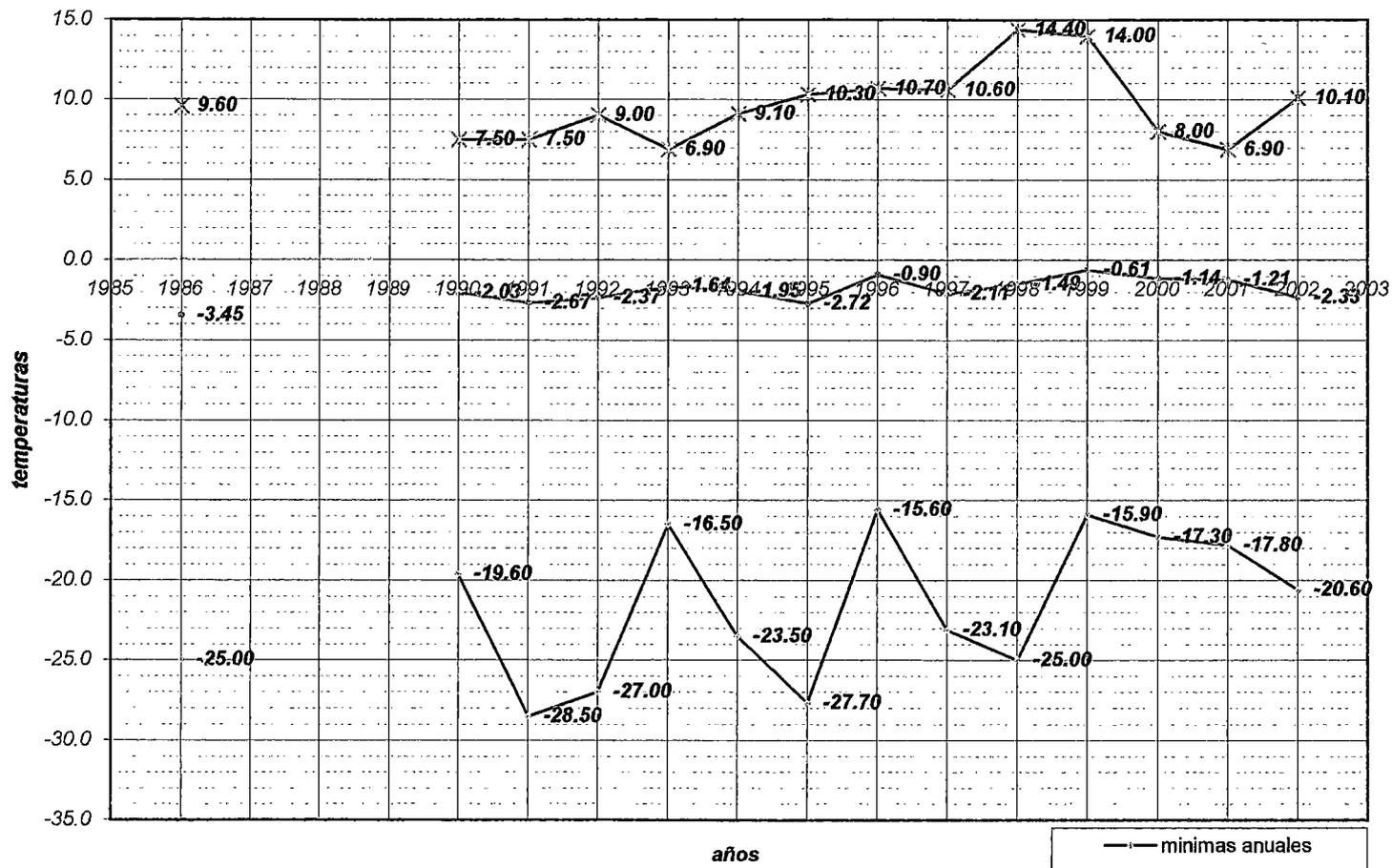


GRAFICO N°01: Registro de Temperaturas Medias

- minimas anuales
- x— maximas anuales
- medias anuales

año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	med anual
1986	1.2	1.1	1.7	-2.3	-4.7	-8.3	-8.5	-7.5	-6.1	-2.6	x	2.0	-3.5
1987	1.5	1.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1988	1.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.2	
1989	1.8	3.6	3.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1990	2.9	3.4	1.7	-4.5	-5.2	-4.7	-5.8	-5.8	-2.6	-2.0	-0.7	-2.2	-2.0
1991	1.3	0.2	0.7	-2.0	-6.9	-8.4	-6.4	-7.1	-2.6	-2.7	1.3	0.6	-2.7
1992	2.3	0.3	-3.0	-0.1	-8.3	-8.7	-7.4	-3.8	-2.0	-2.4	1.0	2.6	-2.4
1993	3.7	x	0.4	-1.1	-2.2	-3.9	-3.6	-3.8	-3.9	-1.8	0.2	0.6	-1.6
1994	2.0	1.4	1.2	-0.8	-4.0	-4.0	-11.1	-3.3	-3.3	-5.7	1.8	2.4	-2.0
1995	3.5	3.1	0.4	-1.2	-2.1	-6.4	-13.9	-11.3	-5.9	-0.9	-0.2	1.5	-2.7
1996	2.0	3.2	1.8	-1.5	-2.6	-5.2	-3.5	-3.6	-1.4	-1.4	0.0	1.4	-0.9
1997	2.9	2.0	1.6	-1.8	-1.6	-4.6	-6.7	-5.2	-7.2	-3.1	-2.5	0.9	-2.1
1998	2.9	2.7	1.9	1.9	-0.6	-5.6	-5.6	-7.3	-7.7	-1.6	0.3	0.9	-1.5
1999	2.8	2.7	2.0	1.5	-0.2	-3.6	-3.4	-5.3	-5.3	-1.1	0.9	1.7	-0.6
2000	2.1	2.8	0.9	-0.4	-1.6	-1.4	-3.0	-6.2	-6.0	-0.6	-0.6	0.3	-1.1
2001	1.4	0.2	0.2	-3.0	-0.5	-5.5	-6.5	-1.1	-0.9	-0.3	0.0	1.5	-1.2
2002	2.8	3.1	0.2	0.7	-5.7	-9.3	-7.7	-4.4	-2.4	-5.6	-1.1	1.5	-2.3
media	2.1	2.1	1.1	-1.1	-3.6	-5.7	-6.6	-5.4	-4.1	-2.3	0.0	1.3	-1.7

CUADRO N° 02: Temperaturas Medias en la Estacion Científica Comandante Ferraz

año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	max anual
1986	6.7	6.0	5.9	5.0	0.0	1.0	4.5	2.0	1.0	4.0	x	9.6	9.6
1987	5.4	6.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1988	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6.8	
1989	6.2	6.2	6.2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1990	7.5	7.5	6.0	1.0	3.1	0.9	2.1	1.1	4.0	2.2	2.7	9.9	7.5
1991	3.9	3.9	7.0	6.5	7.5	1.5	0.5	1.5	3.0	5.0	5.0	4.5	7.5
1992	9.0	5.5	8.8	3.8	2.6	2.0	2.7	4.0	4.0	5.0	7.3	8.0	9.0
1993	4.9	x	6.9	5.7	5.5	3.7	2.9	4.7	1.4	4.2	4.5	6.0	6.9
1994	7.9	5.7	9.1	7.2	3.9	2.5	2.0	3.6	4.2	1.5	8.5	9.1	9.1
1995	9.4	10.3	8.0	6.9	4.4	4.9	0.3	1.6	3.9	5.7	8.2	8.6	10.3
1996	7.0	10.7	7.3	8.8	4.5	3.7	4.4	7.8	6.2	7.1	5.7	7.7	10.7
1997	8.7	6.6	8.1	7.0	2.3	7.3	6.0	3.2	2.2	3.5	10.6	6.0	10.6
1998	9.9	8.2	9.1	10.9	6.1	5.6	4.2	4.4	3.6	3.8	14.4	5.5	14.4
1999	14.0	7.0	7.0	7.5	6.0	3.9	4.1	0.9	3.6	4.9	6.1	7.4	14.0
2000	5.7	6.8	7.1	4.7	5.2	3.8	4.1	1.3	1.1	4.1	8.0	4.5	8.0
2001	6.0	6.9	6.1	4.3	6.2	4.6	0.9	1.7	5.7	4.9	4.4	6.8	6.9
2002	10.1	8.5	6.0	7.6	3.1	1.7	2.7	2.9	7.7	5.5	5.4	9.0	10.1

CUADRO N° 03: Temperaturas Máximas Mensuales en la Estación Científica Comandante Ferraz

Esto nos lleva a concluir que aunque las temperaturas no son tan extremas como las que se dan en el continente, siguen siendo lo suficientemente bajas como para hacer necesaria la instalación de un adecuado sistema de regulación térmica o Calefacción, que haga posible la vida dentro de la base, ya que aun en verano puede percibirse el frío y ser una verdadera incomodidad, en el exterior esto puede ser combatido con una adecuada vestimenta.

2.1.2.2 Vientos.-

La incidencia que ejercen los vientos sobre la planificación de cualquier proyecto en la península, así como en el resto del continente, es determinante. Esto se debe básicamente a la presencia de los denominados vientos Catabáticos

Según los registros tomados en la Base de Ferraz en los años comprendidos entre 1986 y el 2002, la velocidad promedio de los vientos en la isla fluctúa en el rango de 12.2 a 42.1 km/h (cuadro N° 04).

También debemos considerar la presencia de ráfagas de viento que en promedio triplican las velocidades medias normales, ya que carecemos de datos de estas últimas en Ferraz, consideraremos las tomadas en la Base polaca de Arctowski correspondientes al año 2002.

Esto último a fin de graficar la relación existente entre la velocidad promedio y la velocidad de las ráfagas (cuadro N° 05 y Gráfico 02), en donde además puede observarse que los registros son en promedio inferior a los tomados en Ferraz durante ese mismo año, lo cual se debe sin duda a la ubicación más abrigada de una base con respecto a la otra.

año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Prom anual
1986	19.8	16.2	24.5	14.4	12.2	16.6	19.0	15.1	15.8	14.9	x	28.8	17.4
1987	19.4	18.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0.0
1988	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20.5	0.0
1989	25.6	25.9	22.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0.0
1990	19.1	19.4	19.8	18.4	15.1	23.4	22.3	26.6	23.0	22.0	27.7	17.6	21.2
1991	16.2	19.8	19.8	19.8	20.9	21.2	24.8	25.9	24.5	23.8	27.4	19.4	22.0
1992	31.0	21.6	23.4	22.3	19.8	39.2	30.6	42.1	24.1	38.9	37.8	32.4	30.3
1993	15.1	x	18.7	20.5	22.0	22.7	22.0	16.6	25.2	22.3	18.4	13.3	19.7
1994	13.0	16.6	15.9	14.0	14.8	19.7	18.7	21.6	23.0	16.6	19.7	19.0	16.3
1995	18.0	19.1	25.6	24.1	20.5	29.2	26.6	20.5	27.0	29.5	22.0	18.7	23.4
1996	20.9	20.5	18.7	17.6	22.7	21.2	31.3	25.6	32.4	30.2	23.8	19.8	23.7
1997	19.8	14.0	25.2	20.9	20.2	19.8	20.9	25.9	21.6	21.6	17.6	12.6	20.0
1998	15.8	18.0	18.0	25.9	16.6	24.5	24.5	23.8	23.4	24.8	24.5	20.9	21.7
1999	18.0	24.1	20.5	24.1	18.7	26.6	26.6	30.6	24.8	26.6	22.3	20.2	23.6
2000	20.5	18.7	18.0	14.4	20.5	23.0	19.4	23.8	25.2	25.2	15.5	20.9	20.4
2001	17.6	15.5	19.8	23.8	22.0	25.2	20.2	29.9	28.1	29.2	27.0	27.0	23.8
2002	19.8	23.8	18.7	22.3	19.4	21.2	27.7	22.3	18.7	24.1	17.6	20.9	21.4
media	19.4	19.1	20.6	20.2	19.0	23.5	23.5	25.0	24.1	25.0	22.7	20.4	21.8

CUADRO N° 04: Velocidades de Viento registradas en la Estación Científica Comandante Ferraz (km/h)

Mes	Direc	velocidad (Km/h)	
		Normal	Rafaga
Diciembre	169	13.34	38.90
Enero	169	13.34	38.90
Febrero	242	12.48	32.29
Marzo	338	11.71	34.75
Abril	265	14.75	39.47
Mayo	225	12.42	35.42
Junio	254	14.27	35.83
Julio	321	10.55	33.78
Agosto	169	10.56	30.67
Septiembre	248	13.33	34.99
Octubre	242	12.98	33.65
Noviembre	186	7.79	20.11
Promedio	169	12.29	34.06

Cuadro N° 05: Velocidad Normal y Velocidad Ráfaga del Viento en la Estacion Polaca Artowski (Año 2000)

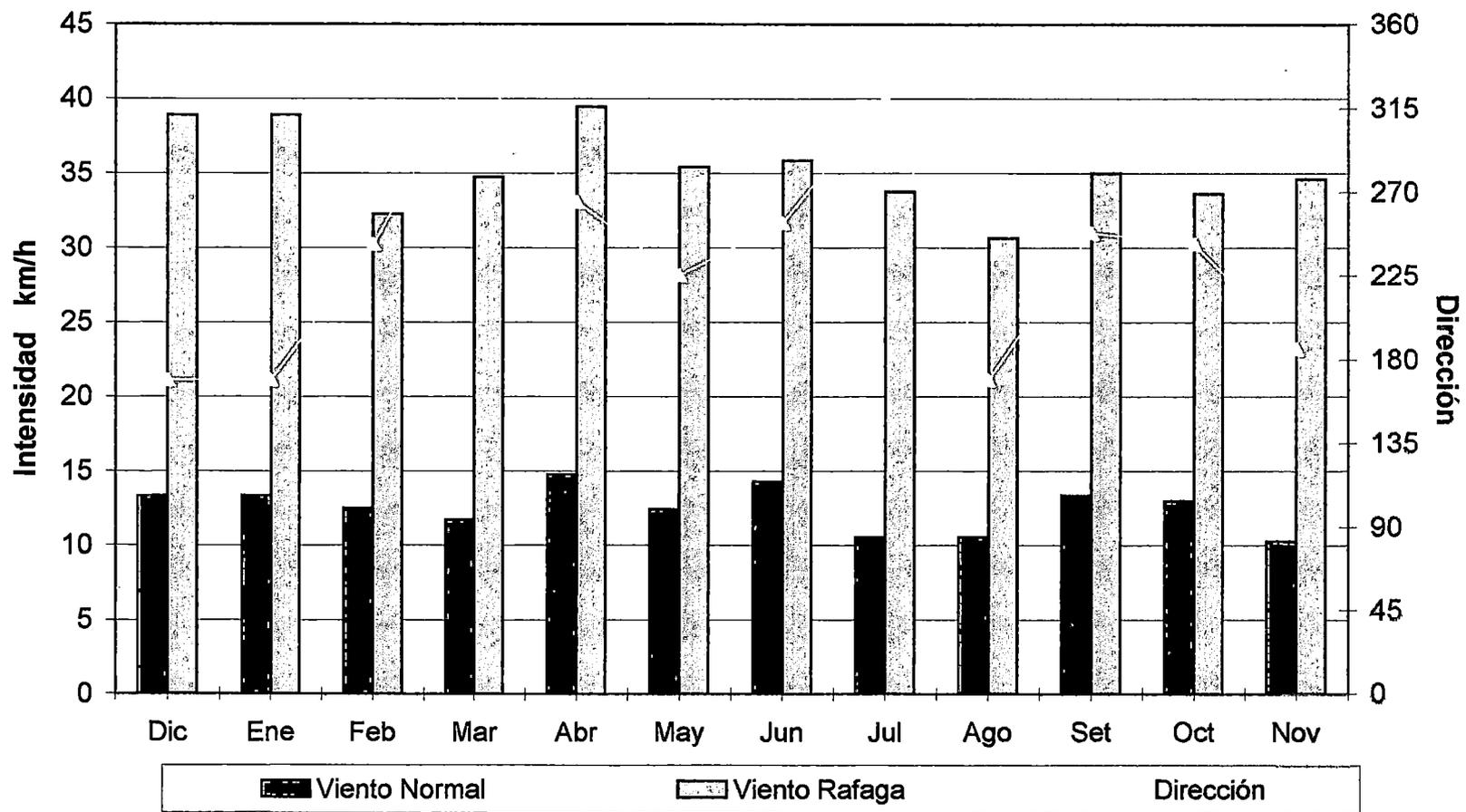


GRAFICO N° 02: Velocidad y Dirección del Viento en la Base "Arctowski" 2000

Aunque el viento puede considerarse como un factor negativo, este puede ser aprovechado para la obtención de energía eólica, a través de turbinas de viento.

En realidad los promedios de velocidad de viento en la Antártida, sobrepasan los necesarios para el aprovechamiento de la energía eólica.

2.1.2.3 Nieve

En cuanto a las precipitaciones sólidas, estas se dan mayormente en forma de nieve, la cual precipita aún en los meses de verano, aunque con menor intensidad. Pese a que no tenemos registros de la cantidad de nieve que cae, lo que sí tenemos es el número de días con nieve al mes registrados a lo largo de los últimos 15 años (cuadro N° 06).

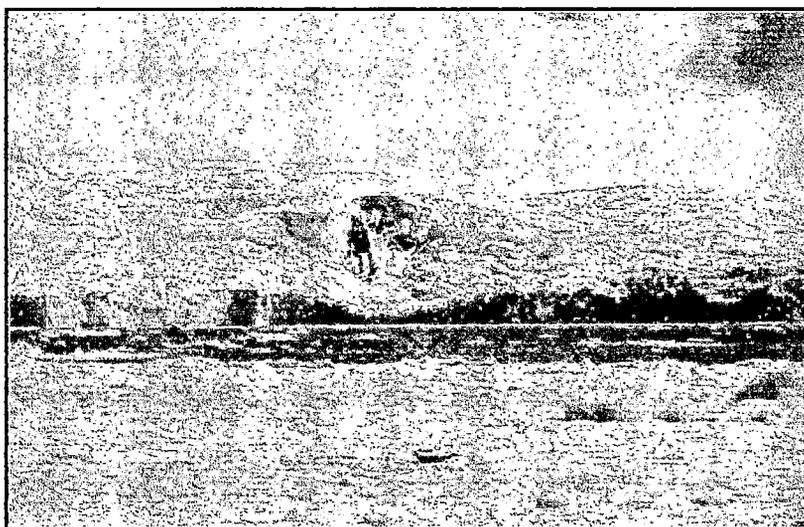


Foto N° 02: El ciclo natural en la Antártida se inicia cuando al caer la nieve esta se compacta formando capas de hielo, las que al llegar el verano se derriten.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1986	11	12	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1987	14	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1988	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1989	3	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1990	6	3	11	12	x	12	14	7	10	9	13	x
1991	x	x	9	13	11	13	13	9	4	x	5	7
1992	6	x	9	10	10	x	x	x	x	14	4	x
1993	11	4	9	15	11	18	16	16	18	15	13	11
1994	7	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3
1995	4	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1996	x	6	5	5	x	x	x	14	22	12	13	12
1997	7	7	x	x	x	16	16	x	x	x	x	7
1998	4	4	10	9	x	x	x	22	22	x	x	x
1999	3	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4
2000	10	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12
2001	13	15	x	x	x	28	27	x	x	x	x	9
2002	5	4	x	x	x	x	17	9	7	13	x	

CUADRO N° 06: Número de días con nieve en la Estación Científica Comandante Ferraz

En donde puede observarse que los meses con mayor registro de nieve van de Abril a Octubre, coincidiendo precisamente con los meses de invierno, habiendo llegado a registrarse 28 días con nieve en el mes de Junio del 2001.

Esta situación es bastante normal en la Antártida, inclusive en la península, ya que según refieren los expedicionarios invernales de otras estaciones, la acumulación de nieve es tal que obliga al autoconfinamiento de los expedicionarios en el modulo de vivienda, posteriormente para el retiro de la nieve es necesario, algunas veces, hacer túneles de hasta 8 m de longitud para acceder a las puertas de los módulos.

2.1.2.4 Sensación Térmica.-

Este fenómeno común en la región antártica, incluyendo a su península, es el aumento que se produce en el intercambio de frío en un cuerpo, por la acción del viento. Esto se puede explicar mejor a través del siguiente ejemplo de dos vasos de agua: colocando uno de ellos en la nevera ("friser") de un refrigerador que este a -10° c, él líquido se congela en 60 minutos, si se coloca el otro vaso en el mismo "friser", que interiormente tenga un ventilador funcionando, el agua se congelara en solo 10 minutos, debido al fenómeno de la "sensación térmica", que por acción del viento, ha producido una mayor transferencia de frío, del congelador al vaso.

En el Cuadro N° 07 se detalla el grado de sensación térmica que se produce para distintos grados de temperatura frente a distintas intensidades de viento. Podemos observar aquí los rangos peligrosos para la vida humana que se generan ante la nociva combinación de ambos parámetros climáticos.

Veloc. de viento		TABLA DE LA TEMPERATURA EQUIVALENTE DE ENFRIAMIENTO POR EFECTO DEL VIENTO																									
NUDOS	km/h	TEMPERATURA (°C)																									
calma	calma	10.0	7.5	5.0	2.5	0.0	-2.5	-5.0	-7.5	-10.0	-12.5	-15.0	-17.5	-20.0	-22.5	-25.0	-27.5	-30.0	-32.5	-35.0	-37.5	-40.0	-42.5	-45.0	-47.5	-50.0	
SENSACION TERMICA POR EFECTO DE ENFRIAMIENTO DEL VIENTO																											
3-6	8	7.5	5.0	2.5	0.0	-2.5	-5.0	-7.5	-10.0	-12.5	-15.0	-17.5	-20.0	-22.5	-25.0	-27.5	-30.0	-32.5	-35.0	-37.5	-40.0	-45.0	-47.5	-50.0	-52.5	-53.0	
7-10	16	5.0	-2.5	-2.5	-5.0	-7.5	-10.0	-12.5	-15.0	-17.5	-20.0	-25.0	-27.5	-32.5	-35.0	-37.5	-40.0	-45.0	-47.5	-50.0	-52.5	-57.5	-60.0	-62.5	-65.0	-67.5	
11-15	24	2.5	0.0	-5.0	-7.5	-10.0	-12.5	-17.5	-20.0	-20.0	-27.5	-32.5	-35.0	-37.5	-42.5	-45.0	-47.5	-52.5	-55.0	-57.5	-60.0	-65.0	-67.5	-72.5	-75.0	-77.5	
16-19	32	0.0	-2.5	-7.5	-10.0	-12.5	-17.5	-22.5	-22.5	-25.0	-30.0	-35.0	-37.5	-42.5	-47.5	-50.0	-52.5	-57.5	-60.0	-65.0	-67.5	-70.0	-72.5	-77.5	-80.0	-85.0	
20-23	40	0.0	-5.0	-7.5	-10.0	-15.0	-17.5	-22.5	-25.0	-30.0	-32.5	-37.5	-40.0	-45.0	-47.5	-52.5	-55.0	-60.0	-62.5	-67.5	-70.0	-75.0	-77.5	-82.5	-85.0	-90.0	
24-28	48	-2.5	-5.0	-10.0	-12.5	-17.5	-20.0	-25.0	-27.5	-32.5	-35.0	-40.0	-42.5	-47.5	-50.0	-55.0	-57.5	-62.5	-67.5	-72.5	-75.0	-77.5	-80.0	-85.0	-90.0	-95.0	
29-32	56	-2.5	-7.5	-10.0	-12.5	-17.5	-20.0	-25.0	-30.0	-32.5	-37.5	-42.5	-45.0	-50.0	-52.5	-57.5	-60.0	-65.0	-67.5	-72.5	-75.0	-80.0	-82.5	-87.5	-90.0	-95.0	
33-36	64	-2.5	-7.5	-10.0	-15.0	-20.0	-22.5	-27.5	-30.0	-35.0	-37.5	-42.5	-45.0	-50.0	-55.0	-60.0	-62.5	-65.0	-70.0	-75.0	-77.5	-82.5	-85.0	-90.0	-92.5	-97.5	
Vientos superiores a los 64 km/h producen un efecto adicional	PELIGROSO							MUY PELIGROSO las partes del cuerpo expuestas al viento, pueden congelarse en 1 minuto.							EXTREMADAMENTE PELIGROSO Las partes del cuerpo expuestas al viento pueden congelarse en 30 segundos.												
	PELIGRO DE CONGELAMIENTO DEL CUERPO HUMANO EXPUESTO AL VIENTO SIN LA APROPIADA VESTIMENTA																										

Tomado del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina

CUADRO N° 7: Temperatura equivalente por efecto del viento

2.1.3 Aspectos Geológicos y Geotécnicos

2.1.3.1 Aspectos Geológicos

Geológicamente Punta Crepín comprende una serie de rocas andesíticas y decíníticas de texturas porfídicas, de pasta holocristalina y de coloración verdosa que al ser observados al microscopio muestran abundancia de plagioclasas como: . Andesitas, labradoritas, oligoclasas y anortita, las cuales corresponden a secuencias volcánicas calco alcalinas de la edad jura - cretásica.

Este grupo volcánico se ha formado marginalmente al continente bajo un régimen de subducción, habiendo constituido durante el mesozóico un arco de islas, teniendo similitud geológica y de origen con las series volcánicas de la costa peruana de la edad jura – cretásica. En el cerro Machu Picchu se encuentran rocas también andesíticas porfídicas con plagioclasas zenosas bien definidas.

2.1.3.2 Aspecto Geotécnico

En lo que corresponde a las características geotécnicas, la zona sobre la cual se encuentran levantada la ECAMP cuenta con tres distintos tipos muy diferenciados de suelos, los cuales se encuentran en capas, aflorando indistintamente sobre la costa.

En un primer análisis se verificó la existencia de arena superficial, sobre la cual se halla rocas de un volumen promedio de 0.1 m³, lo cual aporta al terreno de cierta estabilidad; en la parte posterior de la estación sobre un área en que se ubica el radar se halla un suelo tipo arcilloso.

Gracias a la colaboración de algunos expedicionarios, se obtuvo muestras correspondientes a dos calicatas, la primera ubicada en la zona denominada radar (Foto N° 03) y la segunda en la zona próxima a los cerros posteriores a la ECAMP, la distancia promedio entre una y otra muestra es aproximadamente 150 m.

Dichas muestras fueron traídas a Lima, con el fin de ser analizadas, limitándose a determinar la clasificación y los límites de consistencia, dada las condiciones poco convencionales en las que se extrajeron dichas muestras.

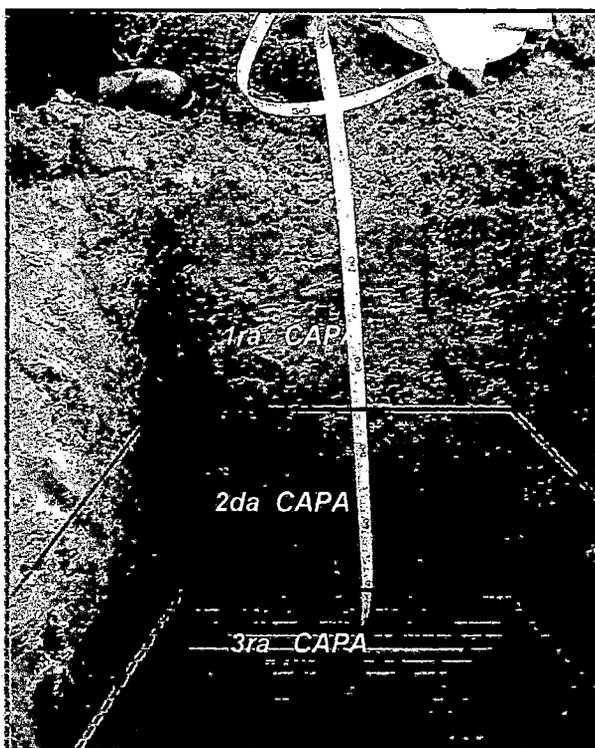


Foto N° 03: Calicata ubicada en la zona denominada "RADAR".

Los resultados de la primera calicata según se lee en el informe entregado por el CISMID son, que de los tres estratos de suelo, los dos primeros con 0.5 m de altura total

corresponden a una arcilla de baja plasticidad con una presencia de limos y arcillas de 88.6% a 96.6%, y una clasificación AASHTO de A-4 (6) y A-4 (7) respectivamente.

Mientras que el tercer estrato cuya profundidad no pudo determinarse corresponde a una arena pobremente gradada con limo, con un porcentaje de 88.9% de arena y clasificado según la AASHTO como A-2-4(0).

Con respecto a la segunda calicata, esta muestra superficialmente un estrato de un suelo clasificado como grava arcillosa con arena, así mismo el segundo estrato corresponde a una arena pobremente gradada, la que llega a tener un 99.2% de arena; según la clasificación AASHTO estos suelos son un A-2-6(0) y A-3-(1) respectivamente.

Si podemos llegar a una conclusión a partir de los resultados es que existen tres suelos muy diferenciados, encontrándose la arena por debajo de los limos y estos a su vez bajo la grava, mostrándose indistintamente sobre la ensenada ya que la erosión ha permitido observar capas mas profundas en la superficie.

2.2 Caracterización del Medio Humano

2.2.1 Población Estimada

Actualmente la Estación científica Machu Picchu funciona únicamente durante el verano antártico, albergando en esta época un máximo de cuarenticinco personas entre personal científico, logístico y ejecutivo. Para lo cual es necesario utilizar inclusive la casa de emergencia para fines de vivienda. Esa demanda elevada de albergues hace necesario un despliegue logístico importante,

similar al que se realiza en las otras bases durante esta época, que es la de mayor tráfico de personas en la isla.

A diferencia del verano, en donde se realizan la mayor parte de las actividades científicas en el continente, el Invierno es una época en la que el flujo de personas que transitan en la Antártida se reduce abismalmente, limitándose inclusive a las dotaciones que de año en año habitan las bases, permitiendo su funcionamiento y habitabilidad.

Si bien es cierto que la mayor parte de trabajos de mantenimiento de las bases se realiza durante el verano, a veces se presentan averías y contratiempos que es necesario superar, con rapidez y eficacia, además durante el aislamiento suelen presentarse problemas comunes de convivencia; todo lo anterior nos lleva a concluir que todas las personas que conforman la dotación de una base antártica, deben tener una característica multifuncional, además de cumplir con una serie de requisitos.

2.2.2 Características de la Población

Aun cuando el personal antártico debe ser seleccionado, tampoco se requieren condiciones físicas muy especiales, aunque si condiciones psicológicas de estabilidad emocional para ser parte de él.

El personal que conforma la dotación de una base, se puede clasificar en dos grupos muy diferenciados: el primer grupo lo conforma la dotación propiamente dicha y está conformada por el personal de operación y mantenimiento, generalmente personal militar, que es necesario para el funcionamiento de la base. El segundo grupo lo constituye el personal de investigación científica destinados a ejecutar los programas científicos previstos.

Debe considerarse que la mayor parte del personal científico solo labora durante el verano, mientras que la dotación antártica permanece por espacio de un año en la estación.

El número de científicos que permanecerá en la base, depende del número de actividades de investigación programadas durante el año; mientras que la dotación deberá estar compuesta por un mínimo de ocho personas y un máximo de doce, en todo caso, la cantidad de personas que constituyen la dotación debe ser la mínima indispensable; por esta razón, es necesaria la multifuncionalidad de los miembros, de modo que puedan desempeñar más de una labor.

El personal que integra una base debe recibir cursos de adiestramiento pre - antártico y debe someterse a pruebas que determinen su aptitud para soportar satisfactoriamente situaciones de aislamiento prolongado; como por ejemplo: test psicológico, examen médico, análisis de antecedentes, etc.

2.2.2.1 Perfil de los miembros de la Dotación

Como el objetivo del presente trabajo está enmarcado básicamente en el funcionamiento de la base durante el invierno, nuestra mayor preocupación es la atención de la dotación, por lo cual detallaremos las características y el perfil que cada uno de sus integrantes debe poseer.

- *Jefe de base: Es el de mayor graduación de la dotación, con el suficiente ascendiente para dirigir y hacer prevalecer su autoridad sobre todo el personal. tiene experiencia antártica, y debe estar compenetrado con los problemas de la vida en la región, además de conocer la administración científica de los problemas asignados*
- *Ejecutivo: Debe estar en condiciones de remplazar al jefe de base ante cualquier eventualidad; para ello tiene la*

preparación adecuada, debiendo inclusive, afrontar las tareas de apoyo a la labor científica fuera de la base, esto es, en las patrullas de exploración y en trabajos de campo.

- *Médico.- Debe ser preferentemente médico traumatólogo y cirujano; además debe ser capaz de realizar tareas de : odontología (curación, extracción y tratamiento), radiología, laboratorio (análisis de sangre y orina), anestesia, etc.*
- *Mecánico de instalaciones.- Debe tener experiencia en la construcción de instalaciones, mantenimiento de la red eléctrica, sistema de agua y desagüe, mantenimiento de cámara frigorífica y carpintería, para esto está en condiciones de desempeñarse como albañil, carpintero, gasfitero, etc.*
- *Operador y Mecánico de radio.- Además de su especialidad como operador y mecánico de radio, debe saber como realizar la instalación, mantenimiento y reparación de los equipos y antenas.*
- *Mecánico de motores.- Debe encargarse de realizar el mantenimiento y la reparación de los grupos electrógenos, vehículos y de todos los motores a combustión de que disponga a base además de operarlos.*
- *Meteorólogo.- Es el técnico que conoce como operar y mantener el equipo de observación meteorológica de superficie y/o de alta atmósfera.*

En cuanto al personal científico su perfil profesional está en función de los trabajos científicos por realizar, para su reclutamiento debe ser sometido a procesos selectivos similares al resto del personal operativo, dependiendo de su tiempo de permanencia en la base.

2.3 Caracterización del Medio Racionalizado

2.3.1 Infraestructura Actual

Actualmente la Estación Científica Antártica Peruana "Machu Picchu" está compuesta por cuatro módulos (Ver Plano N° 01 en el Anexo II), edificados sobre un área de aproximadamente 200 000 m², adicionalmente posee módulos portátiles para fines específicos.

Cabe señalar que durante la Segunda Expedición Científica Peruana en la Antártida (ANTAR II), se edificaron los tres primeros módulos; módulo casa fuerza, módulo de emergencia y el módulo de vivienda, este último ha sufrido modificaciones posteriores, al habersele anexado el módulo cocina – comedor y una ala de vivienda lateral (Ver Plano N° 04 en el Anexo II).

- **Módulo de vivienda:** El cual fue ampliado en expediciones pasadas, ocupando un área de 313.12 m², está distribuido de la siguiente manera: ala original: 5 dormitorios dobles, 4 dormitorios cuádruples, una sala, dos recibidores, una oficina, un gimnasio, una sauna y dos baños; ala de ampliación: 5 dormitorios dobles, un tópic, cuarto de duchas, un baño, una lavandería y un hall. En ambas alas las habitaciones están unidas por un corredor central.
- **Módulo cocina- comedor:** está unido al modulo de vivienda por un corredor muy corto, está distribuido por un comedor para 24 personas, una barra, una cocina, dos almacenes y un baño. Tiene un área de 84.75 m².
- **Módulo casa de fuerza:** cuenta con una habitación principal destinada al funcionamiento de los tres generadores, un almacén de ferretería, un taller de reparaciones y un baño, ocupa un área de 86.71 m².

- *Módulo de emergencia: Está distribuido en dos grandes ambientes, los cuales son utilizados como dormitorios múltiples, además cuenta con un baño. Ocupa un área de 52 m².*
- *Helipuerto: Es una losa de concreto armado destinada al aterrizaje del helicóptero de la base, ocupa un área de 50 m².*
- *Hangar Portátil: Es una estructura temporal destinada a dar albergue a las aeronaves, en este caso, el helicóptero usado para el transporte en la isla.*

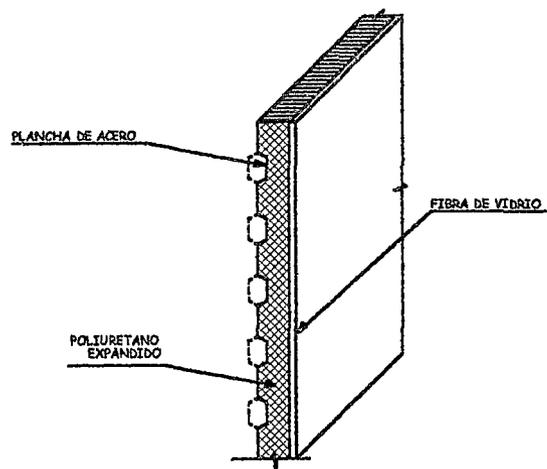
2.3.2 Características de la Infraestructura

La infraestructura arquitectónica original, es decir la que corresponde a los tres primeros módulos, está constituida por una unidad modular base, que viene dada por un panel típico de 1.20 x 2.40 m. Estos paneles están conformados por una plancha lisa de fibra de vidrio y otra plancha de acero acanalado, adheridas a un material aislante de poliuretano expandido (Gráfico N°03).

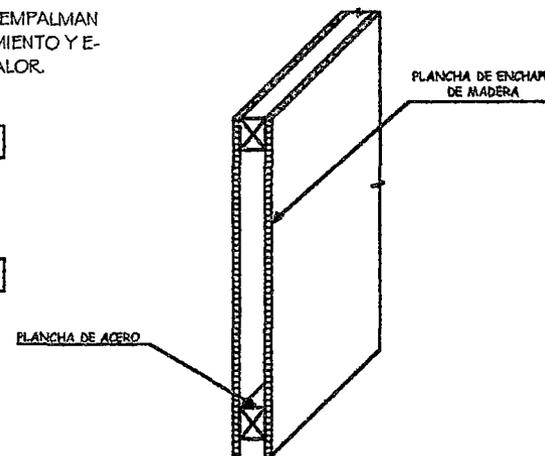


Foto N° 04: Estructuras metálicas que componen cada módulo de la Estación.

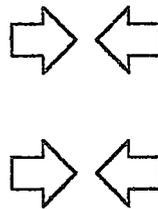
EXTERIOR



INTERIOR



AMBOS ELEMENTOS SE EMPALMAN
ASEGURANDO EL AISLAMIENTO Y E-
VITANDO LA FUGA DE CALOR.



las dimensiones típicas de los paneles exteriores
son de 1.20 x 2.40 m y un espesor de 0.10 m.
Estas unidades pueden ser usadas vertical u hori-
zontalmente dependiendo del diseño del módulo.

GRAFICO N° 03 : PANELES PREFABRICADOS

En el caso de los muros las unidades modulares base se encuentran unidas con soldadura muy fina a fin de evitar posibles pérdidas de calor; en el caso del falso techo las unidades inferiores se apoyan en las viguetas superiores, mientras que las superiores se encuentran suspendidas de la estructura metálicas de la cobertura por medio de perfiles de aluminio.

Los pisos se apoyan sobre una estructura metálica de soporte situada a 0.80 m sobre el nivel del terreno (Gráfico N° 04).

Con respecto al diseño estructural, la geometría de la construcción permite tolerar empujes de hasta 300Kg/m², generado por la una velocidad máxima de viento de 300 Km/h.

La estructura está compuesta por elementos metálicos, que se apoyan sobre dados de concreto, los que permiten distribuir la carga uniformemente sobre el terreno, además de anclar la edificación al subsuelo.

La estructura metálica está conformada igualmente por tijerales a dos aguas, los cuales poseen su propio arriostramiento, a diferencia de los perfiles verticales que se arriostran a los perfiles acanalados de fierro que confinan la tabiquería. Todos estos elementos son exteriores a la tabiquería y están unidos por pernos.

En cuanto a los acabados, estos en su mayoría son de madera (Foto N° 05), dado el efecto térmico que esta produce; en el techo se colocaron paneles acústicos de 0.90 x 1.20 m, conformando una superficie horizontal sujeta en los extremos del tijeral.

En el caso de la cocina y la lavandería, estas cuentan con enchapes de formica, mientras que los pisos son cerámicos.

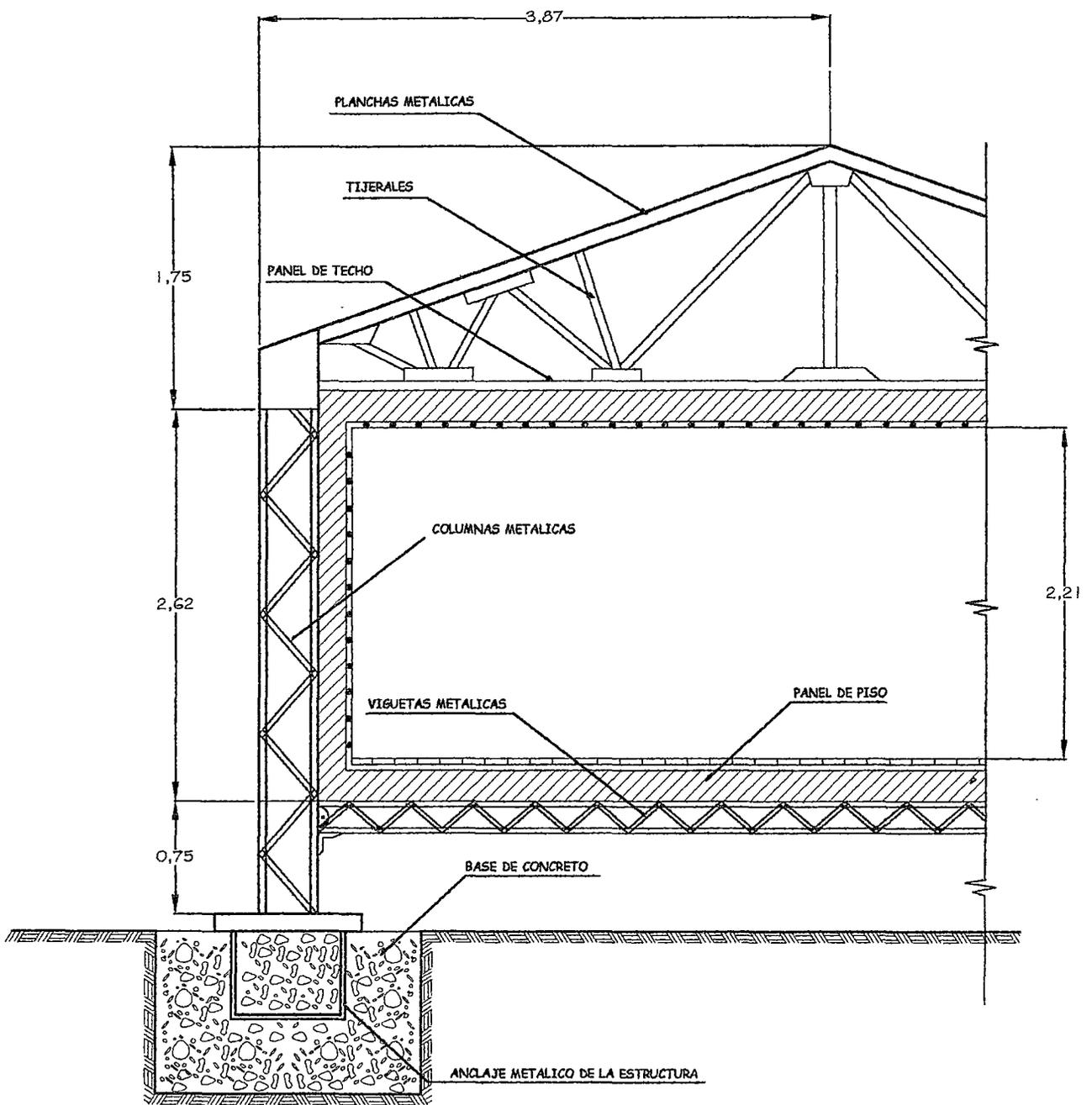


GRAFICO N° 04 : SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE LA ESTRUCTURA

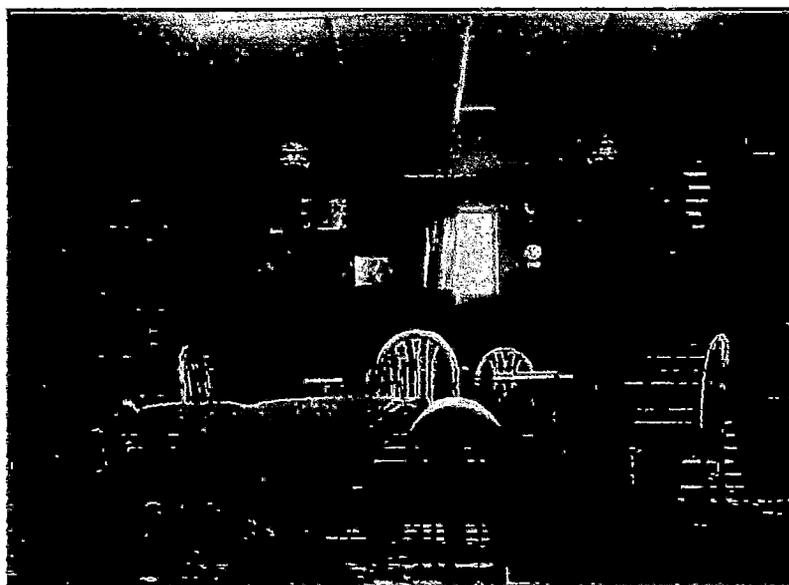


Foto N° 05: Los acabados de madera contribuyen a crear un ambiente cálido dentro de los módulos.

2.3.3 Actividades en la Estación

Las actividades que se realizan en la base tienen como finalidad permitir primero el correcto funcionamiento de la estación de modo que la vida dentro de esta se desarrolle sin problemas y en segundo lugar asistir el trabajo científico de modo que se permitan alcanzar los objetivos planteados para cada trabajo de investigación, adicionalmente también se realizan desplazamientos destinados a realizar reconocimiento de rutas, visitas a otras bases o exploraciones en general.

En el mar, las actividades están referidas básicamente a la pesca, recolección de muestras por buceo, levantamientos batimétricos, etc.

En general, las actividades de las bases, pueden subdividirse en cinco grupos: funcionamiento, abastecimiento, mantenimiento de instalaciones, investigación científica y exploración o patrullaje.

2.3.3.1 Actividades de funcionamiento

Son primordiales dado que permiten asegurar la vida y el confort de las personas durante su permanencia en la base. las más importantes son:

- *Servicio de abastecimiento de agua*
- *Servicio de operación de generadores eléctricos*
- *Servicio de radio (comunicaciones y de radio)*
- *Servicio de limpieza y reciclado*
- *Servicios técnicos (meteorología, comunicaciones, etc.)*
- *Servicio de alimentación y control de almacén.*

2.3.3.2 Actividades de Abastecimiento

Están destinadas, básicamente, a la descarga de aviones y barcos, al transporte de cajones, así como de su estibaje, almacenamiento y finalmente a la distribución de alimentos y combustibles.

2.3.3.3 Actividades de mantenimiento de instalaciones

Estas actividades, generalmente se realizan durante los meses del verano, en nuestro caso de Enero a Febrero y abarcan todas las reparaciones de edificaciones y la construcción de nuevos módulos, así como todas las obras necesarias para mejorar las condiciones de vida como la revisión anual de las instalaciones sanitarias y eléctricas.

2.3.3.4 Actividades de investigación científica

La actividad científica se realiza a través de programas de investigación siguiendo los lineamientos establecidos por el Comité Internacional de Investigaciones Antárticas (SCAR).

Los principales programas de investigación que se desarrollan en la Antártida, son los de: meteorología (atmósfera), ionosfera (alta atmósfera), oceanografía (física, química, y biológica), hidrografía, mareografía, fisiología y biología (humana, animal y comparada), geomagnetismo, auroras (australes), glaciología y nivometría, geología (minerales), radiación (solar).

En nuestro caso los programas de investigación científica se realizan a través de dos frentes: el primero se realiza en el buque oceanográfico de IIVARPE, mientras que el segundo frente se realiza en la ECAMP.

En el buque se desarrollan tareas de oceanografía química, física y biológica; además de labores de pesca para fines de investigación; todo estas actividades enmarcadas dentro de un crucero oceanográfico que por lo general inicia su recorrido en la Ensenada Mackellar hasta las Islas Elefantes.

En la ECAMP las actividades a su vez se subdividen en terrestres y marítimas, ya que se desarrollan actividades de buceo en las aguas cercanas a las costas de la ensenada con la ayuda de los zodiacs; así también se desarrollan programas de las ciencias de la tierra como geología, geotécnica, glaciología, biología terrestre (fauna y flora), en donde se realizan recorridos de exploración para la observación y recolección de muestras, así como para el avistaje y censo de fauna.



Foto N° 06: Actividades de Buceo de los Científicos peruanos.

2.3.3.5 Exploración y patrullaje

Esta importantes actividad tiene la finalidad de establecer rumbos y encaminamiento para la intercomunicación de la zona. También tiene la finalidad de contribuir a la toponimia antártica, con la identificación y nombramiento de los diversos lugares y accidentes notables, el patrullaje se hace por vía aérea y terrestre, empleando aviones, helicópteros, trineos y vehículo motorizados para nieve .

***Capítulo III: Areas de Intervención del
Plan de Desarrollo***

3.1 Identificación de las necesidades

Desde 1989, año en que se inicia su construcción, la Estación Científica Antártica Machu Picchu, ha sufrido algunas transformaciones y se ha sometido a sucesivas obras de mantenimiento; todo esto orientado a mejorar la infraestructura y ha sido sometida a sucesivas obras de mantenimiento, todo eso orientado a mejorar la infraestructura existente y a permitir su mejor funcionamiento.

Sin embargo todas las acciones tomadas estuvieron orientadas a preparar una base que sería utilizada durante los dos meses menos rigurosos del año antártico.

En este sentido reconvertir la base, implica no solo prepararla para atender una mayor demanda de recursos, sino sobre todo acondicionarla de todos los servicios necesarios para la supervivencia de sus habitantes; dotando a su vez a cada sistema de abastecimiento la capacidad de adaptarse a las condiciones climáticas sin interrumpir su funcionamiento.

Un reconocimiento actual de la base nos permite tener una idea de lo simple pero a la vez delicado de su funcionamiento, esto último radica en la importancia de cada proceso en la cadena de actividades que hacen posible la satisfacción de las necesidades de la base.

Las necesidades dentro de una base vienen dadas por todas aquellas manifestaciones y actividades que hacen posible primero: una saludable supervivencia dentro de ella y segundo el cumplimiento de todas las actividades programadas durante el año antártico, prestando especial atención a minimizar los impactos que

la naturaleza ejerce sobre el hombre y viceversa, de manera que puedan pueda coexistir en un ecosistema regulado.

En consecuencia subdividiremos estas necesidades en dos grandes grupos:

3.1.1 Necesidades Primarias:

3.1.1.1 Aprovechamiento de Agua

El deshielo es la principal fuente de abastecimiento de agua durante el verano, ello gracias a la existencia de glaciares en los alrededores de la base; se verificó una corriente de agua muy pequeña y cercana a la base, la que detiene su curso en una precaria presa de aproximadamente 1.5 m de longitud.

Desde este punto de toma el agua es bombeada a dos cisternas ubicadas en la parte contigua a la casa de fuerza, siendo nuevamente bombeada hacia un tanque elevado colocado sobre él modulo de vivienda, desde donde se redistribuye por gravedad. El resto de módulos se abastecen directamente desde las dos primeras cisternas

Los problemas que se han presentado y que eventualmente se presentarán si se abre la base durante todo el año, son esencialmente los siguientes:

1° La oferta de agua de la actual fuente de abastecimiento no es suficiente para abastecer la demanda del verano, lo que en su momento oblige a recurrir a una fuente más lejana a la base.

2° La relativa distancia de la base a las otras lagunas implica un despliegue de tuberías que alterarían la superficie del

relieve, y en contrapartida estaría expuesta al desplazamiento de las morrenas.

3° Durante el invierno cesa el deshielo de los glaciares, mas aun la superficie del agua acumulada durante el verano se congela imposibilitando cualquier intento de bombeo.

3.1.1.2 Aprovechamiento de Energía

Actualmente se abastece de energía a través de tres generadores eléctricos, dos de los cuales funcionan durante 12 horas diarias y un tercero destinado a labores de mantenimiento, como soldaduras, taladros, etc.

La demanda durante el verano antártico es cubierta por la oferta de energía existente, sin embargo durante el invierno se produce un incremento en la demanda de energía debido al uso permanente de los sistemas de calefacción y el calentamiento del agua.

Los problemas que se presentan por la utilización de este tipo de energía son:

1° Es uno de los tipos de energía de mayor costo, ya que los generadores se abastecen de combustible, el cual al ser transportado hacia la Antártida incrementa su costo considerablemente.

2° Es una de las energías menos limpias que hay, dado que la combustión del petróleo contamina el medio ambiente circundante.

3° El ruido que se produce por la actividad de los generadores contribuye notablemente a la contaminación acústica que genera la base y el ecosistema que lo circunda.

3.1.1.3 Aprovechamiento de Combustibles

El sistema de aprovisionamiento de Combustibles es bastante primario, ya que este es trasladado en el BIC Humboldt desde el Callao a la ensenada en los tanques del buque, al llegar a la ensenada son bombeados a cilindros de 50 galones, los que a su vez son trasladados a la orilla con los zodiacs, embarcaciones de goma muy pequeñas impulsadas por un motor, desde allí es trasladado con una camioneta a las cercanías de la casa de fuerza, en donde se conservan en sus propios cilindros.



Foto N° 07: Los cilindros para el combustible son transportados en la cubierta, mientras que el combustible se halla en los tanques del buque.

Esto propicia un despliegue de logística que involucra a todos los miembros de la estación, ya que el desembarque puede tardar hasta dos días, otro detalle marcado es la contaminación del combustible con agua de mar y viceversa, ya que lo uno como lo otro resulta muy perjudicial. Entre los combustibles necesitados en la estación se ubican al diesel 2, gasolina de 95 y turbo A1, destinado para el consumo del helicóptero de la base.

3.1.1.4 Sistema de Tratamiento de Residuos:

Se ha verificado la inexistencia de un sistema de tratamiento de residuos, en lo que respecta al manejo de residuos sólidos, si bien es cierto son retirados del continente en su totalidad estos no se someten a una previa selección y reciclado, lo que origina un consecuente sobre uso de recursos en lo que respecta al transporte al buque y en él.

Esto no ha repercutido de manera sustancial sobre el entorno básicamente porque el tiempo de permanencia en la estación es tan corto que evita grandes acumulaciones de residuos; aunque esto si se ve incidido por el mayor numero de personas que durante el verano habitan la base, cosa que es normal ya que durante el verano la mayor parte de estaciones albergan un numero de habitantes muy superior al que reciben durante el invierno.

En lo que concierne a los residuos líquidos, estos se clasifican en varios grupos recibiendo cada cual un manejo diferente, un ejemplo de esto es el hecho de que parte del agua utilizada en la estación puede ser reutilizada para fines específicos, así como es necesario un sistema exclusivo para los distintos tipos de aceites, combustibles y grasa que se producen tanto de uso domestico como mecánico.

3.1.1.5 Aproveccionamiento de Alimentos

Durante el verano el aprovisionamiento de alimentos y todos los enseres necesarios para la vida en la base, se trasladan en el buque, y el sistema de desembarque es similar al del combustible, luego de llegar a la base son trasladados a dos almacenes, dividiéndose en los alimentos y productos secos

que no necesitan refrigeración, y los alimentos frescos que si necesitan refrigeración.

Puede pensarse que debido a la baja temperatura no es necesario conservar los alimentos, pero esto no ocurre así ya que toda la base cuenta con un sistema de calefacción que al actuar sobre el ambiente interior, incluida la cocina, también actúa sobre los alimentos acelerando su deterioro, el problema surge porque en lugar de una cámara frigorífica se cuenta con dos congeladores, que durante el verano pueden darse abasto con dificultad.

3.1.2 Necesidades No - Primarias

Si hemos denominado a este grupo de necesidades como No primarias, es porque no debieran ser consideradas como necesidades secundarias. Ya que aunque las necesidades primarias conllevan una importancia trascendental al determinar el funcionamiento de la base; estas últimas no dejan de ser importantes ya que son necesarias para cumplir con los objetivos para los que la base fue creada

Estas necesidades están relacionadas básicamente con la infraestructura (módulos) faltante en la estación, así como también con el bienestar de sus habitantes a través de la recreación, salud. Etc. Así tenemos:

3.1.2.1 Infraestructura Científica

Actualmente la labor científica de gabinete se realiza dentro de las instalaciones del módulo principal, y aunque este no cuenta con las condiciones necesarias para tal fin, el

profesionalismo con el que se realizan estas actividades permite sobrellevar este inconveniente.

Sin embargo, es necesario implementar un modulo que permita el eficiente desempeño de la labor científica, además de garantizar las condiciones de comodidad y bienestar para el personal que ahí labora.

El laboratorio planteado, contará con las siguientes áreas:

- *Laboratorio Seco.*
- *Laboratorio Sucio.*
- *Laboratorio Húmedo Climatizado.*
- *Laboratorio Húmedo No Climatizado.*

No debe olvidarse que dicha estructura deberá ser colocada en un lugar bastante cercano al mar, de modo que el desplazamiento hacia la orilla sea inmediato.

3.1.2.2 Hangar

Durante las últimas expediciones se ha venido utilizando un hangar portátil basado en perfiles de acero y un forro de lona; lo que demanda su ensamblaje al iniciarse la campaña y su repliegue al concluir esta.

La fuerza de las ráfagas de viento, lograron en esta última campaña la rotura de una de las paredes de lona del hangar; por lo que es necesario la construcción de un hangar permanente que sirva para dar cobijo a las aeronaves, en este caso helicópteros, que realicen trabajos durante el verano. Así mismo deberá contar con

instalaciones para que su personal de planta pueda permanecer en el lugar.

De igual manera se han detectado derrames de combustible y aceite en muy pequeña escala ocasionados por la utilización de la aeronave; por lo que será necesario dotar a la losa de concreto que se instalará en el módulo de sistemas de drenaje que permitan la captación y posterior retiro de estos residuos.

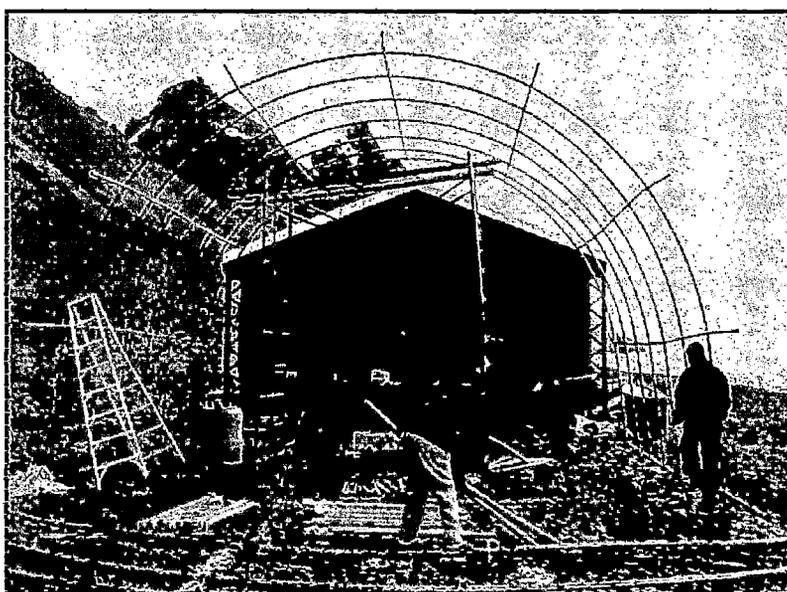


Foto N° 08: Ensamblaje del hangar portátil en la última expedición ANTAR XIV

3.1.2.3 Comunicación, Recreación y Sanidad

En este sentido será necesario dar carácter de permanencia a las instalaciones que para satisfacer cada una de estas necesidades han sido establecidas durante el verano en la ECAMP.

Para ello es necesario implementar estas con los equipos necesarios para atender cualquier eventualidad durante el invierno.

En el caso de la enfermería o tópico este deberá contar con equipo de cirugía menor, así como una gama de medicamentos propios para la región.

Para los fines recreativos será necesario instalar una sala de vídeos la cual puede ser ambientada dentro del módulo principal.

En cuanto a la comunicación será necesario en la medida de lo posible gestionar la instalación de cableado telefónico y de Internet, para superar el aislamiento al que los expedicionarios se verán sometidos durante todo el año.

Ya otras bases en la isla han dado avances en este sentido al contar con líneas telefónicas instaladas por las propias compañías telefónicas nacionales.

3.2 Desarrollo del Plan por Etapas

El desarrollo de las actividades para la reconversión de la base de verano a invierno debe darse por prioridades, considerando que esta debe seguir funcionando durante el verano antártico, hasta su definitiva puesta en funcionamiento permanente.

Como se han identificado la línea base de partida, describiendo las necesidades actuales y las posibles falencias de cada uno, es necesario acotar que todo el despliegue que se ha dado hasta hoy ha servido sin duda alguna a lograr el funcionamiento de la base, superando en el camino contrariedades, con soluciones inmediatas que han permitido la buena marcha de la estación, sin embargo pensar en un funcionamiento

permanente nos debe llevar a tomar con mayor cuidado todos los detalles de diseño, en los cuales debe prevalecer un concepto determinante: la previsión.

La previsión debe ser el motor de toda actividad puesto que nada debe ser dejado al azar, nada debe escapar a un plan de funcionamiento, porque esto significaría inevitablemente la no-funcionalidad de la estación y con ello se estaría poniendo en riesgo la vida de sus habitantes.

Por consiguiente un Plan de Desarrollo contempla en primera instancia la instalación de toda la infraestructura necesaria para satisfacer las necesidades Primarias. Aunque habría que tener en cuenta que los trabajos de mantenimiento e instalación por lo general se reducen a lo sumo cuatro meses en la Antártida, por lo que será necesario llevar en paralelo la instalación de los distintos sistemas de abastecimiento.

Dado el elevado costo que implican la instalación de estos sistemas, es natural que no puedan realizarse en una sola campaña antártica, por lo que sería recomendable iniciar los trabajos con los sistemas de abastecimiento d agua y tratamiento de residuos, de modo que estos puedan probarse durante las siguientes campañas antes del establecimiento definitivo.

Capítulo IV: Aproveccionamiento de Agua

4.1 Estudio de la Demanda

Almacenar un bien en épocas de abundancia para usarlo en tiempos de escasez, es un principio de supervivencia y de habilidad de gestión, a la cual el hombre se ajusta en ocasiones y concretamente en el aprovisionamiento de recursos hídricos.

Para determinar la demanda de los recursos hídricos, es necesario establecer consumos particulares durante el verano y el invierno, ya que entre ambas épocas ocurre un desbalance poblacional considerable. Para ello tomaremos como referencia el Reglamento Nacional de Construcciones en su norma S.200.

4.1.1 Demanda de agua durante el Verano

Como ya se ha dicho anteriormente, durante el verano ocurre un incremento considerable en el flujo de personal en la base, copándose la totalidad de habitaciones en el modulo de vivienda y en el modulo de emergencia inclusive.

Dotación de Agua por tipo de Módulo.-

- **Módulo de Vivienda.-**

Según la Norma S.222.2.03, los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación diaria de 25 l de agua por m² de área destinada a dormitorios,

Determinaremos primero el área total de dormitorios en el módulo:

$$A = 2.83 \times 2.35 \times 8 + 2.98 \times 2.70 \times 4 + 2.35 \times 2.70 \times 2.35 + 2.10 \times 2.10 \times 1$$

$$A = 115.178 \text{ m}^2$$

De donde:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria} &= 115.78 \text{ m}^2 \text{ dorm.} \times (25 \text{ lts} / \text{m}^2) \text{ dorm.} \\ &= 2879.45 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria} = 2.879 \text{ m}^3$$

Adicionalmente calcularemos la dotación de agua para la lavandería que según la norma S.222.2.19, viene dado por 40 lts. por Kg. de ropa.

Asumiendo un promedio de 50 kg de ropa diaria, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria} &= 50 \text{ Kg. De ropa} \times (40 \text{ lts} / \text{Kg de ropa}) \\ &= 2000 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria} = 2 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el consumo total de agua en el módulo de vivienda por día es:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo de Vivienda}} = D_1 = 2.879 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3 = 4.879 \text{ m}^3$$

- **Módulo Cocina Comedor.-**

El cálculo de la dotación de agua del módulo cocina – comedor se obtendrá a partir de la norma S.222.2.04 del R.N.C., en la que se establece una dotación según la siguiente tabla:

Area del comedor en m2	Dotación
Hasta 40	2000 lts.
41 a 100	50 lts. por m2 ←
más de 100	40 lts. por m2

Tabla N° 01: Dotación de agua para comedores.

Como el área del comedor viene dada por:

$$A_{\text{Comedor}} = 5.80 \times 8.00 = 46.40 \text{ m}^2$$

Calculando:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Comedor}} &= 46.40 \text{ m}^2 \times (50 \text{ lts} / \text{m}^2) \\ &= 2320 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Comedor}} = D_2 = 2.320 \text{ m}^3$$

- **Módulo Casa de Fuerza.-**

Dado que en este módulo funciona un taller y un almacén, calculamos la dotación para cada caso:

Según la norma S.222.2.09, la dotación diaria de agua para depósitos de materiales, equipo y artículos manufacturados, se calcula a razón de 0.50 lts. por m^2 de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 lts por día.

De donde:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Almacén}} &= 17.00 \text{ m}^2 \times (0.50 \text{ lts.} / \text{m}^2) \\ &= 8.50 \text{ lts.} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Dotación será:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Almacén}} = 0.50 \text{ m}^3$$

Según la Norma S.222.2.10 la dotación diaria para locales comerciales dedicados a garajes es de 2 lts. de agua por m^2 de área. Considerándose una dotación mínima de 500 lts por día.

De modo que:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Taller}} &= 49.32 \text{ m}^2 \times (2 \text{ lts} / \text{m}^2) \\ &= 98.64 \text{ lts.} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Dotación será:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Taller}} = 0.50 \text{ m}^3$$

Adicionalmente en la casa de Fuerza funciona una lavandería, para la cual es necesaria una dotación de 40 lts de agua por Kg de ropa.

Calculando:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Lavandería}} &= 50 \text{ kg de ropa} \times (40 \text{ lts} / \text{Kg de ropa}) \\ &= 2000 \text{ lts} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Lavandería}} = 2.00 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Casa Fuerza}} = 0.50 \text{ m}^3 + 0.50 \text{ m}^3 + 2.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Casa Fuerza}} = D_3 = 3.00 \text{ m}^3$$

- **Módulo de Emergencia.-**

Como este módulo cumple la función de una pequeña vivienda, tomaremos como referencia la norma S.222.0.1, según la cual la dotación de agua al día para un área de 52.00 m² es de 1500 lts.

De donde:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo de Emergencia}} = D_4 = 1.50 \text{ m}^3$$

- **Módulo Científico.-**

El módulo científico estará configurado de manera que su consumo de agua puede asemejarse al de un consultorio médico; esa analogía nos permite utilizar la norma S.222.2.18 en la que se establece una dotación de 500 lts. por día por consultorio. Considerando que existen dos laboratorios, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo Científico}} &= 4 \text{ lab.} \times (500 \text{ lts. / lab.}) \\ &= 2000 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo Científico}} = D_5 = 2.00 \text{ m}^3.$$

- **Módulo del Hangar.-**

Para el cálculo de la dotación de agua, consideraremos al hangar como área de estacionamiento y de lavado de vehículos, con un consumo total diario de 8 lts. por m² de área. De donde:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Hangar}} &= 425 \text{ m}^2 \times (8 \text{ lts. / m}^2) \\ &= 3400 \text{ lts} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Hangar}} = D_6 = 3.40 \text{ m}^3$$

- **Agua contra Incendios.-**

Para el cálculo de la dotación de agua en caso de siniestro por incendio, tomaremos como referencia la norma S.224.2, ítem b) en el que se señala un volumen mínimo de 15 m³ de agua almacenada. De donde:

Dotación Permanente *Contra Incendios* = $D_7 = 15.00 \text{ m}^3$

En consecuencia tenemos que la dotación total de agua que requiere la ECAMP viene dada por:

Dotación Total $_{ECAMP} = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7$

Dotación Total $_{ECAMP} = 4.879 + 2.32 + 3.00 + 1.50 + 2.00 + 3.40 + 15.00$

Dotación Verano $_{ECAMP} = 32.10 \text{ m}^3$

1.1.2 Demanda de agua durante el Invierno:

Como se ha estimado una población de ocho a doce habitantes en la estación durante el invierno, es deducible que el consumo diario de agua disminuya notoriamente, lo que se constituye en una ventaja dado lo dificultoso que resulta la obtención de agua durante esta época.

Dotación de Agua por tipo de Módulo.-

- **Módulo de Vivienda.-**

Según la Norma S.222.2.03, los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación diaria de 25 lts de agua por m² de área destinada a dormitorios,

Consideraremos un máximo de doce habitaciones útiles:

$$A = 2.83 \times 2.35 \times 12 \text{ m}^2$$

$$A = 79.80 \text{ m}^2$$

De donde:

$$\text{Dotación Diaria} = 79.80 \text{ m}^2 \text{ dorm.} \times (25 \text{ lts} / \text{m}^2) \text{ dorm.}$$

$$= 1995.15 \text{ lts.}$$

$$\text{Dotación Diaria} = 2.00 \text{ m}^3$$

Adicionalmente calcularemos la dotación de agua para la lavandería que según la norma S.222.2.19, viene dado por 40 lts. por Kg. de ropa.

Asumiendo un promedio de 10 kg de ropa diaria, tenemos:

$$\text{Dotación Diaria} = 10 \text{ Kg. De ropa} \times (40 \text{ lts} / \text{Kg de ropa})$$

$$= 400 \text{ lts.}$$

$$\text{Dotación Diaria} = 0.40 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el consumo total de agua en el módulo de vivienda por día es:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo de Vivienda}} = D_1 = 2.00 \text{ m}^3 + 0.40 \text{ m}^3 = 2.40 \text{ m}^3$$

- **Módulo Cocina Comedor.-**

El cálculo de la dotación de agua del módulo cocina – comedor se obtendrá a partir de la norma S.222.2.04 del R.N.C., en la que se establece una dotación según la siguiente tabla:

Area del comedor en m2	Dotación
Hasta 40	2000 lts.
41 a 100	50 lts. por m2 ←
más de 100	40 lts. por m2

Tabla N° 02: Dotación de agua para comedores

Como el área útil del comedor viene dada por:

$$A_{\text{Comedor}} = 5.0 \times 4.00 = 20.00 \text{ m}^2$$

Calculando:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Comedor}} &= 20.00 \text{ m}^2 \times (50 \text{ lts} / \text{m}^2) \\ &= 1000 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Comedor}} = D_2 = 1.00 \text{ m}^3$$

- **Módulo Casa de Fuerza.-**

Dado que en este módulo funciona un taller y un almacén, calculamos la dotación para cada caso:

Según la norma S.222.2.09, la dotación diaria de agua para depósitos de materiales, equipo y artículos manufacturados, se calcula a razón de 0.50 lts. por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 lts por día.

De donde:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Almacén}} &= 17.00 \text{ m}^2 \times (0.50 \text{ lts. / m}^2) \\ &= 8.50 \text{ lts.} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Dotación será:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Almacén}} = 0.50 \text{ m}^3$$

Según la Norma S.222.2.10 la dotación diaria para locales comerciales dedicados a garajes es de 2 lts. de agua por m² de área. Considerándose una dotación mínima de 500 lts por día.

De modo que:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Taller}} &= 49.32 \text{ m}^2 \times (2 \text{ lts / m}^2) \\ &= 98.64 \text{ lts.} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Dotación será:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Taller}} = 0.50 \text{ m}^3$$

Adicionalmente en la casa de Fuerza funciona una lavandería, para la cual es necesaria una dotación de 40 lts de agua por Kg de ropa.

Calculando:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Lavandería}} &= 5 \text{ kg de ropa} \times (40 \text{ lts / Kg de ropa}) \\ &= 200 \text{ lts} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Lavandería}} = 0.20 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Casa Fuerza}} = 0.50 \text{ m}^3 + 0.50 \text{ m}^3 + 0.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Casa Fuerza}} = D_3 = 1.20 \text{ m}^3$$

- **Módulo de Emergencia.-**

Durante el Invierno este módulo no es utilizado como alojamiento simultáneamente al módulo de vivienda, y en caso de siniestro contará con el abastecimiento destinado a los módulos siniestrados. Por todo ello no es necesario considerar la dotación de agua para este caso.

- **Módulo Científico.-**

El módulo científico estará configurado de manera que su consumo de agua puede asemejarse al de un consultorio médico; esa analogía nos permite utilizar la norma S.222.2.18 en la que se establece una dotación de 500 lts. por día por consultorio. Considerando que durante el invierno funcionará a lo mas dos laboratorios, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo Científico}} &= 2 \text{ lab.} \times (500 \text{ lts} / \text{lab.}) \\ &= 1000 \text{ lts.} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Módulo Científico}} = D_5 = 1.00 \text{ m}^3.$$

- **Módulo del Hangar.-**

Para el cálculo de la dotación de agua, consideraremos al hangar como área de estacionamiento y de lavado de vehículos, con un

consumo total diario de 4 lts. por m^2 de área, esto ultimo porque durante el Invierno la aeronave no se encontrará en la base. De donde:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria}_{\text{Hangar}} &= 425 \text{ m}^2 \times (4 \text{ lts.} / \text{m}^2) \\ &= 1700 \text{ lts} \end{aligned}$$

$$\text{Dotación Diaria}_{\text{Hangar}} = D_6 = 1.70 \text{ m}^3$$

- **Agua contra Incendios.-**

Para el cálculo de la dotación de agua en caso de siniestro por incendio, tomaremos como referencia la norma S.224.2, ítem b) en el que se señala un volumen mínimo de 15 m^3 de agua almacenada. De donde:

$$\text{Dotación Permanente}_{\text{Contra Incendios}} = D_7 = 15.00 \text{ m}^3$$

En consecuencia tenemos que la dotación total de agua que requiere la ECAMP viene dada por:

$$\text{Dotación Total}_{\text{ECAMP}} = D_1 + D_2 + D_3 + D_5 + D_6 + D_7$$

$$\text{Dotación Total}_{\text{ECAMP}} = 2.40 + 1.00 + 1.20 + 1.00 + 1.70 + 15.00$$

$$\text{Dotación Invierno}_{\text{ECAMP}} = 22.30 \text{ m}^3$$

1.1.3 Demanda Anual de Agua

Analizando los resultados de los ítems anteriores, tenemos:

Módulo/Estación	Verano	Invierno
Vivienda	4.90	2.40
Cocina – Comedor	2.30	1.00
Casa de Fuerza	3.00	1.20
Emergencia	1.50	0.00
Científico	2.00	1.00
Hangar	3.40	1.70
Parcial	17.10	7.30
Contra Incendios	15.0	15.0
Total	32.10	22.30

Tabla N° 03: Resumen del Calculo de Dotaciones.

En la tabla de Resumen, podemos verificar que el consumo durante el invierno decrece en un 30.53 %, pero si no consideramos la dotación permanente contra incendio este porcentaje se incrementa a 53.50%.

Durante el invierno el consumo de agua diario del modulo vivienda es el 10.76 % del consumo total de la base, esto significa que en caso de aislamiento del personal en este modulo por ventiscas de nieve; existe abastecimiento de agua para once veces el tiempo de abastecimiento normal.

Ahora haremos un cálculo de agua total a necesitarse durante el año, para lo cual consideraremos que el verano dura aproximadamente tres meses y que la reserva contra incendios es

una carga permanente que solo incidirá a lo más dos veces al año sobre la reserva total, por lo cual:

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual}} = (\text{Parcial}_{\text{verano}} \times \text{Incidencia}_{\text{verano}} + \text{Parcial}_{\text{Invierno}} \times \text{Incidencia}_{\text{Invierno}}) \times \text{Días}_{\text{año}} + 2 \times \text{Reserva}_{\text{Contra Incendios}}$$

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual}} = (17.10 \times 0.25 + 7.30 \times 0.75) \times 365 + 2 \times 15.00$$

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual}} = 3588.75 \text{ m}^3$$

Es un hecho conocido que dentro del Continente Antártico toda previsión debe ser tomada con un margen de abastecimiento adicional, por si se presentase algún tipo de Contingencias Climática o de orden logística. Por ello no es raro que consideremos un abastecimiento de agua dos veces igual al calculado ya que con ello garantizamos la dotación del recurso mas crítico dentro de la base. Entonces:

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual Real}} = \text{Abastecimiento}_{\text{Anual}} \times \text{factor}_{\text{Contingencias}}$$

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual Real}} = 3588.75 \text{ m}^3 \times 2$$

$$\text{Abastecimiento}_{\text{Anual Real}} = 7177.50 \text{ m}^3 \approx 7200 \text{ m}^3$$

4.2 Propuesta de Almacenamiento

Partiendo de las consideraciones tomadas en el capítulo tres tenemos que el principal problema de abastecimiento de agua se presenta durante el invierno en un periodo de aproximadamente nueve meses, lo cual hace necesario que el volumen de agua necesario para el abastecimiento de la estación deberá ser acumulado durante los tres meses que dura el verano Antártico, que es cuando se produce el deshielo de los glaciares circundantes.

Con respecto a los volúmenes de agua acumulados durante el verano, de estos puede decirse que cubren con exceso el volumen requerido ya que además del agua que queda aculada en las depresiones del terreno (en las laderas de los glaciares), gran parte del volumen de agua retorna al mar cuando estas acumulaciones se colmatan.

Por lo anterior resulta recomendable el represamiento o almacenamiento de esta agua dulce a decir de otros sistemas de obtención utilizados comúnmente en el Continente, como es el de Potabilización de agua de mar, cuyo método mas generalizado es el de Osmosis Inversa.

Este método no debe ser descartado del todo ya que no existe garantía futura sobre el comportamiento de los glaciares para abastecer de agua dulce a la zona, pero por ser una tecnología bastante costosa puede recurrirse por ahora a la utilización del agua dulce disponible, la cual en su gran parte se pierde en el mar como ya dijimos anteriormente.

Ahora, un sistema de represamiento o formación de una laguna artificial implica primero la impermeabilización de los fondos y la construcción de un muro o terraplén que represe el agua. Todo ello deberá hacerse sobre la base ya detectada de una de las lagunas que se forman durante el verano Antártico.

Adaptar una laguna existente a las dimensiones deseadas no concluye nuestra tarea, ya que es necesario construir dos cisternas de menores dimensiones cercanas a la base de modo que estas puedan captar el agua bombeada de la laguna y abastecer a los módulos correspondientes durante un mínimo de días que no permita el congelamiento del liquido; lo cual también hace necesario proteger dichas cisternas de la intemperie al menos durante el invierno.

El volumen de estas cisternas deberán además permitir el funcionamiento de al menos los dos módulos principales por un mínimo de 15 días en caso de que fuertes ventiscas de nieve imposibiliten el re-abastecimiento desde la laguna.

El bombeo desde la laguna deberá contar con una resistencia que permita el descongelamiento de la superficie congelada de la misma, adicionalmente las tuberías contarán con cintas térmicas especiales que eviten que el agua se congele dentro de ellas. Lo cual sugiere que después de cada bombeado las tuberías deberán desalojar la totalidad de agua contenida para evitar el congelamiento. Esta tarea es muy delicada por lo cual deberá ser dejada a cargo exclusivo de una persona responsable y entendida del tema.

El sistema de abastecimiento propuesto se esquematiza mejor en el Gráfico N° 05.

4.3 Identificación de posibles fuentes para la Propuesta de Almacenamiento

Un reconocimiento alrededor de la base nos permitió hallar dos acumulaciones o lagunas de agua dulce, que recogían aisladamente el agua proveniente de la misma cadena de glaciares. Describiremos las características de cada uno en la Cuadro N° 08

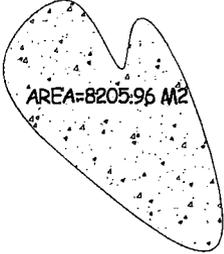
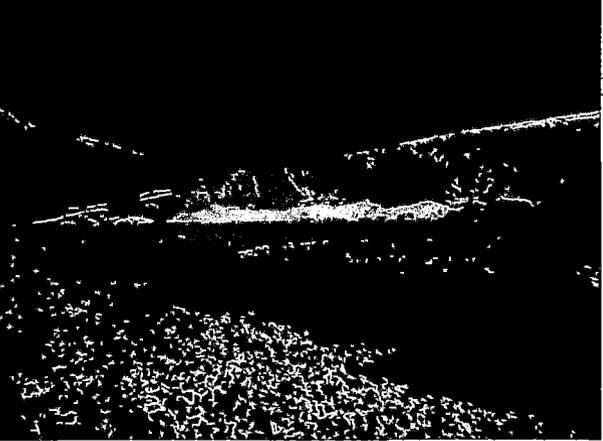
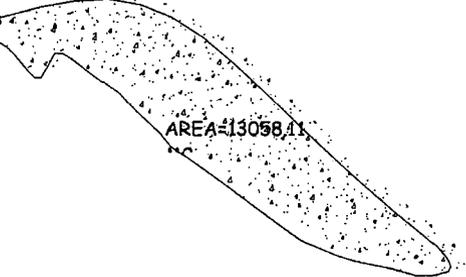
Según Dicho cuadro podemos establecer que la primera alternativa es la más recomendable a aplicarse por sus características morfológicas y el menor costo que implicaría su construcción dada su cercanía con respecto a la Estación.

Pero sin duda es necesario diseñar un sistema que pueda aminorar las desventajas que ofrece la primera alternativa, estas son:

1° Inestabilidad de los Fondos por poseer características limosas

2° Escorrentía de alta velocidad, lo que permite que los limos en el fondo sean lavados enturbiando el agua.

Estos problemas son fáciles de superar si se considera un diseño adecuado con un sistema de geomembranas para la impermeabilización de

LAGUNA	ESPEJO DE AGUA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
	 <p style="text-align: center;">AREA=8205.96 M2</p> <p style="text-align: center;">LAGUNA N° 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coordenadas:</i> • <i>Latitud S 62° 05.655'</i> • <i>Longitud W 58° 28.076'</i> • <i>Distancia a la Base: 400 m</i> • <i>Area Espejo de Agua: 8205.96 m2</i> • <i>Profundidad Promedio: 1.0 m</i> • <i>Volumen de Agua Acumulado Promedio: 8205.96 m3</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es más próxima a la Estación.</i> • <i>Posee un área de expansión para construir una presa pequeña.</i> • <i>La Velocidad de la Escorrentía es muy alta.</i> • <i>Fondo muy limoso, que por la velocidad de la corriente enturbia el agua.</i>
	 <p style="text-align: center;">AREA=13058.11 M2</p> <p style="text-align: center;">LAGUNA N° 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coordenadas:</i> • <i>Latitud S 62° 05.812'</i> • <i>Longitud W 58° 27.837'</i> • <i>Distancia a la Base: 850 m</i> • <i>Area Espejo de Agua: 13058 m2</i> • <i>Profundidad Promedio: 1.5 m</i> • <i>Volumen de Agua Acumulado Promedio: 19587.17 m3</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Distancia mayor hacia la Estación.</i> • <i>No posee mayor área que la superficial.</i> • <i>La Escorrentía es directa, por la proximidad del glaciar.</i> • <i>Volumen mayor de agua.</i>

Cuadro N° 8: Características de las lagunas cercanas a la ECAMP

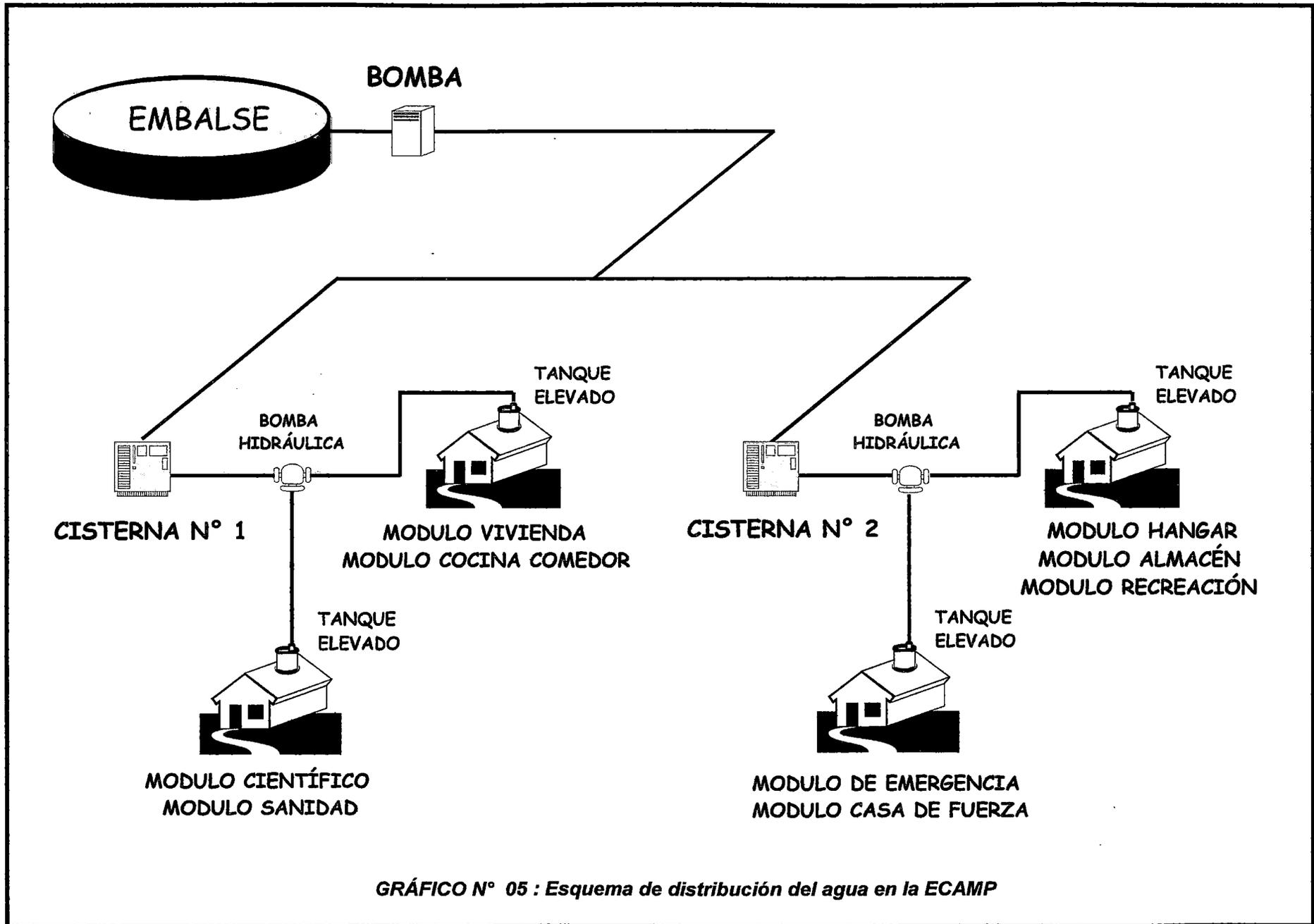


GRÁFICO N° 05 : Esquema de distribución del agua en la ECAMP

los fondos y paredes laterales de la presa, en cuanto a la construcción de las paredes laterales de la presa estas dependerán de la opción que se tome para alcanzar el volumen previsto, ya que el fondo puede bajarse hasta determinada cota, lo que por la cercanía al nivel del mar no es recomendable, dado el nivel freático existente.

No podemos dejar de lado que la segunda fuente mas usada para el abastecimiento de agua es el Océano Antártico. La ventaja de las bases localizadas sobre la península Antártica, permite en todo caso aprovechar los deshielos, lo que no significa que la potabilización del agua de mar no se constituya en una alternativa futura.

4.4 Consideraciones para el Diseño y Proceso Constructivo

El diseño es un factor determinante en la funcionalidad del embalse y economía, tanto en sus aspectos constructivos como de explotación.

En la elección del diseño incidirá una serie de criterios que deberán tenerse en cuenta. Como los de accesibilidad, topografía, medioambientales, posición respecto a las fuentes de suministro, climatología e hidrología, geología y geotécnica.

Ahora es necesario optar a partir de los criterios descritos anteriormente por uno de los siguientes tipos de embalse:

- Los embalses totalmente en excavación, o desmonte.*
- Los embalses totalmente en terraplén.*
- Los embalses mixtos (terraplén - excavación).*
- Los embalses de colina o cierre de dique.*

Como hemos considerado que el volumen mínimo de agua que debe acumular el embalse es de 7200 m³ y considerando las perdidas

consecuentes por filtración, evaporación y otros efectos comunes para estos casos, consideraremos un volumen mínimo de 12 000 m³.

Otro aspecto que ha sido tomado en cuenta para la determinación de dicho volumen, es que normalmente no toda la masa de agua es aprovechada, dado que la profundidad de la base del embalse imposibilita dicho proceso.

El esquema planteado deberá consistir en un embalse mixto cuya forma geométrica se ajuste a la línea perimetral del vaso. La colocación de una geomembrana como base de la pantalla de impermeabilización hace necesario recurrir a la máxima simplificación formal compatible a la adaptación del relieve y a la estructura geológica del emplazamiento. La sección típica del embalse se definirá por los taludes interiores del vaso, su inclinación estará en función de la estabilidad del suelo y de la pantalla de impermeabilización.

Aunque es normal que el estudio de un embalse debe basarse en las características mecánicas de cohesión de los suelos y de los ángulos de rozamiento; debe señalarse que las dimensiones mínimas del embalse y dado que su afianzamiento depende básicamente del deshielo y por ende del impredecible comportamiento de los glaciares, nos permiten ciertos márgenes de tolerancia en la realización de determinados estudios.

Definidos los taludes que configuran las paredes del vaso, la superficie del fondo es el último elemento formalizador de la geometría del embalse. La pendiente de fondo tendrá la finalidad de permitir el vaciado total del embalse a través del dispositivo de desagüe de fondo para su limpieza y mantenimiento, así mismo la altura de rebose debe permitir la desaceleración del flujo de agua con dirección al Océano Antártico.

Los trabajos previos para la construcción del embalse son: excavar, compactar e impermeabilizar. Previamente deben extraerse muestras representativas hasta el fondo probable de la excavación.

Conocidos los resultados, deberá tomarse las siguientes precauciones que se resumen en la siguiente tabla:

Tipos de Subsuelo	Problema	Solución
Rocas calcareas, yesos, etc.	Riesgo hundimiento	Cambio de emplazamiento
Turbas, cieno, residuos fangosos	Salida de gas	Drenaje
Arcillas blandas,	Asiento diferenciales	Geotextil y/o geomallas
Suelo con materiales orgánicos	Salidas de gas	Drenaje y canalización
Suelo con erosión interna por aguas subterráneas	Hundimiento	Drenaje y canalización
Nivel de la capa freática superior al nivel de la geomembrana	Levantamiento de la geomembrana	Drenaje de la capa freática y lastrado

Tabla N° 04: Soluciones prácticas para los problemas con el suelo en el emplazamiento de embalses.

Extraído de Internet, página Web de ALKOR Soluciones Ambientales

Aunque no contemos con muestras de suelo correspondientes a esta zona, las características físicas superficiales del mismo poseen semejanza con las muestras tomadas en la zona denominada "Radar", la cual se ubica a unos 200m del lugar donde se emplazará el embalse; todo lo cual nos lleva a suponer que probablemente nos estemos refiriendo a un mismo tipo de suelo.

Este tipo de suelo corresponde a una arcilla de baja plasticidad, clasificado según la AASHTO como un suelo A-4 (6) en la parte superior, mientras que por debajo de este estrato ubicamos arena pobremente grada con limos, con la clasificación AASHTO de A-2-4-(0).

Es evidente pues que la baja permeabilidad de la capa superficial de arcillas y limos ha permitido las acumulaciones existentes de agua, pues de no ser así estas hubieran percolado fácilmente en la arena. Por ende la solución correspondiente a este tipo de terreno en la utilización de geomembranas y/o geotextiles, esto último debe permitir la expansión del

volumen del recurso hídrico, dado que durante el invierno permanecerá congelado superficialmente.

Un esquema normal de la instalación de la geomenbrana es el que se puede visualizar en la siguiente foto:

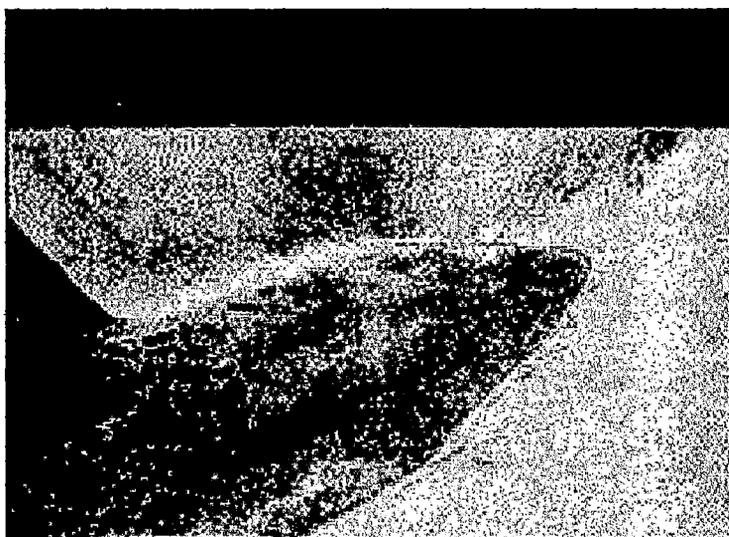


Foto N° 09: Instalación de la geomenbrana en la construcción del embalse.

Determinada las dimensiones del embalse se considerarán las instalaciones para el bombeo del agua considerando que es necesario instalar una resistencia eléctrica que permita el descongelamiento de la capa superficial de hielo y que de ese modo pueda bombearse el agua hasta los depósitos de acumulación.

Este mecanismo consiste en la instalación de una caseta de bombeo en el borde del embalse y el tendido de la tubería debidamente acondicionada con forros de poliuretano y conectados a su vez a una resistencia que evite el congelamiento del agua dentro de las tuberías, estas cintas térmicas por lo general requieren ser colocadas a una distancia de cada 15 m de tubería.

Tomando en cuenta cada una de las consideraciones dadas anteriormente, podemos hacer un planteamiento preliminar, el mismo que consiste en un

embalse circular de 140 m de diámetro, con una profundidad de tres metros, considerando la altura de rebose. Las tuberías de conducción serán de un diámetro de 5 pulg. En La siguiente foto podremos visualizar la distribución de cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua con una toma aérea de la Estación Polaca de Arctowski.

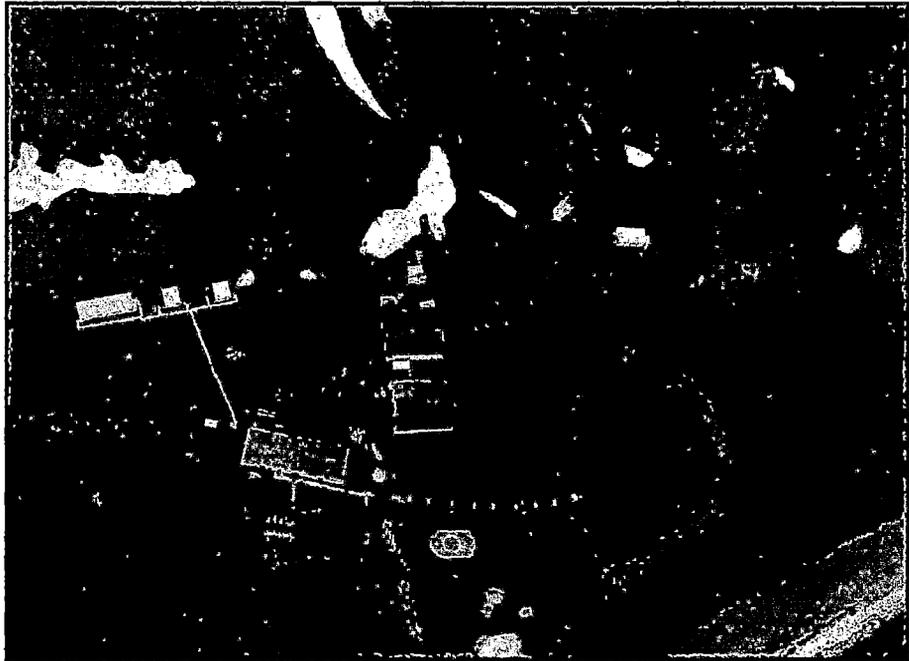


Foto N° 10: Vista Panorámica del sistema de Abastecimiento de agua de la Estación Polaca "Arctowski"

4.5 Transporte y Distribución

Una vez garantizado el abastecimiento de agua, esta llegará a la a base para ser almacenado en dos cisternas que abastecerán independientemente a la mitad de módulos de la base cada uno.

Consideraremos que él módulo de vivienda y el módulo de emergencia no pueden ser abastecidos por una misma cisterna. Puesto que de ocurrir un siniestro, se hace necesario que estos módulos cuenten con un abastecimiento independiente que permita su funcionamiento.

La línea de conducción que proviene del embalse se bifurcará en un punto próximo a la base para abastecer a cada cisterna. Estas cisternas deberán

almacenar un volumen mínimo de 15 m³ en su conjunto, para que en caso de incendio, pueda controlarse el siniestro con facilidad.

Para ello planteamos una dimensión de 3m x 2m en la base, con una altura de 1.2 m para cada cisterna. Estas dimensiones aseguran un abastecimiento permanente en los módulos principales para un funcionamiento de emergencia durante al menos 15 días de ventiscas invernales que hagan imposible el re-abastecimiento de las cisternas. Consideramos un funcionamiento de emergencia cuando el uso del agua se priorize únicamente para necesidades básicas.

***Capítulo V: Aprovechamiento de
Energía***

5.1 Estudio de la demanda estimada

Aunque actualmente conocemos por datos recogidos en el campo que la demanda de energía en la ECAMP no supera los 60 KW durante el invierno, es necesario prever el incremento que se producirá en el consumo de energía con la llegada del invierno, puesto que aunque el personal de la base disminuye, las necesidades en cuanto a calefacción y el calentamiento de agua a menor temperatura se incrementan.

Nos atreveríamos a estimar que estas incidencias se equilibran parcialmente, con la conclusión de que el consumo no se vería afectado en mas de un 20% de incremento.

Esto es fácil de sustentar si comparamos el consumo con otras bases, las mismas que en sus periodos picos logran un consumo máximo de 70KW, esto a decir de los administradores de energía en las bases vecinas de Ferraz y Artigas.

Sin embargo haremos un calculo de los requerimientos mínimos de energía eléctrica basándose en las cargas mínimas de alumbrado general de acuerdo a lo especificado en la tabla 3 –V del C.E.N. Tomo V – Parte I; de donde:

Tipo de Local	Carga Unitaria W/m²
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, Peluquerías y Salones de Belleza	28

<i>Asociaciones o Casinos</i>	18
<i>Locales de depósito o almacenamiento</i>	2.5
<i>Edificaciones comerciales e Industriales</i>	20
<i>Edificaciones para Oficinas</i>	23
<i>Escuelas</i>	28
<i>Garajes Comerciales</i>	6
<i>Hospitales</i>	20
<i>Hospedaje</i>	13
<i>Hoteles y Moteles, incluyendo apartamentos sin cocina</i>	20
<i>Iglesias</i>	8
<i>Unidades de Vivienda</i>	25
<i>Restaurantes</i>	18
<i>Tiendas</i>	15
<i>Salas de audiencia</i>	10
<i>En cualquiera de los locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:</i>	
<i>Espacios para almacenamiento</i>	2.5
<i>Recibos, corredores y roperos</i>	5
<i>Salas de reuniones y auditorios</i>	10
<p>(*) <i>En viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de huéspedes, de hoteles y moteles, todas las salidas de tomacorrientes de 20 A o menores (excepto aquellos para artefactos pequeños en viviendas indicados en 3.3.2.2 b) deberán ser considerados como salidas para iluminación general y no se requerirá incluir cargas adicionales para tales salidas.</i></p>	

Tabla N° 05: Cargas mínimas de Alumbrado General

Según lo cual podemos estimar la demanda como sigue:

- **Módulo de vivienda – Módulo Cocina - Comedor:**

Aún cuando le corresponde la clasificación de área de hospedaje, consideraremos que este funciona como un hotel debido únicamente a que el consumo permanente de la calefacción en su interior. Por tanto:

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo vivienda}} = \text{Carga unitaria en W/m}^2 \times \text{Área en m}^2$$

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo vivienda}} = 20 \text{ W/m}^2 \times 400 \text{ m}^2$$

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo vivienda}} = 8000 \text{ W}$$

- **Módulo de Emergencia:**

En este caso consideraremos dicho modulo como una unidad de vivienda , dado que debe estar preparado para funcionar como tal. Por tanto:

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo de Emergencia}} = \text{Carga unitaria en W/m}^2 \times \text{Área en m}^2$$

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo Emergencia}} = 25 \text{ W/m}^2 \times 50 \text{ m}^2$$

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo Emergencia}} = 1250 \text{ W}$$

- **Módulos Científicos:**

En este caso consideraremos a dichas áreas con un consumo semejante al de un hospital. De modo que:

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo vivienda}} = \text{Carga unitaria en W/m}^2 \times \text{Área en m}^2$$

$$\text{Demanda}_{\text{Módulo vivienda}} = 20 \text{ W/m}^2 \times 210 \text{ m}^2$$

Demanda Módulo vivienda = 4200 W

- **Módulo Casa de Fuerza:**

En este caso consideraremos a dichas áreas con un consumo semejante al de una edificación industrial. De modo que:

Demanda Módulo Casa de Fuerza = Carga unitaria en W/m² x Área en m²

Demanda Módulo Casa de Fuerza = 20 W/m² x 120 m²

Demanda Módulo Casa de Fuerza = 2400 W

- **Módulo del Hangar:**

En este caso consideraremos a dichas áreas con un consumo semejante al de un garaje comercial. De modo que:

Demanda Módulo Hangar = Carga unitaria en W/m² x Área en m²

Demanda Módulo Hangar = 6 W/m² x 425 m²

Demanda Módulo Hangar = 2550 W

En consecuencia tenemos una carga instalada para la base de:

C.I. ₁ = 8000 W + 1250 W + 4200 W + 2400 W + 2550 W = 18400 W

Ahora consideraremos 1500 W adicional para cada cocina como una carga de reserva o factor de seguridad, para las cargas pequeñas que se instalaran y consumirán en la cocina, como equipos de refrigeración, despensas, etc.

$$C.I._2 = 2 \times 1500 \text{ W} = 3000 \text{ W}$$

Por otra parte debemos considera las áreas libres que deberán iluminarse, que vendrían dadas por las zonas que conectan a los módulos. Para ello consideraremos una carga unitaria de 5 W/m², valor que si bien el C.N.E. no establece ningún valor, podemos tomar como referencia. Tenemos:

$$C.I._3 = \text{Área Libre (m}^2\text{)} \times 5 \text{ W/m}^2$$

$$C.I._3 = 1000 \text{ (m}^2\text{)} \times 5 \text{ W/m}^2 = 5000 \text{ W}$$

Con respecto al cálculo de las cargas mayores, calcularemos dicho consumo en primer lugar para las cocinas y hornos eléctricos. Para este caso consideraremos una cocina eléctrica con horno en el comedor y un horno eléctrico en el módulo científico. Los cuales tienen un consumo de 8000 W y 3000 W respectivamente. De donde:

$$C.I._4 = 8000 \text{ W} + 3000 \text{ W} = 11000 \text{ W}$$

Luego tenemos los calentadores de agua o thermas, para ello consideraremos 10 calentadores de 130 l cada uno, con una potencia de 1500 W, de lo cual tenemos:

$$C.I._5 = 1500 \text{ W} \times 10 = 15000 \text{ W}$$

También es necesario considerar el sistema de calefacción, el cual funciona temporalmente a través de equipo de calefacción eléctrica modelo EWT de 11 y 6 aletas.

$$C.I._6 = 2000 \text{ W} \times 18 = 36000 \text{ W}$$

En consecuencia, calculamos la Carga Instalada total:

$$C.I._T = 18400 \text{ W} + 3000 \text{ W} + 5000 \text{ W} + 11000 \text{ W} + 15000 \text{ W} + 36000 \text{ W}$$

$$C.I._T = 88400 \text{ W} = 88.4 \text{ KW}$$

Cálculo de la Demanda Máxima (M.D.):

Para el cálculo de la demanda máxima debemos considerar cada una de las cargas instaladas y aplicarles las tablas correspondientes dadas por el código Nacional de Electricidad y otras normas oficiales adaptadas al cálculo de la demanda máxima.

Por consiguiente, tenemos:

M.D.	Carga Instalada	Factor de Demanda	Total
M.D. ₁	18400	20000 x 0.50	10000
M.D. ₂	3000		
M.D. ₃	5000	6400 x 0.40	2560
M.D. ₄	11000	0.80	8800
M.D. ₅	15000	0.80	12000
M.D. ₆	36000	0.70	25200

Tabla N° 06: Máximas demandas parciales en la Estación.

La máxima demanda Total se hallará sumando las máximas demandas parciales:

$$M.D._T = 10000 W + 2560 W + 8800 W + 12000 W + 25200 W = 58560 W$$

$$M.D._T = 60 KW$$

Concluimos con que la demanda de energía de la base es de 60 KW.

5.2 Estudio de Fuentes de Generación de Energía Alterna

Entre los diferentes tipos de energía usualmente utilizadas en el continente Antártico están las siguientes:

- *Energía producida por generadores eléctricos*
- *Energía Eólica*
- *Energía Hidráulica*
- *Energía Solar o producida por generadores fotovoltaicos*

Estos tipos de energía individualmente ofrecen ventajas y/o desventajas de toda índole, llámese a estos ambiental, económico, de funcionamiento, eficiencia, etc. Para ello analizaremos cada una de ellas.

5.2.1 Energía Eléctrica producida por generadores eléctricos:

Es necesario acotar que en próximas campañas antárticas se tiene previsto la instalación de dos generadores eléctricos de 110KW, y el retiro correspondiente de los dos generadores principales allí existentes, esto cubriría la demanda estimada holgadamente.

En el Capítulo III, ya dimos algunos alcances de las ventajas y desventajas de optar por un sistema de abastecimiento de energía producida por generadores eléctricos; siendo los tres problemas principales:

- *Es un tipo de energía bastante cara si consideramos los costos de traslado del combustible a la base.*
- *Dada la utilización de combustibles fósiles para su funcionamiento, no resulta ser un tipo de energía muy limpia.*

- *Estos generadores suelen producir bastante ruido, generando la contaminación acústica del entorno en la que se ubica.*

En cuanto a las ventajas que ofrece la utilización de este sistema, tenemos:

- *Es un sistema de abastecimiento bastante seguro, ya que no depende directamente del clima.*
- *Los costos de instalación y mantenimiento son menores en comparación a otros sistemas alternativos.*

Sobre esta base trabajaremos en la posibilidad de mitigar algunos de los impactos así producidos:

- *El problema de la contaminación acústica disminuiría en gran medida con la instalación de paneles aislantes de sonido en el módulo casa de fuerza en el que serán instalados.*
- *Se debe considerar la posibilidad futura de reemplazar este tipo de fuente de energía por otras alternativas que resulten menos nocivas al medio ambiente Antártico.*

5.2.2 Energía Eólica:

La energía Eólica es aquella que podemos obtener de la fuerza del viento. La utilización del viento como una fuente de energía ha sido tema de interés en todo el mundo en la última década.

En el pasado el viento ha sido una importante fuente de energía, que se ha aprovechado en los molinos de viento, y en el bombeo de agua. El mayor interés que existe actualmente es la producción de electricidad a partir del viento con el fin de sustituir los costosos combustibles fósiles.

En este sentido ya se han realizado algunos estudios en el continente, cuyas conclusiones nos llevan a tomar muy en cuenta esta posibilidad, dada la presencia de los vientos Catabáticos, es claro que la fuerza del viento podría ser aprovechada para la generación de energía a través de generadores eólicos.

En la región Antártica, la dirección, constancia y velocidad del viento son tres variables que presentan un máximo en forma casi simultánea, conformando una de las regiones de mayor potencial eólico del planeta. Con un promedio de vientos de 10 m/s se puede estimar que en un km² se obtiene una producción de 23 GWh/año.

Entre las grandes ventajas que representa la utilización de la energía eólica están, el de ser inagotable y barata. Además no contamina el ambiente, ya que suprime radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión. Tampoco origina productos secundarios peligrosos o residuos contaminantes.

En lo que se refiere a sus efectos en cuanto al calentamiento global, se estima que la electricidad producida por un aerogenerador produce idéntica cantidad de energía que la obtenida por quemar diariamente 1000 Kg de petróleo, evitándose la emisión de 4109 Kg. de CO₂ ala atmósfera.

La energía eólica también tiene desventajas ya que para conseguir un mejor desempeño y una mayor generación de energía, es necesario fabricar maquinas grandes y en consecuencia caras. La energía eólica produce un impacto visual inevitable, produciendo alteración clara sobre el paisaje.

Según el Worldwatch Institute, la energía eólica es la fuente de energía que más rápidamente crece en el mundo, un 26 % al año durante la década de los 1990.

5.2.2 Energía Hidráulica

La energía hidroeléctrica o hidráulica se produce partiendo de una fuente de agua elevada, ya sea una catarata o una presa. En el caso muy particular nuestro las escorrentías que producen los deshielos pueden cumplir tal función.

La caída de agua se conduce a través de una tubería o canal de carga y al llegar a la parte inferior, el agua golpea las aspas de una turbina produciendo la rotación de la misma.

Desde el punto de vista de contaminación ambiental, la generación de energía hidráulica representa una mejor opción que cualquier otro sistema de generación de energía basado en la quema de combustibles fósiles.

En 1999 se instaló un equipo de turbinas hidráulicas cerca de la Estación Antártica Machu Picchu, en la posibilidad de obtener energía hidráulica a partir del agua de los deshielos.

Desgraciadamente una de las conclusiones de este estudio fue la imposibilidad de producir este tipo de energía durante el invierno dado el estado sólido del agua. Además la energía producida fue muy escasa, por lo mismo incapaz de sostener la demanda de la base.

Pero existe la posibilidad que como consecuencia natural de los deshielos, estos generen riachuelos de mayor caudal y en mejor posición geográfica, de modo que esto permita en el futuro su aprovechamiento; pero esto quedaría a merced de la evolución geográfica natural de la zona, ya que como es conocido, las áreas antárticas deben ser en lo posible dejadas en su estado original, y todo cambio considerable debe ser dejado a la propia naturaleza.

5.2.3 Energía Solar

La energía solar se puede aprovechar por dos métodos diferentes: por conversión térmica y por conversión fotovoltaica.

- **Conversión Fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica está basada en los principios de estado sólido y de la física cuántica por medio de los cuales la radiación solar se convierte en electricidad.

Las ventajas de la energía solar fotovoltaica son: es una energía verdaderamente limpia sin emisiones a la atmósfera, es modular y escalable a cualquier tamaño, no requiere infraestructura para el abastecimiento de combustible, requiere de muy poco mantenimiento y puede ser portátil.

La gran desventaja de esta tecnología es su costo, por lo que únicamente se utiliza por dos tipos de consumidores, primero los que se encuentran alejados de otras fuentes de energía dando como resultado costos comparables y segundo aquellos que están dispuestos a pagar extra por sus ventajas ambientales.

- **Conversión Térmica**

La energía solar térmica se basa en el principio de convertir la energía de radiación solar en energía térmica. Uno de los usos principales de este tipo de energía es el calentamiento de edificios.

Los sistemas que usan este tipo de energía se pueden dividir en dos: pasivos y activos. En los sistemas pasivos toda la energía que se suministra proviene del sol, es decir

un sistema pasivo no cuenta con abanicos o bombas o cualquier otro aparato que requiere el uso de la electricidad. Lo que implica que la transferencia de calor dentro del sistema se realiza solo mediante los mecanismos naturales de transferencia de calor ya sea conducción, convección y/o radiación.

Dado que la energía solar solo está disponible solo una fracción del día, los sistemas de energía solar térmica para fines de calefacción tienen que estar diseñados con materiales que tengan la capacidad de almacenar energía térmica y transferirla a una velocidad razonable.

En lo que respecta a este sistema de obtención de energía, en 1998 se realizaron investigaciones en la ECAMP, que permitieron monitorear la radiación solar en la Estación y ensayar dos sistema solares.

Habiéndose logrado la energía suficiente para bombear agua, además de convertir el agua helada en agua tibia, ya que se incremento su temperatura a 23 °C. Concluyéndose en la instalación de un sistema que permitía satisfacer la demanda de 20 personas.

Los claros inconvenientes de este sistema de aprovisionamiento de energía son, que básicamente solo funcionaría durante el verano antártico; ya que las restricciones de luz solar durante el invierno son determinantes.

Además, la temperatura del agua con la que se realizaron los ensayos es mucho mayor a la del invierno, lo que permitió que la misma sea bombeada, como ya hemos detallado anteriormente descongelarla a través de resistencias eléctricas demandaría una mayor reserva de

energía. Por lo mismo sería mucho más difícil alcanzar entibiar el agua de hallarse esta congelada, a diferencia de la casi tolerable agua del verano.

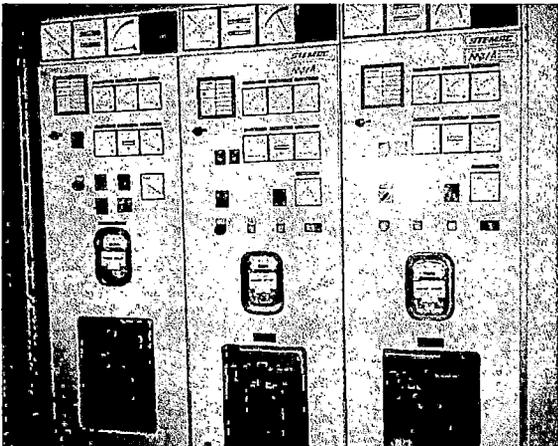
5.3 Sistemas de Distribución

Como ya hemos planteado la inminente instalación de dos generadores eléctricos de 110 KV cada uno en la Estación y además se ha detallado la descripción y los avances que se han dado en materia de generación de energías alternativas, elaboraremos una tabla de resumen que nos permita establecer las ventajas y desventajas en la utilización de cada sistema de aprovisionamiento de energía, para ello tendremos en cuenta, el siempre frágil ecosistema antártico. (Cuadro N° 09).

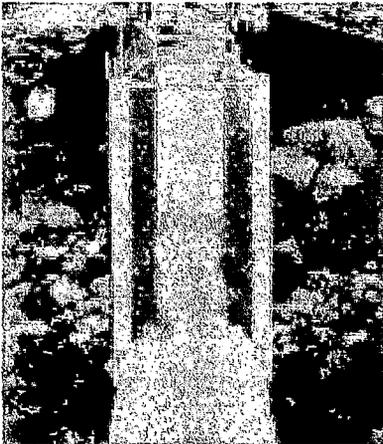
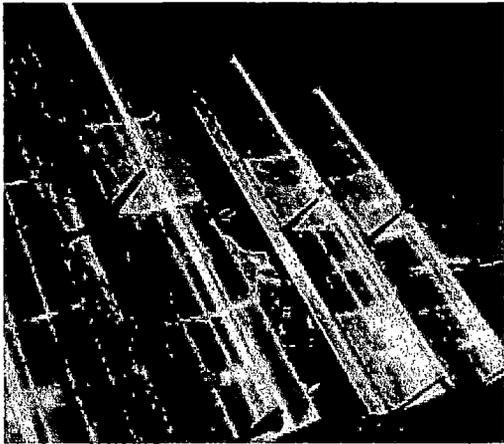
En lo que concierne al sistema de distribución de energía, este es el convencional, teniendo en cuenta que existirá un un modulo destinado únicamente al funcionamiento de los generadores, desde donde partirán las líneas de conducción independientemente para cada modulo.

Se considerara la existencia de un generador alterno de menor potencia ubicado en un modulo lejano al de la casa fuerza, con el fin de proteger una fuente de energía de reserva, en el caso de siniestro.

Los generadores serán instalados en un modulo de casa fuerza especialmente diseñados para tal fin, con las condiciones necesarias para evitar la contaminación acústica y la producida por la quema del combustible (Ver Lámina A01 del INAMPE en el Anexo II).

	GENERADORES ELÉCTRICOS	ENERGÍA EOLICA
D E S V E N T A J A S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es un tipo de energía bastante cara si consideramos los costos de traslado del combustible a la base.</i> • <i>Dada la utilización de combustibles fósiles para su funcionamiento, no resulta ser un tipo de energía muy limpia.</i> • <i>Los generadores producen ruido, generando la contaminación acústica del entorno en el que se ubica.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Para lograr una mayor generación de energía, es necesario fabricar maquinas grandes y en consecuencia caras.</i> • <i>La energía eólica produce un impacto visual inevitable, produciendo alteración clara sobre el paisaje.</i> • <i>El aprovisionamiento de energía depende las condiciones del viento en la estación.</i>
		
V E N T A J A S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es un sistema de abastecimiento bastante seguro, ya que no depende directamente del clima.</i> • <i>Los costos de instalación son menores en comparación a otros sistemas alternativos.</i> • <i>No tiene mayor impacto visual sobre el paisaje ya que funciona en un único reducido módulo.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Los costos de mantenimiento son bastante bajos en comparación al sistema de generadores eléctricos.</i> • <i>La presencia casi constante de los vientos Catabáticos, garantiza la generación permanente de energía en la base.</i> <p><i>Este tipo de energía no contamina el ambiente, y no origina productos secundarios peligrosos.</i></p>

CUADRO N° 09: Ventajas y Desventajas de los diferentes tipos de Energía utilizadas en la Antártica.

	ENERGÍA HIDRÁULICA	ENERGÍA SOLAR
D E S V E N T A J A S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Existe la imposibilidad de producir este tipo de energía durante el invierno, dado el estado sólido del agua.</i> • <i>La energía producida en los ensayos realizados fue muy escasa, por lo mismo incapaz de sostener la demanda de la base.</i> <p><i>El aprovisionamiento de la Energía depende de las fuentes de agua existentes, y por ende de los deshielos.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es un tipo de Energía con costos de instalación muy altos.</i> • <i>Este sistema de aprovisionamiento de energía funcionaría únicamente durante el verano antártico; ya que las restricciones de luz solar durante el invierno son determinantes.</i>
		
V E N T A J A S	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es un tipo de energía bastante limpia, ya que prácticamente no genera residuos.</i> • <i>Existe la posibilidad que como consecuencia natural de los deshielos, estos generen riachuelos de mayor caudal y en mejor posición geográfica, de modo que esto permita en el futuro su aprovechamiento.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es una energía verdaderamente limpia sin emisiones a la atmósfera.</i> • <i>Es modular y escalable a cualquier tamaño, no requiere infraestructura para el abastecimiento de tible, requiere de muy poco mantenimiento y puede ser portátil.</i>

***Capítulo VI: Aprovisionamiento de
Combustibles***

6.1 Demanda Estimada

El abastecimiento de combustibles para la estación es considerado como una prioridad, dado que sin este se hace imposible el funcionamiento de la base. Sobre todo si consideramos que el sistema de generación de energía se abastece de combustible, en este caso Diesel 2.

Pero no solo los generadores requieren de combustible, ya que cada año también son transportados a la Antártida diversos tipos de combustibles como: gas propano, Turbo A-1, gasolina de 98 octano, etc.

Para establecer la demanda de combustibles de la base consideraremos que estos serán reabastecidos una vez al año, de no ser así puede preverse un sistema de menor volumen de almacenamiento, pero con la desventaja de movilizar dos veces al año al B.I.C. Humboldt, lo cual representa un costo permanente elevado; además de considerar que la Bahía de Almirantazgo se halla congelada la mayor parte del año, imposibilitando el acceso del buque.

El consumo promedio de la base se puede apreciar en el cuadro siguiente, pudiendo notarse que como en todo otro recurso de abastecimiento antártico, es necesario considerar un margen de previsión que en este caso es de 150 %, en el hecho ya conocido de que se presente algún tipo de inconveniente. (Tabla N° 07).

Tipo de Combustible	Consumo Mensual	Consumo Anual	Previsión
Petróleo Diesel	6500	78000	120000
Gasolina	100	1200	1800
Turbo A-1(*)	1200	3600	5400
Gas Propano (Tubos)	2	24	36

Tabla N° 07: Consumo promedio de combustibles en la Estación "Machu Picchu" (en litros). (*) Las actividades del helicóptero solo se realizan durante el verano.

6.2 Embarque y transporte de Combustible

Como ya hemos señalado anteriormente, el transporte del combustible se inicia en el Puerto del Callao, en donde cada tipo de combustible se embarca en los compartimentos estancos del B.I.C. Humboldt. Desde allí son transportados directamente hacia la Ensenada Mackellar en la Isla Rey Jorge; en un viaje que dura aproximadamente 20 días.

En realidad esta forma de transporte es la convencionalmente usada en toda la isla; y no representa mayor inconveniente; el problema surge al momento de desembarcar el combustible, ya que este no se realiza por los métodos mas adecuados, en perjuicio tanto de medio ambiente como del propio combustible.

Lo recomendable sería utilizar un sistema de transporte directo desde el buque a la base, pero para ello sería necesario dotar a la base de tanques especiales destinados al almacenaje de combustible.

6.3 Desembarque, Almacenaje y Distribución

En conclusión todo sistema de abastecimiento de combustibles debe tener en cuenta las recomendaciones del Tratado Antártico y del Protocolo de Madrid, respecto al impacto ambiental producido por los mismos que, en ocasiones puede ser irreversible para algunos ecosistemas.

En este sentido es necesario establecer un procedimiento de aprovisionamiento de combustible con unos costes limitados, realizado a través de un manejo muy simplificado y sin riesgos de derrames en tierra y en el mar.

El principio de la operación consiste en establecer una línea de suministro, manguera, entre el barco suministrador, que en este caso es el buque oceanográfico Humboldt y los tanques de almacenamiento de la base, que deben estar situados a mas de 200 metros de ésta.

6.3.1 Línea de Suministro

Teniendo en cuenta la limitación de recursos humanos y de transporte que tiene la base, la línea de suministro se montará con tramos de manguera de 60 m de longitud y 80 kg de peso lo que permitirá una manipulación relativamente fácil ya que su flexibilidad permite arrollarla en bobinas de aproximadamente 1 m de diámetro.

La manguera puede ser de neopreno resistente a la abrasión de 32 mm de diámetro interior preparada para un caudal de 3000 l/h. La unión de los tramos se hará mediante racores (uniones metálicas roscadas) de acero inoxidable instalados en sus extremos provistos de válvulas de presión y seguridad que se accionan por presión manual y que entran automáticamente en acción al desconectar un tramo de otro.

Este sistema logra una estanqueidad total de la línea de trasvase manteniéndose ésta aun en las desconexiones de mangueras, no permitiendo el derrame de combustible.

Al no ser un sistema autoflotante, cuyo volumen y coste implicaría un mayor coste, debe preverse pequeñas boyas de plástico de 135 mm de diámetro y 840 gr. de flotabilidad que se sujetarán a la manguera, tres cada 3 m siendo cuatro cuando coinciden con válvulas de conexión, en todo el tramo marítimo de la línea.

En el recorrido terrestre entre la línea de costa y los tanques (unos 240 m) los tramos se extenderán simplemente sobre el terreno.

6.3.2 Sistema de Bombeo

A bordo del buque se instalarán dos bombas con protección del motor antideflagrante, que trasiegan 3.000 l/h a una presión de 12,5 kg/cm². Su válvula de seguridad estará regulada para que entre en funcionamiento a la presión de 14,5 kg/cm².

6.3.3 Tanques de Almacenamiento

La capacidad de almacenamiento deberá ser de 120.000 l de diesel antártico, repartidos en 3 tanques de acero inoxidable de 40.000 l.

Los tanques de almacenamiento de combustible están concebidos como unidades independientes que, en determinadas circunstancias, pueden comunicarse entre sí mediante válvulas de accionamiento mecánico.

Puede utilizarse tanques realizados en acero inoxidable AISI-304 con chapa de 10 mm de espesor, de 3.000 mm de diámetro y 6.500 mm de longitud. En su construcción deberán seguirse las normativas de seguridad y de control de calidad sometiéndose todas las soldaduras a un control de rayos-X, mediante micro-radiografías.

Como elementos de prevención de cualquier derrame los tanques deberán dispondrán de bandeja antiderrame y su interior estará dividido en cuatro depósitos aislados de 10.000 litros. La instalación final se hará sobre patines que los ubiquen a un 1 m de altura sobre el nivel del suelo y con sus respectivos anclajes de seguridad.

Los tanques deberán ubicarse en un lugar llano a por lo menos unos 200 m de la base.

Es recomendable que el aprovisionamiento de combustible se realice meses antes de iniciarse el verano antártico, de modo que no coincida con el inicio de las actividades científica y la consiguiente acumulación de trabajo de los mismos.

El trasvase entre los tanques de almacenamiento y los de consumo diario (4 de 500 l de acero y aluminio) se realizará mediante la utilización de una bomba eléctrica ignífuga, siendo también posible realizarlo de forma natural por gravedad aprovechando la diferencia de nivel existente.

6.3.4 Maniobra de Trasiego ó Traslase

Con el objeto de facilitar la operación será esencial escoger un día sin viento y mar en calma, con lo cual, la maniobra se realizará en las mejores condiciones.

La topografía del fondo de la Bahía de almirantazgo permite que el buque Humboldt (4,36 m. de calado) fondee enfrente a la base a unos 600 m de la playa. El recorrido marítimo se prepara en tierra, 10-12 tramos y se deja extendido sobre la playa. En el momento de iniciar la operación, el extremo de la manguera que ha de conectarse a la toma de a bordo sobre cubierta, se fija a una lancha neumática, (5,5 m de eslora y 40 c.v.) que irá navegando hacia el barco. Mientras tanto el personal que está en tierra ayudará guiando la manguera hasta que entre en contacto con el agua y comience a flotar.

Los diferentes grupos que intervinieron en la operación se mantienen en contacto directo mediante "comunicación por radio" y su distribución es la siguiente:

En el buque, (personal del buque) para operar la bomba en función de las indicaciones que recibe del personal que opera en los tanques.

En los tanques, para controlar el llenado de los mismos y cursar las instrucciones precisas a los operadores de la bomba.

En tierra, vigilando los puntos de unión de los tramos y el recorrido en general.

En la mar, durante toda la operación hay al menos una lancha vigilando toda la línea.

Finalizado el trasiego de combustible se procederá a vaciar el combustible que queda en la manguera mediante aire a presión

desde el buque (operación que facilita la retirada de la manguera) una vez vacía ésta, se desconectará de la toma de a bordo, procediendo a su remolcado hacia la playa. Una vez situada en tierra queda disponible para su revisión y preparación para su posterior almacenamiento.

El vaciado del combustible que pudiera quedar almacenado en la manguera se realizará tramo a tramo sobre los tanques de "diario" acoplándoles una pieza hermética que abre la válvula de presión.

En caso tener que realizar la maniobra de trasvase con la presencia de escombros de hielo y/o fuertes corrientes, debe tenerse previsto un cable de acero galvanizado de 10 mm de sección provisto de boyas que fijado en la playa y a bordo y unido a la manguera, absorberá la tracción que el hielo o la corriente puedan ocasionar.

La operación de trasvase de combustible deberá estar contemplada dentro del "Plan de contingencias", que para el caso accidental de que se produjera algún derrame por fallo técnico o humano, tiene dispuesto los sistemas de actuación mediante sistemas de contención del contaminante. En el mar desde el buque con un cordón de absorción de líquidos oleosos por capilaridad (dos bobinas de 44 m por 10 mm de sección), y en tierra desde la base con cintas y planchas de material absorbente.

Es recomendable para evitar el congelamiento del combustible una vez almacenado, la circulación del combustible a través de las tuberías, así como el uso de aditivos anticongelantes

El resto de combustibles por su menor demanda será almacenado en tanques contiguos de menor dimensión a excepción del gas propano que es transportado en tubos. El combustible Turbo A-1 destinado al uso del helicóptero será bombeado con otras mangueras ya que su contaminación implica la inutilización del combustible.

La utilización del combustible debe estar controlado permanente, midiéndose el consumo periódicamente. Siendo necesario para este control llenar fichas como la siguiente:

Manual de Normas Generales de Operación y Seguridad en la Antártica

FICHA REGISTRO COMBUSTIBLE

ESTA FICHA DEBE LLENARSE AL COMIENZO Y FINAL DE CADA TEMPORADA Y REMITIRLA AL DPTO LOGISTICO

BASE		LLENADO POR:		TEMPORADA
COMBUSTIBLE	ALMACENAMIENTO	CANTIDAD INICIO TEMPORADA (LITROS)	CANTIDAD RECIBIDA EN LA TEMPORADA (LITROS)	CANTIDAD FINAL TEMPORADA (LITROS)
PETROLEO	TANQUE 1 TANQUE 2 TANQUE AUXILIAR BARRIL 200 LITROS BARRIL 60 LITROS OTRO			
BENCINA	BARRIL 200 LITROS BARRIL 60 LITROS OTRO			
GAS	BALON 15 KILOS BALON 11 KILOS OTRO			

- Al comienzo de la temporada se debe hacer un inventario del combustible existente y completar los datos en la tercera columna
- Durante la temporada se debe registrar la cantidad de combustible recibido en la temporada. Indicar valores totales
- Al final de la temporada se deberá inventariar cantidad de combustible dejada en la base o refugio.

Capítulo VII: Red de Transportes

7.1. Vías de Acceso

7.1.1. Vías de Acceso Externas

Con ello nos referimos a las vías de transporte usadas para llegar desde cualquier parte del mundo hasta el continente Antártico, específicamente hacia la isla Rey Jorge.

Solo existen dos vías para tener acceso a la ensenada Mackellar, estas son vía marítima y aérea:

Por la vía marítima puede llegarse hasta el centro de la ensenada con embarcaciones medianas y grandes, tales como buques o cruceros; y para desplazarse hacia la orilla pueden utilizarse embarcaciones menores como zodiacs o botes.

Mientras que por vía aérea se realiza un vuelo hasta la Base Presidente Frei, único aeródromo en la Isla Rey Jorge, desde allí el transporte hacia la base Peruana debe darse preferentemente a través de helicópteros.

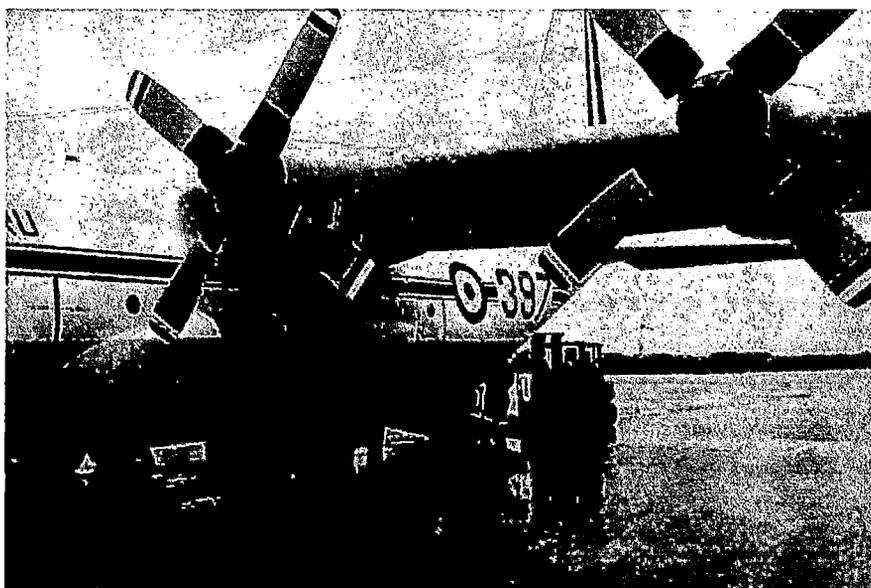


Foto N° 11: Avión Hércules C-30, que transportó al ANTAR XIV a la isla Rey Jorge.

7.1.2. Vías de Transporte Internas

Dentro de la base actualmente se utiliza una camioneta, aunque el área de desplazamiento es bastante reducida, su presencia es de vital importancia para movilizar equipo pesado tanto logístico como científico.



Foto N° 12: Camioneta de la E.C.A.M.P., apoyando en las labores logísticas del desembarco.

Por ello es necesario delimitar las zonas exclusivas por las que deberá desplazarse dicho vehículo, asegurándose de que en el camino no existan especies de flora o fauna antártica (según lo regulado por el Protocolo de Madrid anexo al Tratado Antártico. Ver Anexos al final).

En cuanto al transporte aéreo este se realiza a través de cartas de navegación que permitan al helicóptero alejarse de las zonas protegidas destinadas al hábitat natural de la fauna antártica, para la cual representaría muy perjudicial la cercanía de estas aeronaves que suelen producir bastante ruido.

Para los movimientos de carga y necesidades de transporte de científicos e instrumental, la base deberá con un mínimo de tres botes de goma (zodiacs), equipados con sendos motores fuera de borda de 40 CV y una Lancha neumática; adicionalmente sería necesario un Tractor oruga con remolque y grúa hidráulica para los trabajos de mantenimiento.

7.2. Viabilidad de un sistema Aeroportuario

7.2.1. Viabilidad de un Aeropuerto

Como ya se ha referido antes, el único aeródromo existente en la isla se ubica en la base chilena Presidente Frei, siendo poco factible la construcción de un nuevo aeródromo dada las condiciones geográficas de la isla que no ofrece otra planicie similar a la hallada; esto último no representa un obstáculo para las proezas que ya ha realizado la ingeniería, pero ya que la isla presenta gran concentración de bases que de alguna manera u otra ya han alterado el ecosistema, la construcción de un aeródromo solo resultaría perjudicial para la característica prístina de un laboratorio natural como es la Antártida.

7.2.2 Viabilidad de un Helipuerto

Sin embargo si se hace necesaria la construcción de un pequeño helipuerto en las instalaciones de cada base, esto porque el transporte aéreo permite un mejor desenvolvimiento de las labores científicas de una base.

7.2.2. El helipuerto

En este sentido nuestra base cuenta con helipuerto ubicado en la parte frontal de la misma, esta es una losa de concreto

con la señalización respectiva que permite la correcta maniobrabilidad de la aeronave.

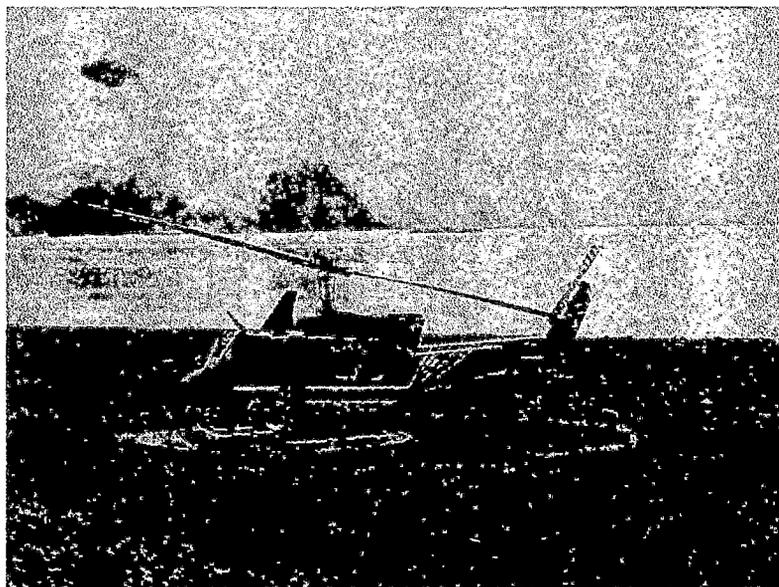


Foto N° 13: Helicóptero Bell, de la Fuerza Aérea Peruana, sobre el helipuerto de la E.C.A.M.P.

7.2.2.1. La Aeronave

En lo que respecta a la aeronave se hace uso de un helicóptero de la Fuerza Aérea Peruana, modelo Bell C-30, con capacidad para trece ocupantes además de la tripulación. El uso de esta nave hace necesario el despliegue de combustible especial así como de personal especializado para su funcionamiento que como mínimo se estima en cinco personas.

Por las características climáticas de la Región, la utilización de la aeronave sólo es factible durante el verano, ya que los vientos Catabáticos y la reducida visibilidad hacen imposible el despegue de la aeronave; incluso durante el verano antártico se da el caso de que los vientos superan los 30 nudos en promedio con presencia de ráfagas de

hasta 45 nudos; las que teóricamente tienen la fuerza para ladear la aeronave.

7.2.2.2. El Hangar

Durante las campañas pasadas se ha venido utilizando un hangar portátil para la protección de la aeronave, sin embargo ya se han tenido problemas durante las ventiscas, al rasgarse parte de la lona de recubrimiento. Esto ha motivado la consiguiente necesidad de instalar un hangar fijo con una adecuada distribución que permita atender todas las necesidades de la aeronave.

Este hangar se ubicará en la zona cercana al helipuerto, teniendo en cuenta que la zona de expansión de nuestra base es bastante reducida. Además de ello esta zona se encuentra alejada de la presencia de fauna antártica.

Un sistema como este deberá contar con un adecuado sistema de drenaje que permita la captura de todos los restos de combustible y aceites residuales que suelen producirse en el manejo de la aeronave. Estos residuos deberán posteriormente a su almacenaje ser retirados del área del tratado según lo aconsejado en el Protocolo de Madrid.

7.3. Viabilidad de un sistema Portuario

En cuanto a un sistema portuario, este se hace necesario puesto que el reabastecimiento de la logística antártica se realiza principalmente vía marítima, por lo cual el Buque llega hasta el centro de la ensenada Mackellar, desde donde es necesario utilizar embarcaciones menores para transportar alimentos, combustible, etc.

Para ello será necesario hacer estudios del comportamiento de las corrientes marinas en los fondos de la ensenada con el fin de diseñar una adecuada instalación portuaria. Sin que ésta altere la fauna acuática del lugar.

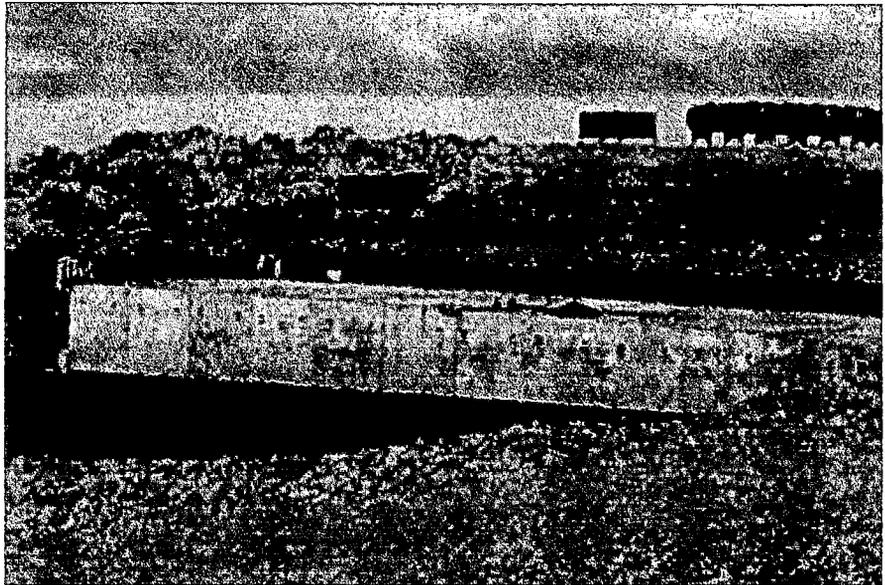


Foto N° 14: Modelo de muelle para pequeñas embarcaciones construido en la base China de "la Gran Muralla".

Capítulo VIII: Equipamiento Social

8.1. Manejo de víveres secos y frescos

Dentro de la logística Antártica, el manejo de los víveres es por sí mismo una de las actividades primordiales para el funcionamiento de la base, ya que es fácil deducir que sin una adecuada alimentación en un clima especialmente duro, la vida se torna poco llevadera.

El manejo de los alimentos, se inicia desde su embarque en la ciudad de Lima, en algunos casos, hasta su final entrega diaria a la cocina de la ECAMP.

Previamente a ello, debe planificarse la cantidad de alimentos a enviarse a la base, teniendo en cuenta la frecuencia de re-abastecimiento, así como la cantidad de personas que regularmente habitará la base.

No debemos olvidar que para asegurar las reservas antárticas, las provisiones siempre deben ser encargadas con un 50% como mínimo adicional, previendo que la inestabilidad del clima antártico imposibilite el ingreso a la isla dejando con ello a la base desabastecida, pero en el caso de los alimentos consideraremos un factor adicional del 100%.

Dado que en el cálculo de la demanda de agua y energía, hemos considerado una población de 12 personas durante el invierno y 50 personas durante el verano, consideraremos:

Demanda Anual de víveres = $365 \times (0.25 \times 50 + 0.75 \times 12) = 7847.5$ raciones diarias al año

Si consideramos el factor de previsión, tenemos:

Demanda Anual de víveres = 15695 raciones \cong 16000 raciones al año

Ahora bien, dentro de estas necesidades involucran todos aquellos artículos que son necesarios para el normal desenvolvimiento de la vida diaria. Tales como artículos de aseo, etc.

Determinado el volumen de víveres a ser transportados, es recomendable que los víveres secos sean re-abastecidos una vez al año en el mes de diciembre o enero, mientras que los víveres frescos pueden ser re-abastecidos dos veces al año.

Por la pronta descomposición de los alimentos frescos debe considerarse llevar la mayor cantidad de alimentos deshidratados de modo que en los últimos meses antes del re-abastecimiento pueda utilizarse estos en reemplazo de los víveres frescos.

8.1.1. Víveres Secos

El manejo de los víveres secos se inicia con su almacenaje en el medio de transporte elegido para su desplazamiento a la base. Dado el volumen de estos es preferible utilizar la vía marítima, ya que los víveres pueden ser conducidos simultáneamente con el combustible.

La cantidad de alimentos debe estar detallada en un kardex, en donde principalmente se anotará la fecha de caducidad de los alimentos, para que estos puedan ser fácilmente manejados por el responsable del almacén.

Una vez en la Ensenada los alimentos serán desembarcados con el mayor cuidado previendo que no se humedezcan en su traslado por mar, sobre todo mientras no se instale un sistema de desembarque alternativo.

Al llegar a la ECAMP, estos serán almacenados en el depósito de víveres secos el cual deberá contar con la adecuada iluminación y limpieza. La distribución de los víveres la determinara el responsable del almacén, ya que es él quien conocerá las fechas de caducidad de los alimentos, así como los requerimientos de la cocina y otros servicios.



Foto N° 15: Llegada de los víveres a la ECAMP, ahora serán almacenados según su tipo y duración.

8.1.2. Víveres Secos

El manejo de los víveres frescos es un poco más delicado, ya que si se opta por el traslado vía marítima es preferible transportar los alimentos desde la Ciudad de Punta Arenas, ya que es él ultimo punto de re-abastecimiento en el trayecto a la Isla.

Sin embargo si optamos por el transporte aéreo los alimentos pueden ser llevados desde la ciudad de Lima, ya que el tiempo estimado de arribo si no existen problemas con el clima es de aproximadamente 12 horas.

El primer abastecimiento puede darse conjuntamente con los víveres secos, mientras que el segundo abastecimiento podrá realizarse vía aérea en el mes de Junio o Julio.

Una vez en la ECAMP los víveres deberán ser almacenados en cámaras frigoríficas y/o congeladores dependiendo de su tipo.

La cámara frigorífica a instalarse deberá contar con dos ambientes a diferente temperatura, hallándose el primer ambiente a mayor temperatura sobre cero para almacenar verduras, tubérculos, y otros.

La segunda cámara se destinará a las carnes ya que estas deberán someterse a menor temperatura por su fácil descomposición, y mejor conservación en el frío.

8.2. Sistema de Comunicaciones

La comunicación en la Antártida ejerce un papel fundamental en la vida diaria, por lo que se requiere un sistema de comunicación eficiente, con el objeto de neutralizar el aislamiento al que se encuentra sometido el personal de la base..

Es por ello que un sistema de comunicación en una base antártica, debe asegurar la transmisión de mensajes hablados y escritos, en forma eficaz y confiable tanto para los informes que el jefe de base debe dar a sus superiores, como para la comunicación entre los miembros de la dotación y sus familiares que debe realizarse por lo menos una vez por semana.

También debe ejecutarse la recepción de noticiosa y la comunicación con otras bases, todas las cuales están integradas en una red de emergencias y de meteorología.

El módulo de comunicaciones funcionará conjuntamente con el de meteorología, en un área de 32 m² (Ver Lamina A-01 en el Anexo II). La ubicación planteada para el módulo se sugiere en el Plano N° 02 en el Anexo II.

8.2.1. Personal de Comunicación

El personal encargado de la operación de los equipos debe ser a la vez técnico y radio operador, incluyendo telegrafista; es decir, mecánico y operador de comunicaciones, para poder hacer frente rápidamente las emergencias que puedan presentarse tanto en la base como en las actividades exteriores.

8.2.2. Equipo de Comunicación

Sería recomendable necesario que la base cuente con el equipo igual o similar al siguiente:

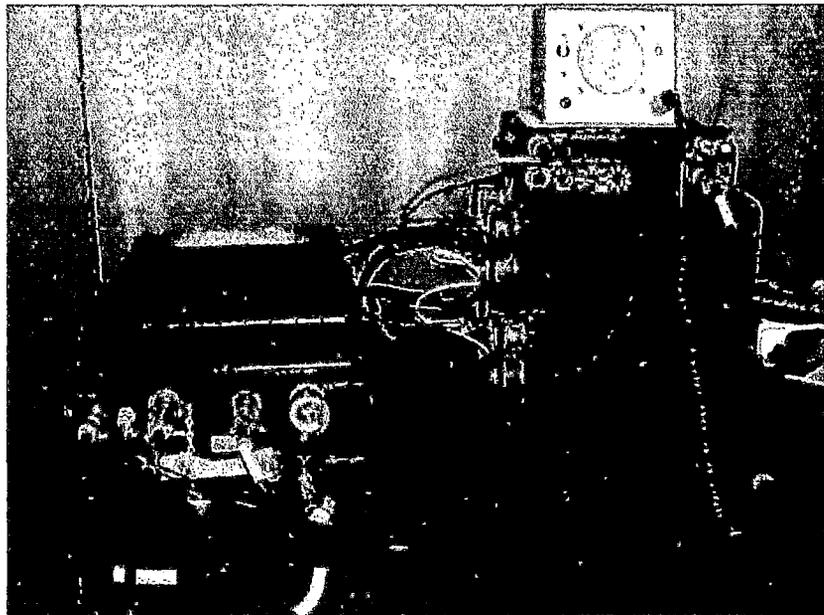


Foto N° 16: Equipo de Comunicación utilizado en el ANTAR XIV

- *03 equipos del tipo kwm 2 a de 100 wats cada uno.*
- *03 amplificadores del tipo 30-1 Collins que genera 1 kw. de salida*
- *01 equipo del tipo Rockwell Collins digital modelo hff-8070 tranceptor que permite trabajar durante las 24 horas del día en forma continua.*
- *02 radio teletipos, donde se recibe diariamente las noticias en forma de un periodo condensado*
- *01 equipo de vhf de banda corrida y 01 de banda fija para la comunicación aérea.*
- *01 receptor del tipo Collins 651-s1 digital transistoriado.*

8.2.3. Las Antenas

Pueden utilizarse los siguientes tipos:

- *Automontantes (triangular)*
- *Simple (torre asegurada con "vientos")*
- *Rómbica y media rómbica*
- *Dipolo (para las principales frecuencias de operación)*
- *Direccionales*
- *En forma de "v"*

La altura no debe sobrepasar de 15 metros, debido a la fuerza de los vientos puede abatir la antena, lo que suele ocurrir a menudo;

también una altura muy elevada puede causar excesiva interferencia. ("estática")

Las torres deben cimentarse convenientemente con cemento, utilizando aceleradores de fragua, para favorecer al secado. Se utilizaran templadores de acero de un espesor considerable (superior a 7mm).

Como el levantamiento de una antena es algo dificultoso debido al factor del viento, es recomendable usar antenas con tramos no mayores a tres mts; ya que estos tienen mayor facilidad y rapidez en su armado.

8.2.3. Telefonía e Internet

Actualmente muchas bases han realizado convenios con las compañías de teléfonos de sus respectivas naciones con el fin de que estas últimas instalen el servicio en la Antártida, servicio que en el caso de bases como la chilena y uruguaya, ha venido funcionando bastante bien.

Sería necesario evaluar la factibilidad de contar con estos servicios, que sin duda contribuyen a mejorar la habitabilidad de una base, al mantener a sus habitantes en permanente contacto con sus familiares.

8.3. Sanidad

Dentro del personal requerido para el funcionamiento de una base hemos considerado un profesional medico, este es el punto de partida para garantizar el funcionamiento del servicio de Salud dentro de la base.

Pero como el ambiente antártico está totalmente excepto de contaminación, en las estadísticas de 100 años atrás, no se encuentra prácticamente ninguna enfermedad, a excepción de la apendicitis, que se produce, al parecer, por la mala digestión provocada por el frío.

Las bases antárticas poseen, generalmente, tópicos o enfermerías para atender accidentes traumatológicos, como luxaciones o fracturas. Solamente las bases grandes poseen salas de operaciones para atender casos de mayor gravedad, los cuales, pueden requerir de evacuación hacia un centro poblado.

Para las labores fuera de la base se requieren botiquines portátiles con medicinas para: insuficiencia circulatoria, jaquecas, mareos, otitis, cólico renal, alergia (cutánea – respiratoria y ocular), dolor de garganta, evacuantes, antibióticos, ulcera varicosa, vértigo, vitamina "a", vitamina "c", congelamiento; deben contener, además, elementos para curaciones como: algodón, alcohol, agua oxigenada, jeringa descartables con aguja, gasa esterilizada, picrato para quemaduras, vendas Cambridge, venda enyesada, caja para cirugía menor, férula para entablillado, cicatrizante, y cinta de sutura, entre otros.

El módulo de Sanidad o Centro Médico funcionará en un área de 41 m² (Ver Lamina A-01 en el Anexo II). La ubicación planteada para el módulo se sugiere en el Plano N° 02 en el Anexo II.

8.4. Módulo Científico

Cumpliendo con el objetivo principal de la base, deberá instalarse un módulo científico que permita el desarrollo normal de las labores de los investigadores y científicos que anualmente llegan al continente antártico para realizar distintos trabajos.

El laboratorio planteado, contará con las siguientes áreas:

- *Laboratorio Seco.*

- *Laboratorio Sucio.*
- *Laboratorio Húmedo Climatizado.*
- *Laboratorio Húmedo No Climatizado.*

Estos se hallaran conectados por una antecámara, que a su vez se conectará a los servicios higiénicos. El módulo Científico funcionará en un área de 90 m² (Ver Lamina A-01 en el Anexo II). La ubicación planteada para el módulo se sugiere en el Plano N° 02 en el Anexo II.

8.5. Recreación

Este aspecto es casi tan importante como los anteriormente señalados, porque es conocida la soledad a la que se ven sometidos los miembros de una base, ya que durante gran parte del año no tendrán acceso a ninguna de las actividades recreativas propias de las grandes y medianas orbes; por lo que es necesario prever actividades que permitan el esparcimiento y la recreación.

Entre estas actividades pueden considerarse:

- *Lectura: para lo cual se considerará la instalación de una biblioteca, la que actualmente se ubica en el ala nueva del módulo de vivienda.*
- *Videos: se destinará un área para observar las películas, conjuntamente con una surtida videoteca, su funcionamiento puede continuar en la sala del módulo de vivienda.*
- *Juegos: Entre ellos puede considerarse juegos de mesa, así como una mesa de ping pong , actividad muy difundida en el continente.*
- *Salidas de Esparcimiento: Desdichadamente estas dependen de las condiciones Climáticas, sin embargo sería recomendable realizarlas en la medida de lo posible.*

- *Visitas y Reuniones: Involucran las celebraciones por las fechas simbólicas.*

El módulo de Recreación, que contará además con un mini gimnasio (el cual será trasladado del módulo de vivienda al nuevo módulo), funcionará en un área de 117 m² (Ver Lamina A-01 en el Anexo II). La ubicación planteada para el módulo se sugiere en el Plano N° 02 en el Anexo II.



Foto N° 17: Miembros del AN-TAR XIV, en salida de esparcimiento en la ECAMP.

***Capítulo IX: Estudio de Impacto
Ambiental***

9.1 Línea de Base Ambiental

Esta se encuentra descrita al detalle en el Capítulo II, en donde se especifican todas las características del medio físico sobre el cual se encuentra asentada la ECAMP.

En cuanto a la determinación del área de influencia sobre la que actuará el establecimiento permanente de la base, tomaremos como referencia aquella enmarcada dentro de los límites naturales de la misma (Ver Gráfico N° 06).

En ningún momento debemos dejar de lado que si bien es cierto la primera parte de este trabajo se halla dedicada a la búsqueda de un establecimiento adecuado de la ECAMP, con el consiguiente bienestar de cada uno de sus habitantes, el cuidado ambiental no debe dejarse de lado ya que este garantiza la conservación de la Antártida como un continente destinado a la investigación científica.

9.2 Identificación de Impactos

Consideraremos como impactos a todos aquellos eventos que se han producido por la incidencia directa de alguna actividad humana dentro del área de influencia de la base.

Para ello hemos utilizado las hojas de campo como medio de identificación directa de las actividades que han incidido positiva o negativamente sobre el medio, de tal modo que podamos plantear una alternativa de solución enmarcadas dentro de un plan de manejo ambiental.

Es claro que este es un análisis superficial y no pretende en ningún caso ser determinante en sus aseveraciones, ya que la cuantificación del impacto solo podrá ser determinada con un adecuado monitoreo en el campo, el cual además se debe realizar en un lapso razonable de tiempo.

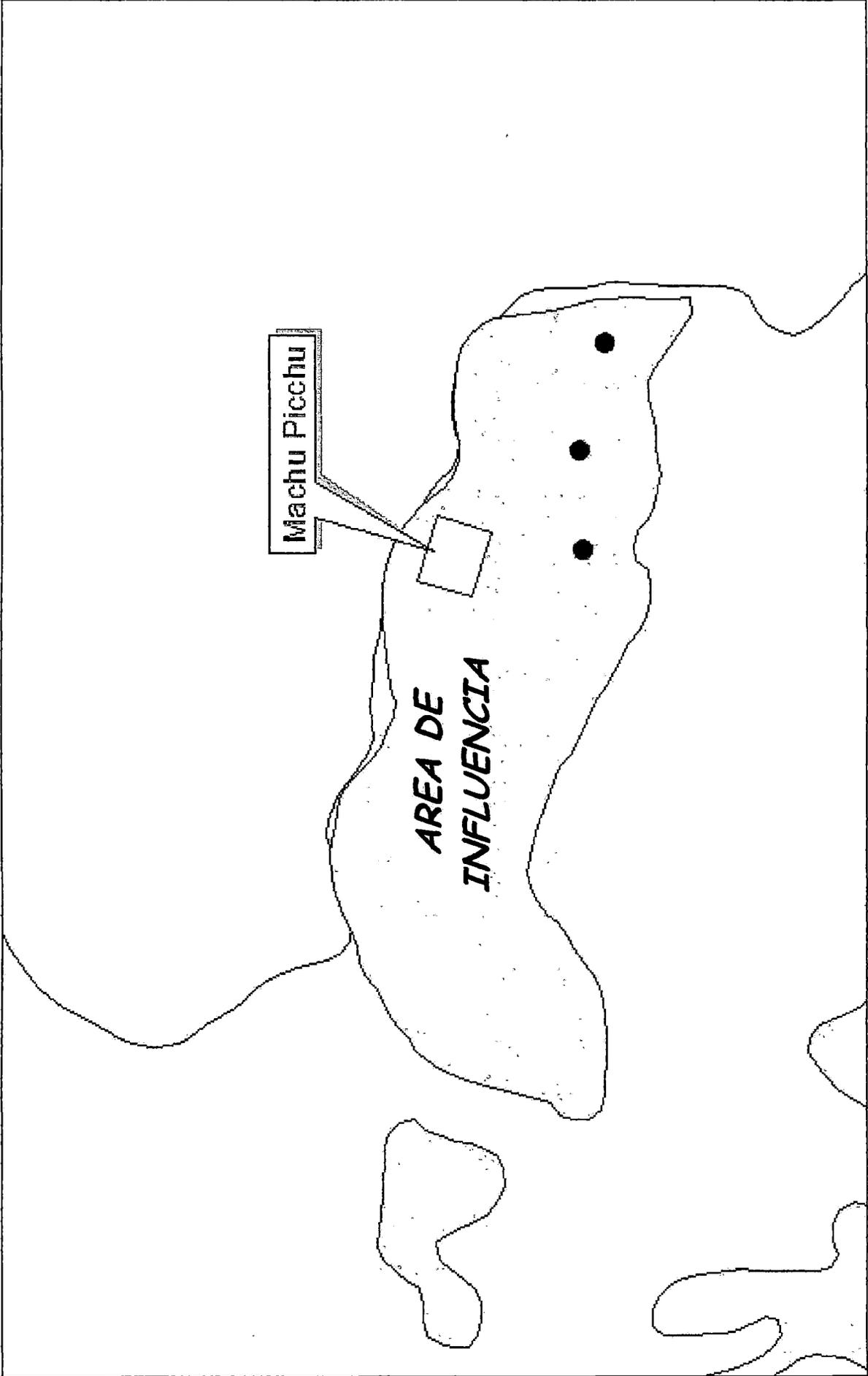


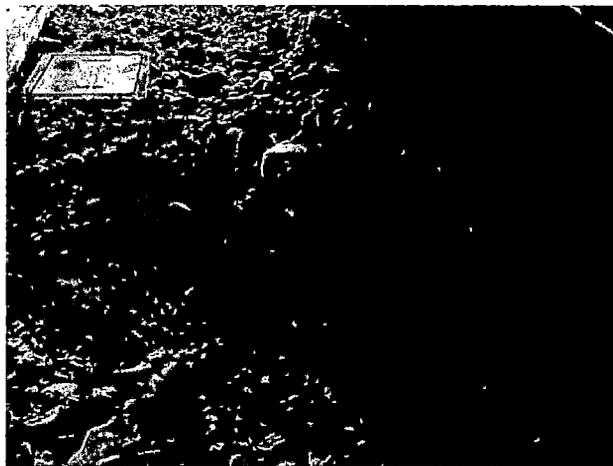
Gráfico N° 06 : Area de Influencia primaria de la Estación Científica Machu Picchu.

HOJA DE CAMPO N° 01

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo- Isla Rey Jorge- Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Restos de pintura esparcidos sobre el terreno, luego de los trabajos de pintado de los módulos*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se produce porque el pintado se realiza con la ayuda de un compresor.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- *Es necesario de disponer superficies plásticas en las zonas inferiores a las paredes de los módulos, luego del pintado estas serán retiradas y recicladas para ser retiradas del continente.*

HOJA DE CAMPO N° 02

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : Zona posterior a la E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo- Isla Rey Jorge- Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Restos metálicos de una antena abandonados sobre el terreno, recorrido común de pingüinos y focas.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina cuando no se toman las medidas de seguridad para dar a una estructura el carácter de permanente.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

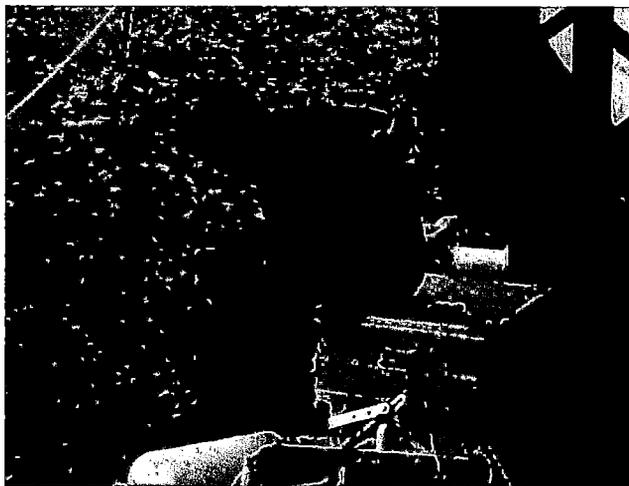
- *Es necesario asegurar las estructuras para evitar que la fuerza del viento las derribe*
- *Todo objeto que no cumpla una función determinada, y ejerza perjuicio contra el ecosistema deberá ser retirado del terreno, para evitar transgredir las normas Antárticas.*

HOJA DE CAMPO N° 03

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo- Isla Rey Jorge- Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Los equipos de buceo colocados en el exterior de la base obligan a los científicos a realizar sus actividades previas al buceo a la intemperie.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina porque actualmente la base carece de ambientes destinados específicamente a laboratorios científicos.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- *En la próxima campaña Antártica el INAMPE instalará cuatro módulos destinados a la investigación científica.*
- *Las actividades dentro del continente se regularán destinando áreas independientes para cada tipo de actividad.*

HOJA DE CAMPO N° 04

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : Módulo de Emergencia - E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Incidencia sobre la fauna antártica cuando un pingüino se refugia bajo el módulo de emergencia.*
- *Las corrientes de aire frío que se deslizan por debajo de los módulos, originan pérdidas de calor y por ende el enfriamiento del módulo.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina porque la parte inferior de los módulos se encuentra expuesta al medio ambiente, además la acumulación de materiales bajo el módulo permite a los animales usarlo como refugio.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- *Se sugiere recubrir la parte inferior de los módulos con placas de aluminio y/o acero que la aislen completamente del exterior, de este modo el espacio podría aprovecharse como almacén de materiales excedentes y se evitaría que las especies antárticas se dañen al transitar por allí.*

HOJA DE CAMPO N° 05

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Los desechos sólidos se encuentran expuestos al ambiente, sin haber sido clasificados.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina por la inexistencia de un sistema completo de reciclado.*
- *No existe una cultura de reciclado en los propios habitantes de la base.*
- *Se carece de la infraestructura destinada al manejo de los residuos.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- *Se tiene proyectada la ambientación de un área destinada al reciclaje con los equipos correspondientes: incinerador, compactador, etc.*
- *Adicionalmente es necesario instruir a los expedicionarios acerca del sistema de reciclado de la base, el cual se inicia en el momento en que se produce el desecho.*

HOJA DE CAMPO N° 06

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- Proyecto : "Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"
- Ubicación : E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Antártida



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- Esta latente la percolación de los desagües a través del cilindro recolector, originándose con ello la contaminación de los suelos.

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- Este problema se origina porque el sistema de desagües es inadecuado, ya que no permite la separación de los desechos, ni el tratamiento de los mismos.

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Se tiene proyectada la instalación de una planta de tratamiento de residuos, que permita la clasificación de los desechos; entre estos los sólidos serán transportados al continente, mientras que los líquidos se someterán a un tratamiento láser que purificara considerablemente el agua para luego ser depositada en el Océano Antártico.

HOJA DE CAMPO N° 07

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : Módulo de Casa Fuerza - E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar - Bahía de Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *Los cilindros de los combustibles se encuentran esparcidos a los alrededores de la casa de fuerza, generando derrames mínimos en su manipuleo y movimiento.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina porque no se ha implementado un adecuado sistema de almacenamiento de combustible, lo que obliga a que este se almacene en un gran número de cilindros plásticos.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

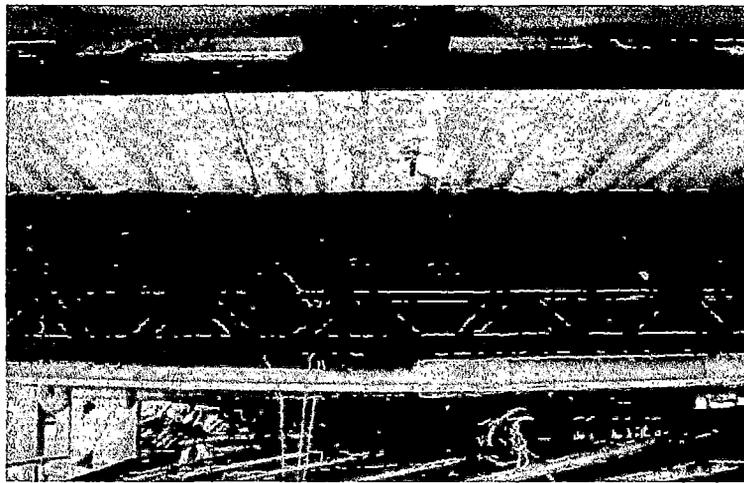
- *Debe considerarse la instalación de un adecuado sistema de transporte y almacenaje de combustible, el que puede constar de grandes tanques conectados a líneas de conducción específicas que faciliten su utilización.*

HOJA DE CAMPO N° 08

PROBLEMAS AMBIENTALES

I. UBICACIÓN

- *Proyecto : " Propuesta Para El Desarrollo Del Plan Maestro De La Base Antártica Peruana Machu Picchu"*
- *Ubicación : E.C.A.M.P. - Ensenada Mackellar – Bahía de Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Antártida*



II. PROBLEMA AMBIENTAL

- *La corrosión de las estructuras metálicas de cada uno de los módulos, esta ocasionando el debilitamiento de las mismas.*

III. CAUSA DEL PROBLEMA

- *Este problema se origina a causa de las ventiscas y el frío existente y al hecho de que por lo general se realiza un mantenimiento en la parte más visible de los módulos, dejando en un segundo plano las viguetas de piso.*

IV. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- *Se sugiere recubrir la parte inferior de los módulos con placas de aluminio y/o acero que la aislen completamente del exterior, de este modo el espacio podría aprovecharse como almacén de materiales excedentes y se evitaría que la climatología afecte las estructuras internas.*

De las hojas de campo, se pueden agrupar a los impactos en 3 grupos, sobre los cuales es necesario trabajar en forma particular y coordinada; así tenemos:

- | | | |
|----------------------------|---|--|
| Manejo de Residuos | { | <ul style="list-style-type: none">• Residuos Líquidos• Residuos Sólidos• Residuos Peligrosos |
| Protección de las Especies | { | <ul style="list-style-type: none">• Protección a la Flora• Protección a la Fauna |
| Otros | { | <ul style="list-style-type: none">• Ruidos Molestos• Prevención y Mitigación de Siniestros |

9.3 Plan de Manejo Ambiental

Un adecuado Plan de manejo ambiental debe considerar la previsión como punto de partida de toda actividad, es por ello que será necesario crear una cultura antártica, en la que cada habitante de la base conozca sus responsabilidades y límites dentro de la ECAMP.

Con esto no se busca crear un ambiente hostil y parametrizado dentro de una vida que dista mucho de ser convencional; mas bien la intención es integrar a cada habitante antártico a ser parte de la naturaleza misma, de modo que su protección sea inherente a él.

9.3.1 Manejo de Residuos

La clasificación, la reducción, el almacenamiento y la eliminación de residuos provenientes de las actividades antárticas se realizarán según las pautas establecidas en el Artículo 8 del Anexo III,

Eliminación y tratamiento de Residuos del Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente.

Para el manejo de los residuos será necesario contar con un estimado de la cantidad de desechos que se generaran en la base, y sobre todo la frecuencia con la que estos serán retirados del continente.

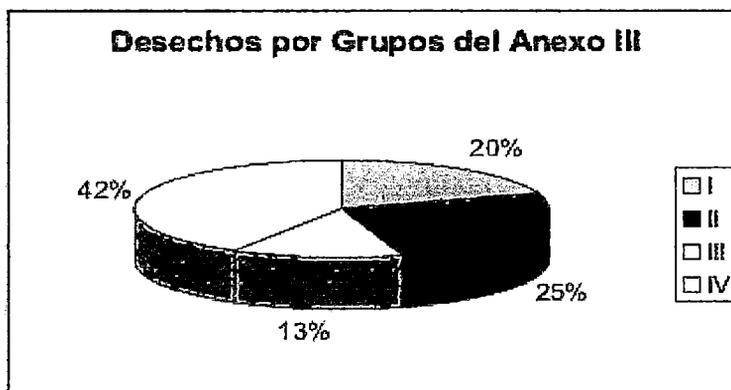
Para tener un alcance de este tomaremos como referencia los volúmenes de desecho anuales que produce una base pequeña en la Isla, si bien es cierto estos datos no son determinantes para un diseño al menos nos darán un alcance sobre las cifras a manejar.

En la tabla siguiente tenemos, la cantidad de desechos por tipo producidos en una base similar a la planificada :

grupo	peso (kg)	nº tanques	nº fardos
I	4000	20	
II	5000	25	
III	2627	17	
IV	8250	21	8
V	-	-	-

En donde :

- Grupo I: aguas residuales
- Grupo II: otros residuos líquidos y químicos, incluidos los combustibles y lubricantes
- Grupo III: residuos sólidos para incinerar
- Grupo IV: otros residuos sólidos
- Grupo V: material radiactivo



9.3.1.1 Manejo de residuos líquidos

- **Identificación y Clasificación de Residuos Líquidos**

Dentro de los residuos líquidos producidos comúnmente en una base tenemos:

Aguas residuales: *las cuales se producen en los Servicios higiénicos, cuarto de lavandería, cocina, etc.*

Residuos Grasos: *Estos normalmente se ubican en la cocina.*

- **Sistemas de Tratamiento de Residuos por tipo**

Aguas residuales:

El manejo de esta agua se hará a través de una planta de tratamiento de aguas servidas, la cual será adquirida en próximas campañas.

Las características de esta planta son que funciona a través de un sistema de purificación por rayos UV, luego el agua ya tratada es derivada hacia el mar.

Para esto hemos deducido que en el proceso los sólidos residuales se han separado de los líquidos por un proceso simple de decantación y/o filtración.

Residuos Grasos:

El procedimiento es bastante simple si colocamos trampas para grasa en cada lavadero con tendencia a la producción de elementos grasos, como la cocina, la casa fuerza, etc.

Estas trampas serán removidas cada dos o tres meses dependiendo de su volumen; su contenido será almacenado

en un recipiente sellado para su posterior retiro del continente.

9.3.1.2 Manejo de Residuos Sólidos

- **Identificación y Clasificación de Residuos sólidos**

Dentro de los residuos sólidos típicos generados comúnmente en las bases antárticas, tenemos:

Sólidos Residuales o Fangos: *son los residuos sólidos filtrados de la planta de tratamiento.*

Residuos Orgánicos: *Entre estos se ubican los desechos orgánicos producidos en la cocina, así como el papel, cartón, etc.*

Vidrios, Plásticos y metales: *Proveniente de envases, botellas, latas y otros. Por lo poco que puede hacerse para su reciclado, es recomendable en la medida de lo posible evitar estos materiales en la base.*

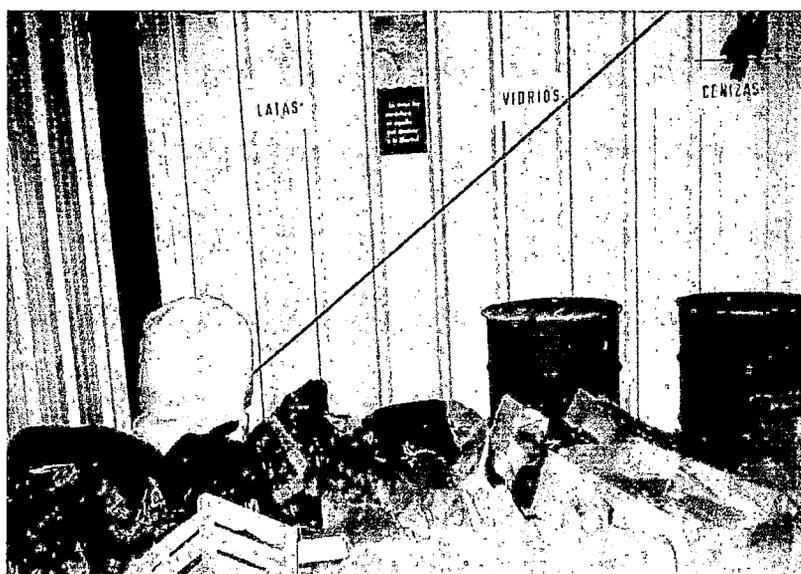


Foto N° 18: Cartones, plásticos, maderas y otros materiales serán acumulados para ser reciclados.

- **Sistemas de Tratamiento de Residuos por tipo**

Sólidos Residuales o fangos:

Estos serán extraídos de la fosa séptica previamente se adicionará cal u otro material que mejore su manipulación, luego de lo cual se depositarán en recipientes debidamente acondicionados, los que se sellaran herméticamente para su posterior retiro del continente.

La frecuencia de retiro de este material depende de la capacidad del sistema de tratamiento. Por lo cual sería recomendable que la frecuencia sea la menor posible.

Residuos Orgánicos:

Aquellos que se produzcan en la cocina deberán ser acumulados en ella en forma separada de los demás residuos; es por ello que en cada ambiente de producción considerable de desechos como en este caso lo es la cocina, se deberán ubicar contenedores específicos para cada tipo de desechos.

Dichos contenedores deberán estar debidamente rotulados, contar con tapas que no permitan el escape de los olores y sobre todo está internamente cubiertos por bolsas de polietileno que faciliten su rápido recojo y traslado hacia la zona de reciclado.

Dicha zona de reciclado deberá ubicarse en un lugar alejado de la base, ya que será el punto de acopio de todos los residuos. Y dado que su manejo implica la utilización de equipos que producen ruido.

Volviendo a los residuos orgánicos, estos serán trasladados a la zona de reciclado, en donde se incinerarán; luego de lo cual los residuos producidos por la incineración se almacenarán debidamente en cilindros para su posterior retiro de la isla y del continente.



Foto N° 19: Los residuos de la incineración del material orgánico deberán ser almacenados adecuadamente.

Vidrios, plásticos, metales y otros:

Aquellos que se produzcan en la cocina deberán ser acumulados en los contenedores específicos para cada tipo de desechos.

En el caso de los vidrios luego de su recojo se prensará manualmente con ayuda de un pisón largo, siendo luego acumulados en recipientes sellados.

El manejo de los plásticos y metales, tales como latas, tapas etc. Es distinto, ya que estos serán compactados con ayuda de una prensa hidráulica que permita reducir su volumen considerablemente.

Su almacenaje no requiere especial cuidado ya que basta con que sean ensacados, para luego ser retirados del continente.

Cuando se trate de residuos propios del mantenimiento de la base y en sí de procesos constructivos y/o remodelaciones, tales como cemento, concreto, fierros, etc., estos serán retirados en su totalidad del continente.



Foto N° 20: Prensa hidráulica utilizada para el reciclado de plásticos y metales.

9.3.1.3 Manejo de Residuos Peligrosos

En esta denominación se encuentran aquellos residuos que bien por su toxicidad o por su importante impacto medioambiental deben ser retirados del área. Estos residuos reciben un tratamiento específico siendo los más habituales los siguientes:

Residuos de Combustibles y lubricantes: *Estos se producen en la Casa Fuerza, el hangar, etc.*

Residuos Químicos: Estos se originan en los laboratorios y en el Tópico de la base.

Baterías: tales como pilas agotadas, etc.

- **Sistemas de Tratamiento de Residuos por tipo**

Residuos de Combustibles y lubricantes:

En lo que respecta a estos residuos, se debe retirar todo el combustible ingresado a la Antártida, al término de la temporada, o almacenarlo bajo adecuadas condiciones de seguridad de manera de prevenir contingencias ambientales.

Los residuos serán almacenados en recipientes herméticamente sellados, para luego ser retirados del continente en forma permanente.

Actualmente el buque retorna luego de la campaña Antártica con los residuos generados en la base, dicho procedimiento debe seguir realizándose en la medida que no es recomendable que los residuos permanezcan por mucho tiempo en el continente dado que los recipientes que los contienen pueden sufrir deterioro con su consecuente derrame.

En lo que concierne a las zonas donde se manipula el combustible y los lubricantes, debe contar con una losa de concreto y un adecuado sistema de drenaje, que permita recolectar los residuos.

El drenaje consiste en simples canaletas ubicadas en el contorno de la losa que conduzcan a un pequeño tanque de almacenaje.

Residuos Químicos:

El manejo de estos residuos es similar al de los residuos de combustible. Basta con localizar recipientes adecuados en el área de laboratorio y en el tópic, en donde los que realizan alguna labor con algún tipo de químico depositen los residuos en estos recipientes.

Cuando los residuos obtengan un volumen considerable, que por precaución no debe exceder bidones de cinco litros. Estos se sellaran herméticamente para su posterior retiro.

En lo posible existirá mas de un recipiente en la medida que existan dos componentes cuya mezcla pueda causar alguna reacción.

Si bien es cierto que la base debe contar con una o dos personas responsables del manejo de los residuos, tendremos en cuenta que cada habitante debe ser responsable del reciclado primario de los residuos que produce; en el caso particular de estos dos primeros grupos con mayor razón.

Baterías:

En este caso deberán contar con un recipiente especial en el que serán almacenadas, desde que se desechen; ya que si por alguna razón se mezclan con otro tipo de residuos a ser incinerados se producirá el estallido de las pilas dentro del incinerador.

Esto puede ocasionar perjuicio ambiental, además de inutilizar el equipo.

9.3.2 Protección de Especies

9.3.2.1 Protección de la Fauna

En cuanto a la alteración perjudicial del hábitat de fauna, debido a vuelos y/o aterrizajes, a la utilización de vehículos y embarcaciones en zonas donde se pueda perturbar a aves y focas, se debe respetar las siguientes distancias para la circulación de vehículos, aún cuando los recorridos siempre se realicen por caminos existentes, para no afectar a la fauna ni a los recursos hidrobiológicos:

1.000 metros en el caso de helicópteros de 2 motores; 500 metros en el caso de vehículos terrestres y helicópteros de 1 motor, desde la presencia de ejemplares de pingüinos Emperador en reproducción.

200 metros en el caso de vehículos terrestres; 500 metros en el caso de helicópteros de 1 motor y 1.000 metros en el caso de helicópteros de 2 motores, desde la presencia de ejemplares de pingüino Adelia en reproducción, de nidos de Petrel y de focas en reproducción.

100 metros en el caso de vehículos terrestres, 500 metros en el caso de helicópteros 1 motor y 1.000 metros en el caso de helicópteros 2 motores, desde la presencia de ejemplares de pingüino Adelia, fauna en reproducción y focas.

Con relación a la alteración perjudicial de hábitat de fauna debido al transporte marítimo (zodiac y barcaza rusa) se debe evitar, mediante la definición de distancias de acercamiento, el estado de estrés en los animales, respuestas violentas, abandono de nidos y exposición de los huevos o polluelos a los predadores.

9.3.2.1 Protección de la Flora

En cuanto a la perturbación de la flora y fauna generada por el desplazamiento de personas, se debe cumplir lo siguiente:

Demarcación clara y visible de los senderos de excursión (trazado en detalle, distancias mínimas y señalizaciones).

Demarcación de las carpetas vegetales y restricción de distancia de un metro para acercarse al inicio de formaciones vegetales o a un ejemplar de flora.

No cruzar ni interrumpir las vías de desplazamiento entre el mar y los sitios de descanso o nidificación en tierra.

Los grupos de visita a los sitios de flora y fauna deben ser todos guiados, educar a los visitantes para prevenir efectos ambientales adversos.

No se debe intervenir en el normal desarrollo actividades científicas que se realicen en las cercanías del área de desarrollo del proyecto.

9.3.3 Otros Manejos

9.3.3.1 Ruidos Molestos

Estos se generan particularmente en el área de la Casa de fuerza que e donde funcionan los generadores eléctricos, la solución involucra la instalación de silenciadores que evite que el sonido perjudique el ambiente.

Otro factor generador de ruido es el helicóptero, en lo que no se puede incidir, salvo el hecho ya señalado que conserve la distancia requerida de las áreas protegidas.

9.3.3.2 Plan de Manejo en caso de incendios

Desde los primeros momentos de la actividad humana en la Antártida el fuego se ha considerado como la principal causa de siniestralidad. La experiencia de todas las bases indica que es un tipo de accidente altamente probable.

Como en cualquier contingencia, es la seguridad de las personas el principal objetivo de todas las acciones encaminadas a sofocar un incendio. Por lo tanto, en la planificación de la lucha contra el Incendio se tratará de señalar las acciones a realizar de forma coordinada evitando improvisaciones y señalando los puntos de peligro.

En primer lugar se velará por la seguridad personal y sólo en segundo lugar por minimizar los efectos materiales de un hipotético incendio. Sin embargo, todos los expertos están de acuerdo en que (después de la prevención) la existencia de una guía para coordinar las actuaciones en caso de incendio, no solamente disminuye las pérdidas materiales, sino que contribuye en gran manera, y eso es lo verdaderamente importante, a evitar la pérdida de vidas humanas.

Desde el punto de vista de solicitud de ayuda, además de los sistemas de comunicación vía satélite, la base contará con dos emisoras de radio operativas, una en el Módulo Principal y, otra en el Módulo de Emergencia; Cuya lejanía asegura que en caso de siniestro al menos uno de los equipos estarán utilizables.

Los expertos manifiestan la importancia de las acciones coordinadas en los primeros momentos de la detección del foco de Incendio, lo que lógicamente sólo se puede producir

si se ha estudiado, acordado y ensayado unas sencillas normas de actuación.

Dado que la base se compone de una dotación de técnicos permanente, y en muchos casos con experiencia probada en materia de lucha contra incendios, y de científicos que cambian de forma periódica, el peso de las acciones para luchar contra el incendio gravita sobre la dotación de técnicos, que actuarán como jefes de grupo. Siempre se deberán seguir sus indicaciones. Los miembros de los equipos tienen la obligación de buscarse un sustituto en el caso de que tengan previsto abandonar temporalmente la base.

Lucha Contra el Fuego

En el caso de que se detecte un fuego y el sistema de alarma de incendio no haya puesto en marcha las sirenas de alarma se actuará en los pulsadores manuales de alarma de incendio que el sistema dispone en todas las salidas de las áreas. A partir de este momento se seguirán las instrucciones de los puntos siguientes.

Cuando se escuchen las sirenas de alarma TODO EL PERSONAL deberá abandonar inmediatamente el edificio donde se encuentre, llevando consigo un mínimo de ropa de abrigo (IMPRESINDIBLE: GUANTES, BOTAS Y CHAQUETÓN), además cogerán el extintor que tenga más próximo (para ello deberá conocer el emplazamiento de todos ellos).

En el caso de que exista humo, no abandonar el lugar erguido, gatear o arrastrarse con un paño en la boca. Es muy importante tener memorizadas las salidas de todas las áreas de la base, para encontrarlas incluso a oscuras.

Una vez en el exterior se comprobará que todos los miembros de la base están localizados, comenzando las operaciones de extinción que se desarrollarán por tres equipos. (Recordar que la ropa que vestimos no suele ser especialmente ignífuga, por lo tanto evitar el mínimo contacto con el fuego).

Equipo de Intervención rápida

A las ordenes de un técnico con experiencia (Se determinará). Está compuesto por todo el personal que no tenga una misión específica en los otros equipos, o que no sea requerido por los jefes de equipos como apoyo. Su misión será tratar de sofocar mediante extintores el foco de incendio.

Equipo de manguera

Está compuesto por un científico y por un técnico de la base que actúa de Jefe.

Su misión consiste en conectar la manguera de emergencia a la toma general de agua de la base, (manguera azul) y arrastrarla hasta el foco del incendio.

Equipo de bomba

Está compuesta de dos científicos y por el técnico de motores que actuará de jefe.

Su misión será cortar la corriente eléctrica principal, poner en marcha el grupo eléctrico de la bomba de incendios, abrir el depósito de agua, conectar la bomba y arrastrar rápidamente la manguera hasta el foco del incendio.

En Caso de que alguien quede aislado en el Interior

Si la habitación tiene ventana se romperá el cristal con cualquier objeto contundente (nunca con las manos), limpiando de cristales la parte inferior y depositando sobre ella las cortinas o ropa de cama con objeto de no cortarse al saltar, (suele ser un accidente habitual si no se toman estas mínimas precauciones).

En caso de que alguien quedara atrapado estará dispuesta una máscara autónoma en la puerta de la base para poder ser usada para efectuar un rescate. Si por motivo de las características del fuego no pudiera establecerse un rescate desde el interior se procedería con el uso de la maquinaria existente para dismantelar uno de los paneles del lugar donde se encuentre la persona atrapada.

Prevención:

La mejor forma de lucha contra el fuego es la prevención. Sólo fumar en las áreas permitidas, nunca en habitaciones y almacenes. Asegurarse de conectar los equipos eléctricos en los enchufes adecuados. Limitar el número de equipos que operan por la noche y en lugares poco frecuentados. Extremar la precaución en la cocina y en la incineradora. Notificar al jefe de base los comportamientos que se consideren peligrosos.

Capítulo X: Conclusiones y Recomendaciones

10.1 Conclusiones Generales

10.1.1 Como la Antártida reúne el 91% de los hielos del planeta es considerada como una potencial fuente de agua dulce en el futuro. Además tiene un valor muy importante como el único laboratorio natural en condiciones prístinas del planeta.

10.1.2 Las bases científicas están dedicadas al desarrollo de diversas actividades de investigación, la importancia de las tareas de investigación radica en que apuntan a grandes objetivos y logros que pueden beneficiar a la humanidad en el futuro.

10.1.3 El Sistema del Tratado Antártico regula todas las actividades dentro del continente, dentro del que el Protocolo al Tratado Antártico de Protección Ambiental y sus anexos que establece los procedimientos para minimizar el impacto ambiental sobre el continente.

10.1.4 La estación Científica Antártica Machu Picchu constituye el esfuerzo peruano para consolidar su presencia dentro del continente Antártico velando por los intereses genuinos de nuestro país en el Continente.

10.1.5 La ECAMP funciona actualmente durante el verano antártico, por lo que lograr su funcionamiento permanente implica dotar a la base de una infraestructura más completa, capaz de satisfacer todas las necesidades que hagan posible y llevadera la vida dentro del continente; Dotando a su vez a cada sistema de abastecimiento la capacidad de adaptarse a las condiciones climáticas sin interrumpir su funcionamiento.

10.1.6 La Estación científica Machu Picchu alberga un máximo de cuarenticinco personas durante el verano antártico, esta demanda elevada de albergues hace necesario un despliegue logístico

importante, similar al que se realiza en las otras bases durante esta época, que es la de mayor tráfico de personas en la isla.

10.1.7 *Las personas que conforman la dotación de una base antártica, deben tener una característica polifuncional y de autodisciplina; debiendo recibir cursos de adiestramiento pre – antártico,*

10.1.8 *Las necesidades en una base antártica vienen dadas por el Aprovechamiento de agua, Aprovechamiento de Energía, Aprovechamiento de Combustibles, Sistema de Tratamiento de Residuos y el Aprovechamiento de Alimentos; además de la Infraestructura Científica, la Comunicación, Recreación y Sanidad.*

10.1.9 *La previsión debe ser el motor de toda actividad puesto que nada debe ser dejado al azar, nada debe escapar a un plan de funcionamiento, porque esto significaría inevitablemente la no-funcionalidad de la estación y con ello se estaría poniendo en riesgo la vida de sus habitantes.*

10.1.10 *Actualmente el agua de la que se abastece la ECAMP proviene de una pequeña laguna ubicada en la parte posterior de la base; sin embargo su volumen actual no puede abastecer una demanda anual, sobre todo si se considera que durante el invierno la superficie de la misma permanece congelada.*

10.1.11 *Al igual que la mayor parte de estaciones en el continente, la ECAMP se abastece de energía a través de un sistema de generadores eléctricos; haciéndose necesario el incremento en la potencia de dichos generadores.*

10.1.12 *Dentro de la logística Antártica, el manejo de los víveres es por sí mismo una de las actividades primordiales para el funcionamiento de la base, ya que es fácil deducir que sin una adecuada alimentación en un clima especialmente duro, la vida se toma poco llevadera.*

10.2 Recomendaciones Finales

10.2.1 *Resulta recomendable el represamiento del agua dulce proveniente de los deshielos, a decir de otros sistemas de obtención menos limpios. Pero debe tomarse en cuenta que al no contar con una laguna natural con suficiente volumen de agua para abastecer las necesidades de la ECAMP, una solución más económica la representaría una planta desalinizadora de agua de mar.*

10.2.2 *Un sistema de represamiento o formación de una laguna artificial implica primero la impermeabilización de los fondos y la construcción de un muro o terraplén que represe el agua. Todo ello deberá hacerse sobre la base ya detectada la laguna Nº 1 que se forman durante el verano Antártico.*

10.2.3 *El sistema debe contar con cisternas de almacenamiento cercanas a la base de modo que permitan su funcionamiento de al menos los dos módulos principales por un mínimo de 15 días en caso de que fuertes ventiscas de nieve imposibiliten el re-abastecimiento desde la laguna.*

10.2.4 *Consideraremos que el módulo de vivienda y el módulo de emergencia no pueden ser abastecidos por una misma cisterna. Puesto que de ocurrir un siniestro, se hace necesario que estos módulos cuenten con un abastecimiento independiente que permita su funcionamiento.*

10.2.5 *El sistema de generación de energía actualmente utilizado es el de generadores eléctricos abastecidos por combustibles fósiles por lo que es una de las energías menos limpias que hay, dado que la combustión del petróleo contamina el medio ambiente circundante y el ruido que se produce por la actividad de los generadores contribuye notablemente a la contaminación acústica que genera la base y el ecosistema que lo circunda.*

10.2.6 La ventaja evidente en su utilización radica en que su implementación inmediata reporta un menor costo, además el abastecimiento de energía está asegurado permanentemente, a decir de otros tipos de energía alternativa que dependen de las condiciones climáticas.

10.2.7 Entre estos tipos de energía alternativa tenemos a la energía eólica, la energía hidráulica y la energía solar o producida por generadores fotovoltaicos; estos tipos de energía individualmente ofrecen ventajas y/o desventajas de toda índole, llámese a estos ambiental, económico, de funcionamiento, eficiencia, etc.

10.2.8 En lo que concierne al calentamiento de agua este podría realizarse a través de los denominados calderos. Muy particularmente se sugiere la utilización de calentadores metálicos abastecidos por briquetas de carbón vegetal. Se ha comprobado que la utilización de este tipo de combustible resulta un 60% más económico que la utilización de otros tipos de combustible, más aún cuando se utiliza la energía de generadores eléctricos abastecidos por combustibles fósiles.

10.2.9 Los combustibles necesitados en la estación deben ser trasladados a la ECAMP desde el Puerto del Callao y su importancia es primaria dado que prácticamente todo el servicio en la base dependen de él.

10.2.10 Para utilizar un sistema de transporte directo del combustible desde el buque a la base, es necesario dotar a la base de tanques especiales destinados al almacenaje de combustible así como de normar una maniobra de transporte y trasiego a través de mangueras conectadas al buque.

10.2.11 Dada la disposición final de la infraestructura de la ECAMP, será necesario demarcar los caminos a utilizarse, tanto para los

vehículos como para los peatones; para ello se tendrá especial cuidado con no afectar a la fauna ni flora existente.

10.2.12 *En cuanto al transporte aéreo este se realiza a través de cartas de navegación que permitan al helicóptero alejarse de las zonas protegidas destinadas al hábitat natural de la fauna antártica, para la cual representaría muy perjudicial la cercanía de estas aeronaves que suelen producir bastante ruido.*

10.2.13 *Se hace necesario un sistema portuario, puesto que el reabastecimiento de la logística antártica se realiza principalmente vía marítima, por lo cual el Buque llega hasta el centro de la ensenada Mackellar, desde donde es necesario utilizar embarcaciones menores para transportar alimentos, combustible, etc.; para ello será necesario hacer estudios del comportamiento de las corrientes marinas en los fondos de la ensenada con el fin de diseñar una adecuada instalación portuaria. Sin que esta altere la fauna acuática del lugar.*

10.2.14 *Ante la inexistencia de un sistema de tratamiento de residuos, es necesario implementar un sistema que permita la clasificación, reciclaje, manejo y disposición final de los residuos sólidos; este proceso debe comprender la orientación adecuada a cada habitante de la base a fin de que el reciclado de los residuos se haga casi a la par de su generación.*

10.2.15 *En lo que concierne a los residuos líquidos, estos deben recibir cada cual según su tipo un manejo diferente; siendo necesario un sistema exclusivo de almacenaje para los distintos tipos de aceites, combustibles y grasas residuales que se producen tanto de uso doméstico como mecánico.*

10.2.16 *Un adecuado Plan de manejo ambiental debe considerar la previsión como punto de partida de toda actividad, es por ello que será necesario crear una cultura antártica, en la que cada habitante*

de la base conozca sus responsabilidades y límites dentro de la ECAMP.

10.2.17 *La clasificación, la reducción, el almacenamiento y la eliminación de residuos provenientes de las actividades antárticas se realizarán según las pautas establecidas en el Artículo 8 del Anexo III, Eliminación y tratamiento de Residuos del Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente.*

10.2.18 *Para asegurar las reservas antárticas, las provisiones siempre deben ser encargadas con un 50% como mínimo adicional, previendo que la inestabilidad del clima antártico imposibilite el ingreso a la isla dejando con ello a la base desabastecida, pero en el caso de los alimentos consideraremos un factor adicional del 100%.*

10.2.19 *Determinado el volumen de víveres a ser transportados, es recomendable que los víveres secos sean re-abastecidos una vez al año en el mes de diciembre o enero, mientras que los víveres frescos pueden ser re-abastecidos dos veces al año. Una vez en la ECAMP los víveres deberán ser almacenados en cámaras frigoríficas y/o congeladores dependiendo de su tipo.*

10.2.20 *Se recomienda la instalación final de la infraestructura faltante, entre ella los laboratorios científicos, el módulo de recreación, y un centro médico.*

Referencias Bibliográficas:

- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Segunda Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 1989.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Tercera Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 1991.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Cuarta Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 1993.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Novena Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 1998.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Décima Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 1999.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Decimoprimera Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 2000.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Decimosegunda Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; .2001.*
- *Comisión Nacional de Asuntos Antárticos (CONAAN); Informe Científico de la Decimotercera Expedición peruana a la Antártida; CONAAN; Lima; 2002.*

- *Somov/M. M.; Soviet Antartic Expedition; New York Publishing Company; U.S.A.; 1964.*
- *Jose Herrera Sosas; La Otra cara de la Antártida; CONCYTEC; Lima; 1990.*
- *Masaryk University; Czech Scientific Station in the Antartic; Masaryk University; Praga; Mayo 2001.*
- *Tratado Antártico; Países Miembros del Tratado; Washington; 1959.*
- *XI Reunión de Administradores de Programas Antárticos latinoamericanos; Informe Final; XI RAPAL; Lima; Noviembre del 2000.*
- *Informe del Funcionamiento de las Estaciones Antárticas; BAE "Juan Carlos"; Instituto Antártico Español; España; 2001*

Anexos I



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y

MITIGACION DE DESASTRES

LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-027
 SOLICITANTE : BACH. PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES
 PROYECTO : Propuesta para el Plan Maestro de la ECAMP
 UBICACION : Antartida - Isla Rey Jorge - Sethland del Sur
 FECHA : Febrero, 2003

Lugar : Zona Radar
 Muestra : ---
 Temperatura : ---

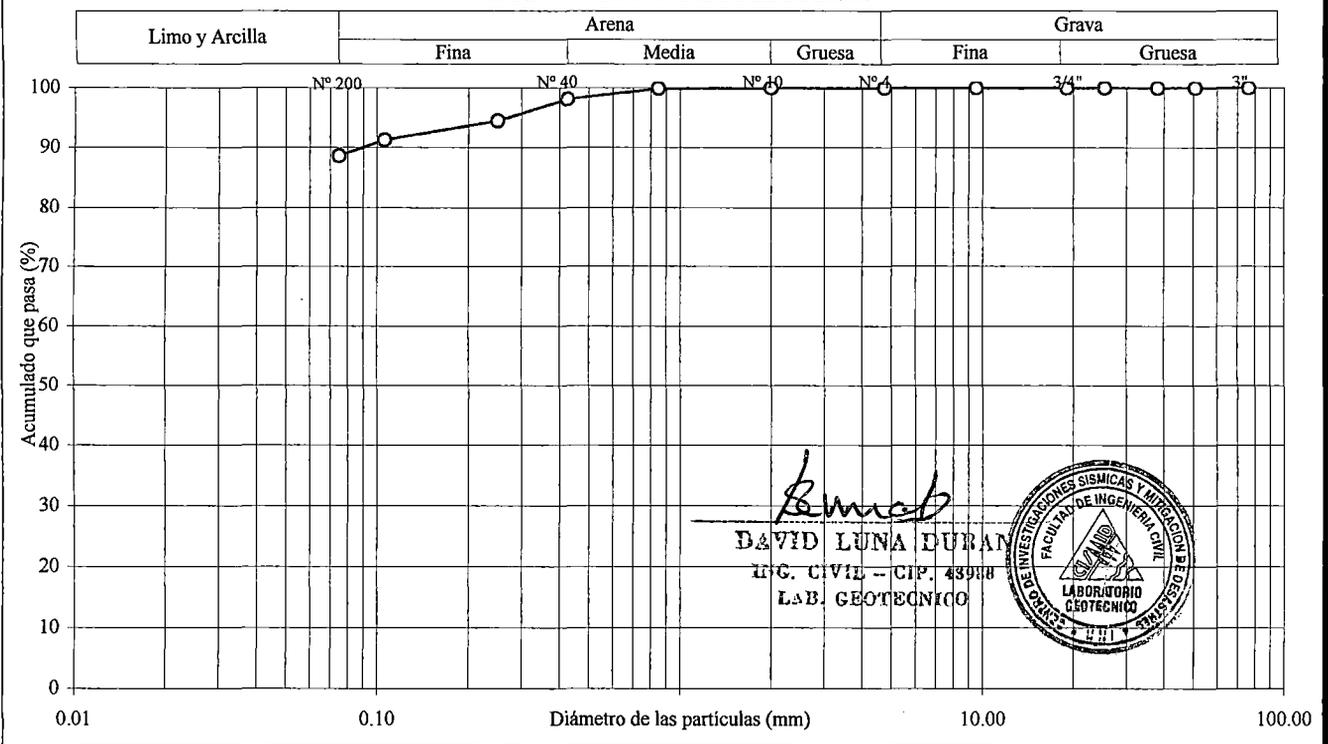
Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	18.4

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	26
Límite plástico (ω_p)	(%)	17
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	9
Límite contracción (ω_c)	(%)	---

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Tamiz	(mm)	(%)	
3 "	76.20	100.0	
2 "	50.80	100.0	
1 1/2 "	38.10	100.0	
1 "	25.40	100.0	
3/4 "	19.05	100.0	
3/8 "	9.525	100.0	
Nº 004	4.750	100.0	
Nº 010	2.000	100.0	
Nº 020	0.850	99.9	
Nº 040	0.425	98.1	
Nº 060	0.250	94.5	
Nº 140	0.106	91.3	
Nº 200	0.075	88.6	

Resultados		ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	---	
	Curvatura (C_c)	---	
Material	Grava (%)	0.0	
	Arena (%)	11.4	
	Limo y arcilla (%)	88.6	
Clasificación	AASHTO	A-4 (6)	
	S U C S	CL	
Nombre de grupo - SUCS			
Arcilla de baja plasticidad			

CURVA GRANULOMETRICA



David Luna Duran
 DAVID LUNA DURAN
 ING. CIVIL - CIP. 43918
 LAB. GEOTECNICO





ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-027
SOLICITANTE : BACH. PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES
PROYECTO : Propuesta para el Plan Maestro de la ECAMP
UBICACION : Antartida - Isla Rey Jorge - Sethland del Sur
FECHA : Febrero, 2003

Lugar : Zona Radar
Muestra : 2º Capa
Temperatura : 2 ºC

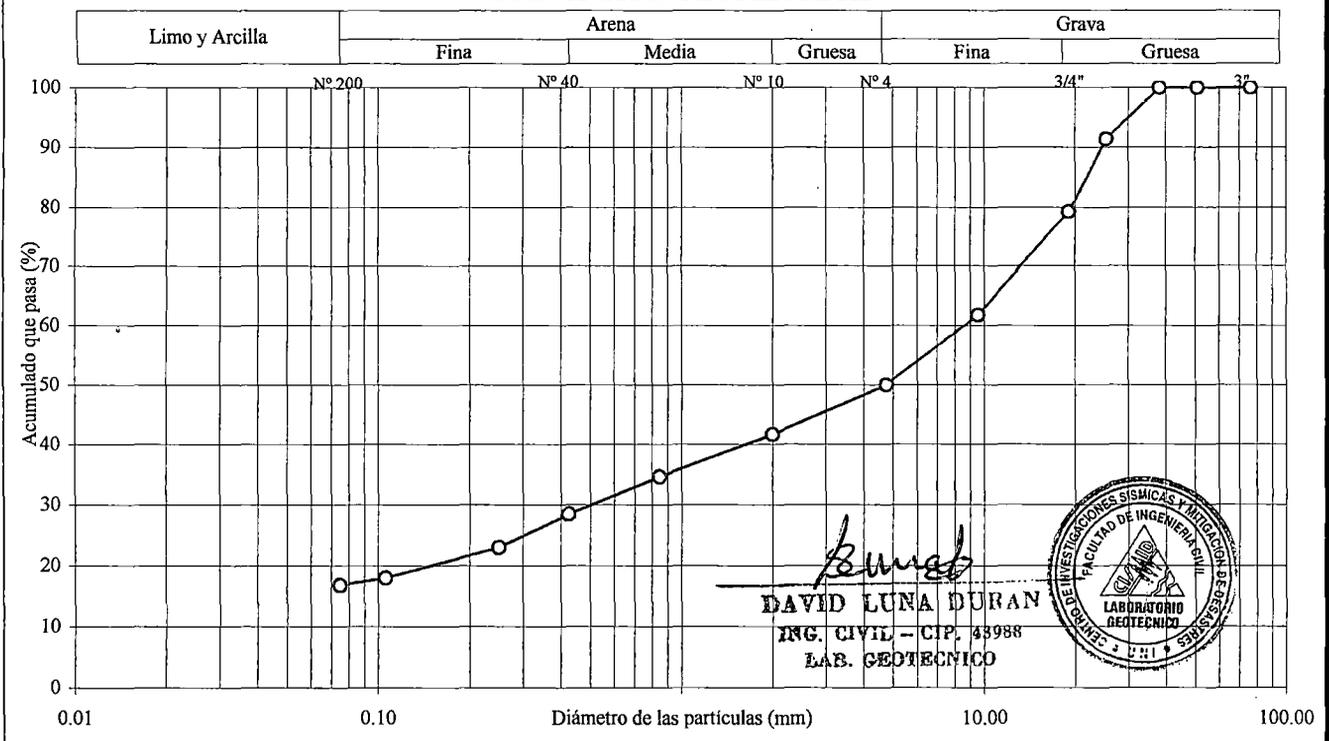
Table with 2 columns: Parameter (Humedad, Contenido de humedad (w)), Standard (ASTM - D2216), and Value (9.7).

Table with 2 columns: Parameter (Límites de consistencia, Límite líquido (wL), Límite plástico (wP), Índice de plasticidad (Ip), Límite contracción (wC)), Standard (ASTM - D427 / ASTM - D4318), and Value (32, 17, 15, ---).

Table for Granulometría por tamizado (ASTM - D422) with columns: Tamiz (mm), Acumulado que pasa (%).

Table for Resultados (ASTM - D2487 / ASTM - D3282) with columns: Parameter (Coeficiente, Material, Clasificación), Standard, and Value (Uniformidad (Cu), Curvatura (Cc), Grava, Arena, Limo y arcilla, AASHTO, SUCS, A-2-6 (0), GC).

CURVA GRANULOMETRICA



Signature and name: DAVID LUNA DURAN, ING. CIVIL - CIP. 43988, LAB. GEOTECNICO





ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-027
SOLICITANTE : BACH. PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES
PROYECTO : Propuesta para el Plan Maestro de la ECAMP
UBICACION : Antartida - Isla Rey Jorge - Sethland del Sur
FECHA : Febrero, 2003

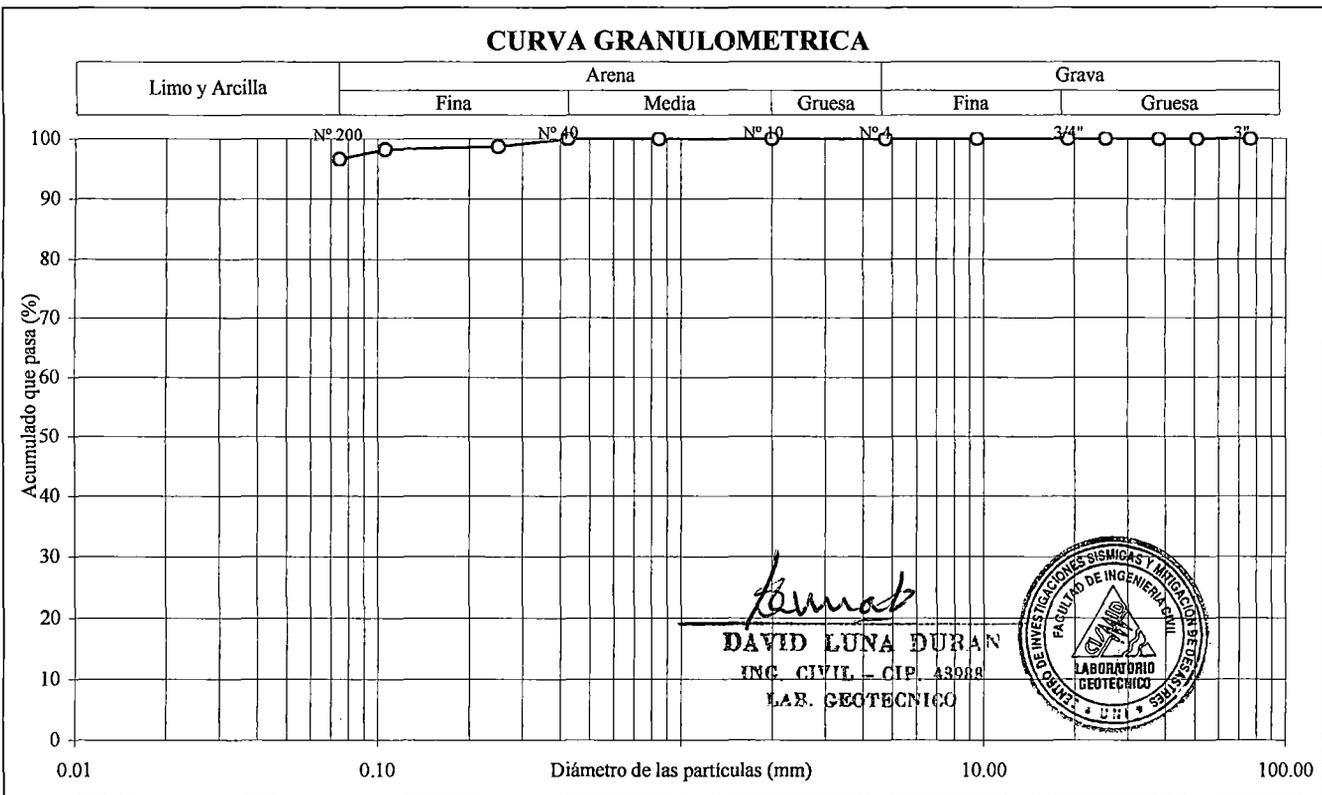
Lugar : Zona Radar
Muestra : 2º Capa
Temperatura : 5.4 ºC

Table with 2 columns: Parameter (Humedad, Contenido de humedad) and Value (ASTM - D2216, 22.5%)

Table with 2 columns: Parameter (Límites de consistencia, Límite líquido, etc.) and Value (ASTM - D427 / ASTM - D4318, 29, 21, 8, ---)

Table for Granulometría por tamizado (ASTM - D422) with columns: Tamiz (mm), Acumulado que pasa (%)

Table for Resultados (ASTM - D2487 / ASTM - D3282) with columns: Parameter (Uniformidad, Curvatura, Material, Clasificación) and Value



Signature: David Luna Duran
DAVID LUNA DURAN
ING. CIVIL - CIP. 43988
LAB. GEOTECNICO





ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-027
SOLICITANTE : BACH. PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES
PROYECTO : Propuesta para el Plan Maestro de la ECAMP
UBICACION : Antartida - Isla Rey Jorge - Sethland del Sur
FECHA : Febrero, 2003

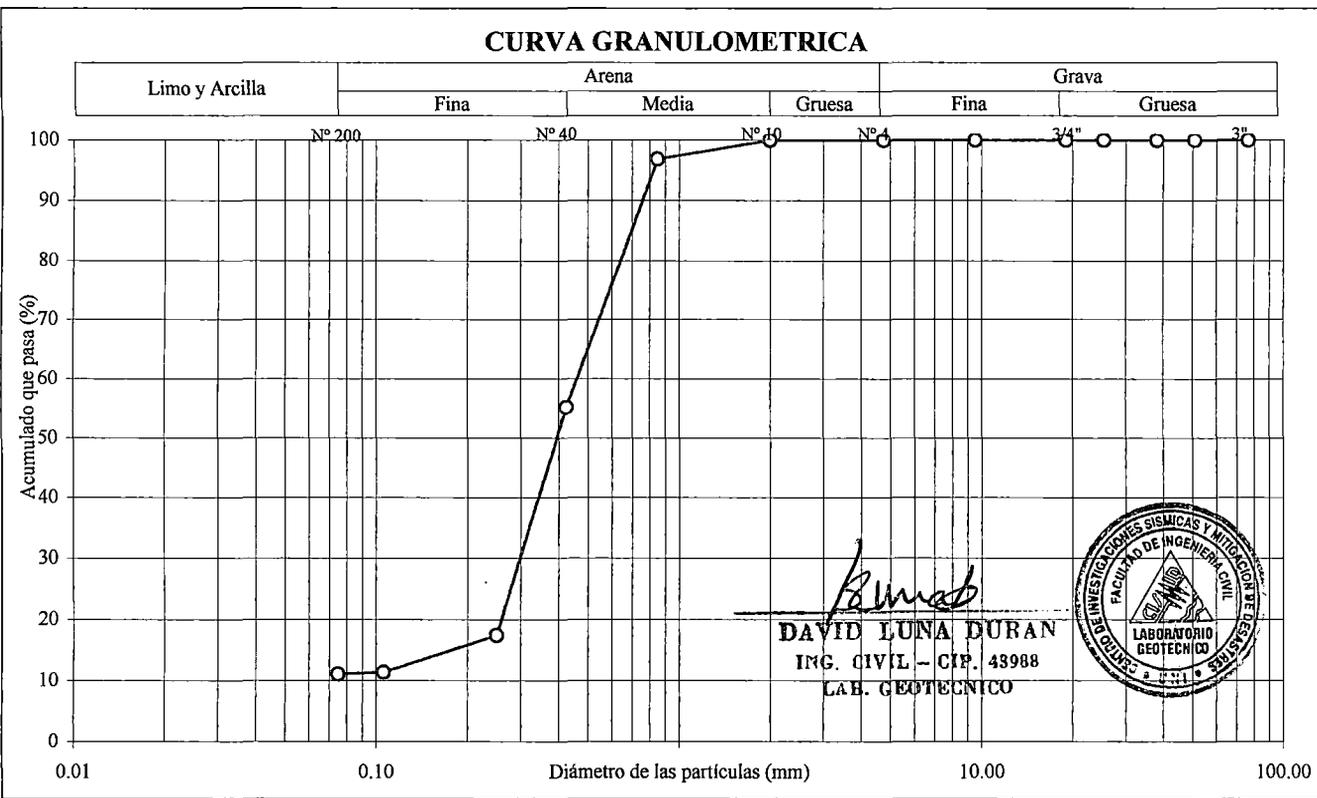
Lugar : Zona Radar
Muestra : 3º Capa
Temperatura : 5.4 ºC

Table with 2 columns: Parameter (Humedad, Contenido de humedad (w)), Standard (ASTM - D2216), and Value (9.1).

Table with 2 columns: Parameter (Límites de consistencia, Límite líquido (wL), Límite plástico (wP), Índice de plasticidad (Ip), Límite contracción (wc)), Standard (ASTM - D427 / ASTM - D4318), and Value (NP, NP, NP, ---).

Table for Granulometría por tamizado (ASTM - D422) with columns: Tamiz (mm), Acumulado que pasa (%).

Table for Resultados (ASTM - D2487 / ASTM - D3282) with columns: Parameter (Coeficiente, Material, Clasificación), Standard, and Value (---, 0.0, 88.9, 11.1, A-2-4 (0), SP - SM).



Signature of David Luna Duran, ING. CIVIL - CIP. 43988, LAB. GEOTECNICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y

MITIGACION DE DESASTRES

LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-027
 SOLICITANTE : BACH. PATRICIA IRENE GAGLIUFFI FLORES
 PROYECTO : Propuesta para el Plan Maestro de la ECAMP
 UBICACION : Antartida - Isla Rey Jorge - Sethland del Sur
 FECHA : Febrero, 2003

Lugar : Zona 2
 Muestra : ---
 Temperatura : ---

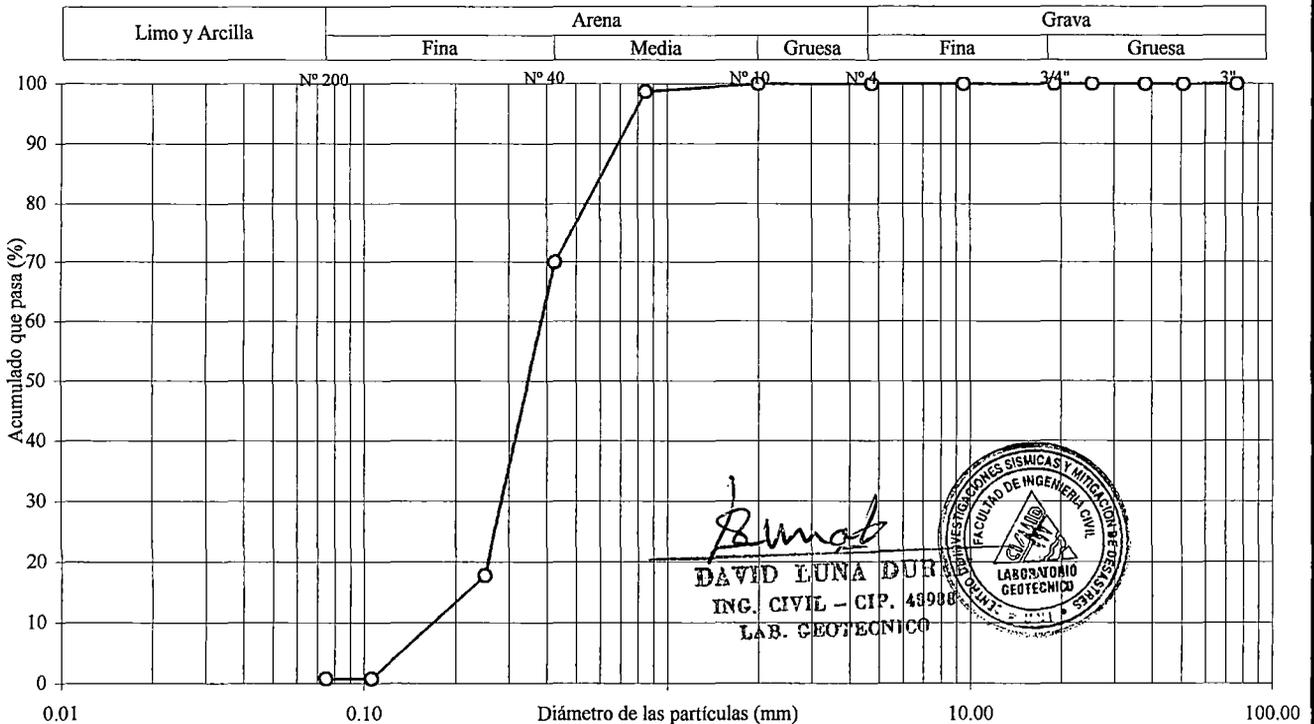
Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	6.4

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	NP
Límite plástico (ω_P)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_P)	(%)	NP
Límite contracción (ω_c)	(%)	---

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Tamiz	(mm)	(%)	(%)
3 "	76.20	100.0	
2 "	50.80	100.0	
1 1/2 "	38.10	100.0	
1 "	25.40	100.0	
3/4 "	19.05	100.0	
3/8 "	9.525	100.0	
Nº 004	4.750	100.0	
Nº 010	2.000	100.0	
Nº 020	0.850	98.7	
Nº 040	0.425	70.0	
Nº 060	0.250	17.8	
Nº 140	0.106	0.8	
Nº 200	0.075	0.8	

Resultados		ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	2.3	
	Curvatura (C_c)	1.2	
Material	Grava (%)	0.0	
	Arena (%)	99.2	
	Limo y arcilla (%)	0.8	
Clasificación	AASHTO	A-3 (1)	
	S U C S	SP	
Nombre de grupo - SUCS			
Arena pobremente gradada			

CURVA GRANULOMETRICA



David Luna Dur
 DAVID LUNA DUR
 ING. CIVIL - CIP. 48988
 LAB. GEOTECNICO



**ANEXO I AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE
PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE**

ARTICULO 1

FASE PRELIMINAR

- 1. El impacto medioambiental de las actividades propuestas, mencionadas en el Artículo 8 del Protocolo, tendrá que ser considerado, antes de su inicio, de acuerdo con los procedimientos nacionales apropiados.*
- 2. Si se determina que una actividad provocará menos que un impacto mínimo o transitorio, dicha actividad podrá iniciarse sin dilación.*

ARTÍCULO 2

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL INICIAL

- 1. A menos que se haya determinado que una actividad tendrá menos que un impacto mínimo o transitorio o que se esté preparando una Evaluación Medioambiental Global, de acuerdo con el Artículo 3, deberá prepararse una Evaluación Medioambiental Inicial. Esta contendrá datos suficientes para evaluar si la actividad propuesta puede tener un impacto más que mínimo o transitorio, y comprenderá:*
 - (a) una descripción de la actividad propuesta incluyendo su objetivo, localización, duración e intensidad; y*
 - (b) la consideración de las alternativas a la actividad propuesta y de las de cualquier impacto que la actividad pueda producir, incluyendo los impactos acumulativos a la luz de las actividades existentes o de cuya proyectada realización se tenga conocimiento.*

2. Si una evaluación Medioambiental Inicial indicara que una actividad propuesta no tendrá, previsiblemente, más que un impacto mínimo o transitorio, la actividad se podrá iniciar, siempre que se establezcan procedimientos apropiados, que pueden incluir la observación, para evaluar y verificar el impacto de la actividad.

ARTICULO 3

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL GLOBAL

1. Si una Evaluación Medioambiental Inicial indicara, o si de otro modo se determinara, que una actividad propuesta tendrá, probablemente, un impacto más que mínimo o transitorio, se preparará una Evaluación Medioambiental Global.

2. Una Evaluación Medioambiental Global deberá comprender:

(a) una descripción de la actividad propuesta, incluyendo su objetivo, ubicación, duración e intensidad, así como posibles alternativas a la actividad, incluyendo la de su no realización, así como las consecuencias de dichas alternativas;

(b) una descripción del estado de referencia inicial del medio ambiente, con la cual se compararán los cambios previstos, y un pronóstico del estado de referencia futuro del medio ambiente, en ausencia de la actividad propuesta;

(c) una descripción de los métodos y datos utilizados para predecir los impactos de la actividad propuesta;

(d) una estimación de la naturaleza, magnitud, duración e intensidad de los probables impactos directos de la actividad propuesta;

(e) una consideración de los posibles impactos indirectos o de segundo orden de la actividad propuesta;

(f) la consideración de los impactos acumulativos de la actividad propuesta, teniendo en cuenta las actividades existentes y otras actividades de cuya proyectada realización se tenga conocimiento;

(g) la identificación de las medidas, incluyendo programas de observación, que puedan ser adoptadas para minimizar o atenuar los impactos de la actividad propuesta y detectar impactos imprevistos y que podrían, tanto prevenir con suficiente antelación cualquier impacto negativo de la actividad, como facilitar la pronta y eficaz resolución de accidentes;

(h) la identificación de los impactos inevitables de la actividad propuesta;

(i) la consideración de los efectos de la actividad propuesta sobre el desarrollo de la investigación científica y sobre otros usos y valores existentes;

(j) identificación de las lagunas de conocimiento e incertidumbres halladas durante el acopio de información necesaria conforme a este párrafo;

(k) un resumen no técnico de la información proporcionada con arreglo a este párrafo; y

(l) nombre y dirección de la persona u organización que preparó la Evaluación Medioambiental Global y la dirección a la cual se deberán dirigir los comentarios posteriores.

3. El proyecto de la Evaluación Medioambiental Global se pondrá a disposición pública y será enviado a todas las Partes, que también lo harán público, para ser comentado. Se concederá un plazo de 90 días para la recepción de comentarios.

4. El proyecto de la Evaluación Medioambiental Global se enviará al Comité al mismo tiempo que es distribuido a las Partes, y, al menos, 120 días antes de la próxima Reunión Consultiva del Tratado Antártico, para su consideración, según resulte apropiado.

5. No se adoptará una decisión definitiva de iniciar la actividad propuesta en el Área del Tratado Antártico a menos que la Reunión Consultiva del Tratado Antártico haya tenido la oportunidad de considerar el proyecto de Evaluación Medioambiental Global a instancias del Comité y siempre que la decisión de iniciar la actividad propuesta no se retrase, debido a la aplicación de este párrafo, más de 15 meses desde la comunicación del proyecto de Evaluación Medioambiental Global.

6. Una Evaluación Medioambiental Global definitiva examinará e incluirá o resumirá los comentarios recibidos sobre el proyecto de Evaluación Medioambiental Global. La Evaluación Medioambiental Global definitiva, junto al anuncio de cualquier decisión tomada relativa a ella y a cualquier evaluación sobre la importancia de los impactos previstos en relación con las ventajas de la actividad propuesta, será enviada a todas las Partes que, a su vez, los pondrán a disposición pública, al menos 60 días antes del comienzo de la actividad propuesta en el Área del Tratado Antártico.

ARTICULO 4

UTILIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN GLOBAL EN LA TOMA DE DECISIONES

Cualquier decisión acerca de si una actividad propuesta, a la cual se aplique el Artículo 3, debe realizarse y, en este caso, si debe realizarse en su forma original o modificada, se basará en la Evaluación Medioambiental Global, así como en otras consideraciones pertinentes.

ARTICULO 5

OBSERVACIÓN

1. Se establecerán procedimientos, incluyendo la observación apropiada de los indicadores medioambientales fundamentales, para evaluar y verificar el impacto de cualquier actividad que se lleve a cabo después de la conclusión de una Evaluación Medioambiental Global.

2. Los procedimientos a los que se refiere el párrafo (1) anterior y el Artículo 2 (2) serán diseñados para proveer un registro regular y verificable de los impactos de la actividad, entre otras cosas, con el fin de:

(a) Permitir evaluaciones de la medida en que tales impactos son compatibles con este Protocolo; y

(b) Proporcionar información útil para minimizar o atenuar los impactos, y cuando sea apropiado, información sobre la necesidad de suspender, cancelar o modificar la actividad.

ARTICULO 6

COMUNICACIÓN DE INFORMACIÓN

1. La siguiente información se comunicará a las Partes, se enviará al Comité y se pondrá a disposición pública:

(a) una descripción de los procedimientos mencionados en el Artículo 1;

(b) una lista anual de las Evaluaciones Medioambientales Iniciales preparadas conforme al Artículo 2 y todas las decisiones adoptadas en consecuencia;

(c) información significativa, así como cualquier acción realizada en consecuencia, obtenida en base a los procedimientos establecidos con arreglo a los Artículos 2 (2) y 5; y

(d) información mencionada en el Artículo 3 (6).

2. Las Evaluaciones Medioambientales Iniciales, preparadas conforme al Artículo 2, estarán disponibles previa petición.

ARTICULO 7

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. *Este Anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor o con la protección del medio ambiente, que requieran emprender una actividad sin dar cumplimiento a los procedimientos establecidos en este Anexo.*

2. *La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia, que en otras circunstancias habrían requerido la preparación de una Evaluación Medioambiental Global, se enviará de inmediato a las Partes y al Comité y, asimismo, se proporcionará, dentro de los 90 días siguientes a dichas actividades, una completa explicación de las mismas.*

ARTICULO 8

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. *Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX(1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.*

2. *Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.*

**ANEXO II AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE
PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
CONSERVACIÓN DE LA FAUNA Y FLORA ANTÁRTICAS**

ARTICULO 1

DEFINICIONES

Para los fines de este anexo:

(a) "Mamífero autóctono" significa cualquier miembro de cualquier especie perteneciente a la Clase de los Mamíferos, autóctono de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas debido a migraciones naturales;

(b) "Ave autóctona" significa cualquier miembro, en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo el estado de huevo) de cualquier especie de la Clase de las Aves, autóctonas de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas, debido a migraciones naturales;

(c) "Planta autóctona" significa cualquier tipo de vegetación terrestre o de agua dulce, incluyendo briofitas, líquenes, hongos y algas en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo semillas y otros propagadores), autóctonos de la zona del Tratado Antártico;

(d) "Invertebrado autóctono" significa cualquier invertebrado terrestre o de agua dulce en cualquier etapa de su ciclo vital, autóctono de la zona del Tratado Antártico;

(e) "Autoridad competente" significa cualquier persona o agencia facultada por una Parte Contratante para expedir autorizaciones según lo establecido en este Anexo;

(f) "Autorización" significa un permiso oficial por escrito expedido por una autoridad competente;

(g) "Tomar" o "toma" significa matar, herir, atrapar, manipular o molestar a un mamífero o ave autóctonos o retirar o dañar tales cantidades de plantas nativas que ello afecte significativamente a su distribución local o su abundancia;

(h) "Intromisión perjudicial" significa:

(i) El vuelo o el aterrizaje de helicópteros y de otras aeronaves de tal manera que perturben la concentración de aves y focas;

(ii) La utilización de vehículos o embarcaciones, incluidos los aerodeslizadores y barcos pequeños, de manera que perturben la concentración de aves y focas;

(iii) La utilización de explosivos y armas de fuego de manera que perturben la concentración de aves y focas;

(iv) La perturbación intencionada de la cría y la muda del plumaje de las aves o de las concentraciones de aves y focas por cualquier persona a pie;

(v) Dañar de manera significativa la concentración de plantas terrestres nativas por el aterrizaje de aeronaves, por conducir vehículos o por caminar sobre dichas plantas o por cualquier otro medio; y

(vi) Cualquier actividad que produzca una importante modificación negativa del hábitat de cualquier especie o población de mamíferos, aves, plantas o invertebrados autóctonos;

(i) "Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas" significa la Convención celebrada en Washington el 2 de diciembre de 1946.

ARTICULO 2

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Este Anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protección del medio ambiente.

2. La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia se enviará de inmediato a las Partes y al Comité.

ARTICULO 3

PROTECCIÓN DE LA FAUNA Y LA FLORA NATIVA

1. Queda prohibida la toma o cualquier intromisión perjudicial, salvo que se cuente con una autorización.

2. Dichas autorizaciones deberán especificar la actividad autorizada incluyendo cuándo, dónde y quién la lleva a cabo, y se concederán sólo en las siguientes circunstancias:

(a) Para proporcionar especímenes para estudios científicos o información científica;

(b) Para proporcionar especímenes para museos, herbarios, jardines zoológicos o botánicos, u otras instituciones o usos educativos o culturales;

(c) Para hacer frente a las consecuencias inevitables de actividades científicas no autorizadas de acuerdo con los apartados (a) o (b) anteriores, o relativas a la construcción y operación de instalaciones de apoyo científico.

3. Se deberá limitar la concesión de dichas autorizaciones para asegurar:

(a) Que no se tomen más mamíferos, aves o plantas autóctonas de las estrictamente necesarias para cumplir con los objetivos establecidos en el párrafo 2 anterior;

(b) Que sólo se mate un pequeño número de mamíferos o aves autóctonas y que, en ningún caso, se maten más mamíferos o aves autóctonas de las

poblaciones locales de los que puedan ser reemplazados de forma normal por reproducción natural en la siguiente estación teniendo en cuenta otras tomas permitidas;

(c) Que se conserve la diversidad de las especies así como el hábitat esencial para su existencia, y el equilibrio de los sistemas ecológicos existentes en la zona del Tratado Antártico.

4. Las especies de mamíferos, aves y plantas autóctonas enumeradas en el Apéndice A de este Anexo deberán ser designadas "Especies Especialmente Protegidas" y las Partes les concederán especial protección.

5. No deberá concederse ninguna autorización para tomar una Especie Especialmente Protegida, salvo si dicha acción:

(a) Sirve a un fin científico urgente;

(b) No pone en peligro la supervivencia o recuperación de esas especies o la población local; y

(c) Utiliza técnicas no mortíferas cuando sea apropiado.

6. Cualquier actividad de toma de mamíferos y aves autóctonas se llevará a cabo de forma que se les produzca el menor dolor y sufrimiento posibles.

ARTICULO 4

INTRODUCCIÓN DE ESPECIES, PARÁSITOS Y ENFERMEDADES NO AUTÓCTONAS

1. No se introducirá en tierra ni en las plataformas de hielo ni en el agua de la zona del Tratado Antártico, ninguna especie animal o vegetal que no sea autóctona de la zona del Tratado Antártico, salvo de conformidad con una autorización.

2. No se introducirán perros en tierra ni en las plataformas de hielo, y los perros que se encuentran actualmente en dichas áreas deberán ser retirados antes del 1º de abril de 1994.

3. Las autorizaciones citadas en el anterior párrafo 1 serán concedidas para permitir solamente la importación exclusiva de los animales y plantas enumerados en el apéndice B de este Anexo y especificarán las especies, número y, si es apropiado, edad y sexo, así como las precauciones a adoptar para prevenir su huida o el contacto con la fauna y flora autóctonas.

4. Cualquier planta o animal para el cual se haya concedido una autorización de conformidad con los párrafos 1 y 3 anteriores, serán retirados de la Zona del Tratado Antártico o serán destruidos por incineración o medio igualmente eficaz que elimine el riesgo para la fauna y flora autóctonas, antes del vencimiento de la autorización. La autorización especificará dicha obligación. Cualquier otra planta o animal introducido en la zona del Tratado Antártico y que no sea autóctono de dicha zona, incluida cualquier descendencia, será retirado o destruido por incineración o medio igualmente efectivo, para que se produzca su esterilidad, a menos que se determine que no implican riesgos para la flora y fauna autóctonas.

5. Ninguna disposición de este Artículo se aplicará a la importación de alimentos en la zona del Tratado Antártico siempre que no se importen animales vivos para ese fin y que todas las plantas así como productos y partes de origen animal se guarden bajo condiciones cuidadosamente controladas y se eliminen de acuerdo con el Anexo III al Protocolo y Apéndice C de este Anexo.

6. Cada Parte solicitará que se tomen precauciones, incluidas aquellas enumeradas en el Apéndice C de este Anexo, para impedir la introducción de microorganismos (v.gr. virus, bacterias, parásitos, levaduras, hongos) no presentes en la fauna y flora autóctonas.

ARTICULO 5

INFORMACIÓN

Las Partes prepararán y facilitarán información que establezca, en particular, las actividades prohibidas y proporcionarán listas de Especies Especialmente Protegidas y de las Áreas Protegidas pertinentes, para todas aquellas personas presentes en el Área del Tratado Antártico o que tengan la intención de entrar en ella, con el fin de asegurar que tales personas comprendan y cumplan las disposiciones de este Anexo.

ARTICULO 6

INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

1. Las Partes acordarán medidas para:

(a) la recopilación e intercambio de documentos (incluidos los registros de las autorizaciones) y estadísticas relativas a los números o cantidades de cada una de las especies de mamíferos, aves o plantas autóctonas tomadas anualmente en la Zona del Tratado Antártico;

(b) la obtención e intercambio de información relativa al estado de los mamíferos, aves, plantas e invertebrados en el Área del Tratado Antártico y el grado de protección necesaria para cualquier especie o población;

(c) el establecimiento de un formulario común en el cual esta información sea presentada por las Partes en conformidad con el párrafo 2 de este Artículo.

2. Cada Parte deberá informar a las otras Partes y al Comité antes de que finalice el mes de noviembre de cada año, acerca de las medidas que se hayan adoptado en conformidad con el párrafo 1 anterior y sobre el número y naturaleza de las autorizaciones concedidas según lo establecido en este Anexo durante el período precedente comprendido entre el 1º de julio y el 30 de junio.

ARTICULO 7

RELACIÓN CON OTROS ACUERDOS FUERA DEL SISTEMA DEL TRATADO ANTÁRTICO

Ninguna disposición de este Anexo afectará a los derechos y obligaciones de las Partes derivados de la Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas.

ARTICULO 8

REVISIÓN

Las Partes deberán mantener bajo continua revisión las medidas para la conservación de la fauna y flora antárticas y teniendo en cuenta cualquier recomendación del Comité.

ARTICULO 9

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

APÉNDICES AL ANEXO

Apéndice A. Especies especialmente protegidas

*Todas las especies del género **Arctocephalus**, focas peleteras, **Ommatophoca rossii**, foca de Ross.*

Apéndice B. Introducción de animales y plantas

Los siguientes animales y plantas podrán ser introducidos al Área del Tratado Antártico de conformidad con las autorizaciones concedidas según el Artículo 4 de este Anexo:

(a) Plantas domésticas; y

(b) Animales y plantas de laboratorio, incluyendo virus, bacterias, levaduras y hongos.

Apéndice C. Precauciones para prevenir la introducción de microorganismos

1. Aves de corral: No se introducirá ningún ave de corral u otras aves vivas en la zona del Tratado Antártico. Antes de que las aves preparadas para su consumo sean empaquetadas para su envío al Área del Tratado Antártico, serán sometidas a una inspección para detectar enfermedades, por ejemplo la enfermedad de Newcastle, tuberculosis o la infección por levaduras. Cualquier ave o partes de ave no consumidas deberán ser retiradas de la zona del Tratado Antártico o destruidas por incineración o medios equivalentes que eliminen los riesgos para la fauna y flora nativas.

2. Se evitará, en la mayor medida posible, la introducción de tierra no estéril.

**ELIMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS
(ANEXO III DEL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO)**

Madrid 3 de Octubre de 1991

ARTICULO I

OBLIGACIONES GENERALES

- 1. Este Anexo se aplicará a las actividades que se realicen en el área del Tratado Antártico de conformidad con los programas de investigación científica, el turismo y a todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico para las cuales es necesaria la notificación previa según lo establece el Artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluidas las actividades asociadas de apoyo logístico.*
- 2. Se reducirá en la medida de lo posible, la cantidad de residuos producidos o eliminados en el área del Tratado Antártico, con el fin de minimizar su repercusión en el medio ambiente y de minimizar las interferencias con los valores naturales de la Antártida, con la investigación científica o con los otros usos de la Antártida que sean compatibles con el Tratado Antártico.*
- 3. El almacenamiento, eliminación y remoción de residuos del área del Tratado, al igual que la reutilización y la reducción de las fuentes de donde procederá, serán consideraciones esenciales para la planificación y realización de las actividades en el área del Tratado Antártico.*
- 4. En la mayor medida posible, los residuos removidos del área del Tratado Antártico serán devueltos al país desde donde se organizaron las actividades que generaron los residuos o a cualquier otro país donde se hayan alcanzado entendimientos para la eliminación de dichos residuos de conformidad con los acuerdos internacionales pertinentes.*

5. Los sitios terrestres de eliminación de residuos tanto pasados como actuales y los sitios de trabajo de actividades interpretará que esta obligación supone:

a) retirar cualquier estructura designada como sitio o monumento histórico, o

b) retirar cualquier estructura o materia de desecho en circunstancias tales que la remoción por el medio de cualquier procedimiento produjera un impacto negativo en el medio ambiente mayor que el dejar la estructura o material de desecho en el lugar en que se encuentra.

ARTICULO 2

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS MEDIANTE SU REMOCIÓN DEL ÁREA DEL TRATADO ANTÁRTICO

1. Los siguientes residuos, si se generan después de la entrada en vigor de este Anexo, serán removidos del área del Tratado Antártico por los generadores de dichos residuos:

a) los materiales radioactivos;

b) Las baterías eléctricas;

c) los combustibles tanto líquidos como sólidos;

d) los residuos que contentan niveles peligrosos de metales pesados o compuestos persistentes altamente tóxicos o nocivos;

e) el cloruro de polivinilo (PCV), la espuma de poliuretano, la espuma de poliestireno, el caucho y los aceites lubricantes, las maderas tratadas y otros productos que contengan aditivos que puedan producir emanaciones peligrosas si se incineraran.

f) todos los demás residuos plásticos, excepto los recipientes de polietileno de baja densidad (como las bolsas para el almacenamiento de residuos),

siempre que dichos recipientes se incineren de acuerdo con el Artículo 3 (1);

g) los bidones y tambores para combustible, y

h) otros residuos sólidos, incombustibles;

Siempre que la obligación de remover los bidones y tambores y los residuos sólidos incombustibles citados en los apartados (g) y (h) anteriores no se aplique en circunstancias en que la remoción de dichos residuos, por cualquier procedimiento práctico, pueda causar una mayor alteración del medio ambiente de la que se ocasionaría dejándolos en sus actuales emplazamientos.

2. Los residuos líquidos no incluidos en el párrafo 1 anterior, las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos, serán removidos del área del Tratado Antártico en la mayor medida posible por los generadores de dichos residuos.

3. Los residuos citados a continuación serán removidos del área del Tratado Antártico por el generador de esos residuos, a menos que sean incinerados, tratado en autoclave o esterilizados de cualquier otra manera:

a) residuos de despojos de los animales importados,

b) cultivos de laboratorio de microorganismos y plantas patógenas, y

c) productos avícolas introducidos

ARTICULO 3

ELIMINACION DE RESIDUOS POR INCINERACION

1. Según establece el párrafo 2 siguiente, los residuos combustibles, que no sean los que regula el Artículo 2 (1), no removidos del área del Tratado Antártico, se quemarán en incineradores que reduzcan, en la mayor medida posible, las emanaciones peligrosas. Se tendrán en cuenta las

normas sobre emisiones y sobre equipos que puedan recomendar, entre otros, el Comité y el Comité Científico para la Investigación Antártica. Los residuos sólidos resultantes de dicha incineración deberán removerse del área del Tratado Antártico.

2. Deberá abandonarse tan pronto como sea posible, y en ningún caso prolongarse después de la finalización de la temporada 1998/1999, toda incineración de residuos al aire libre. hasta la finalización de dicha práctica, cuando sea necesario eliminar residuos mediante su incineración al aire libre, deberá tenerse en cuenta la dirección y velocidad del viento y el tipo de residuos que se van a quemar, para reducir los depósitos de partículas y para evitar tales depósitos sobre zonas de especial interés biológico, científico, histórico, estético y de vida silvestre, incluyendo, en particular, aquellas áreas para las que se ha acordado protección en virtud del Tratado Antártico.

ARTICULO 4

OTROS TIPOS DE ELIMINACION DE RESIDUOS EN TIERRA

1. Los residuos no eliminados o removidos según lo dispuesto en los Artículo 2º y 3º no serán depositados en áreas libres de hielo o en sistemas de agua dulce.

2. En la mayor medida posible, las aguas residuales, los residuos líquidos domésticos y otros residuos líquidos no removidos del área del Tratado Antártico, según lo dispuesto en el Artículo 2º, no serán depositados en el hielo marino, en plataformas de hielo o en la capa de hielo terrestre, siempre que tales residuos generados por estaciones situadas tierra adentro sobre plataformas de hielo o sobre la capa de hielo terrestre puedan ser depositados en pozos profundos en el hielo, cuando tal forma de forma de depósito sea la única opción posible. Los pozos mencionados no estarán situados en líneas de corrimiento de hielo conocidas que desemboquen en áreas libres de hielo o en áreas de elevada ablación.

3. Los residuos generados en campamento de base serán retirados, en la mayor medida posible, por los generadores de tales residuos y llevados a estaciones de apoyo, o a buques para su eliminación de conformidad con este Anexo.

ARTICULO 5

ELIMINACION DE RESIDUOS EN EL MAR

1. Las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos podrán descargarse directamente en el mar, tomando en consideración la capacidad de asimilación del medio marino receptor y siempre que:

a) dicha descarga se realice, si es posible, allí donde existan condiciones para su dilución inicial y su rápida dispersión; y

b) las grandes cantidades de tales residuos (originados en una estación donde la ocupación semanal media durante el verano austral sea aproximadamente de 30 personas o más) sean tratadas, como mínimo, por maceración.

2. Los subproductos del tratamiento de aguas residuales mediante el proceso del Interruptor Biológico Giratorio u otros procesos similares podrán depositarse en el mar siempre que dicha eliminación no afecte perjudicialmente al medio ambiente local, y siempre que tal eliminación en el mar se realice de acuerdo con el Anexo IV del Protocolo.

ARTICULO

6

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Todos los residuos que vayan a ser retirados del área del Tratado Antártico o eliminación de cualquier otra forma deberán almacenarse de manera tal que se impida su dispersión en el medio ambiente.

ARTICULO 7

PRODUCTOS PROHIBIDOS

Ni en tierra, ni en las plataformas de hielo, ni en el agua, no se introducirán en el área del Tratado Antártico difenilos policlorurados (PCB), tierra no estéril, gránulos o virutas de poliestireno u otras formas similares de embalaje, o pesticidas (aparte de aquéllos que sean necesarios para fines científicos, médicos o higiénicos).

ARTICULO 8

PLANIFICACION DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

1. Cada Parte que realice actividades en el área del Tratado Antártico deberá establecer, respecto de esos artículos, un sistema de clasificación de la eliminación de los residuos resultantes de dichas actividades que sirva de base para llevar el registro de los residuos y para facilitar los estudios dirigidos a evaluar los impactos en el medio ambiente de las actividades científicas y de apoyo logístico asociado. Para ese fin, los residuos que se generen se clasificarán como:

- a) aguas residuales y residuos líquidos domésticos (Grupo 1);*
- b) otros residuos líquidos y químicos, incluidos los combustibles y lubricantes (Grupo 2);*
- c) residuos sólidos para incinerar (Grupo 3);*
- d) otros residuos sólidos (Grupo 4); y*
- e) material radioactivo (Grupo 5).*

2. Con el fin de reducir aún más el impacto de los residuos en el medio ambiente antártico, cada Parte preparará, revisará y actualizará anualmente sus planes de tratamiento de residuos (incluyendo la reducción, almacenamiento y eliminación de residuos), especificando para cada sitio fijo, para los campamentos en general y para cada buque (a excepción de las embarcaciones pequeñas que formen parte de las

operaciones de sitios fijos o de buques y teniendo en cuenta los planes de tratamiento existentes para buques):

a) programa para limpiar los sitios de eliminación de residuos actualmente existentes y los sitios de trabajo abandonados.

b) las disposiciones para el tratamiento de residuos tanto actuales como previstos, incluyendo su eliminación final;

c) las disposiciones actuales y planificadas, para analizar el impacto en el medio ambiente de los residuos y del atamiento de residuos; y

d) otras medidas para minimizar cualquier efecto medioambiental producido por los residuos y por el tratamiento de residuos.

3. Cada Parte preparará también un inventario de los emplazamientos de actividades anteriores (como travesías, depósitos de combustible, campamentos de base, aeronaves accidentadas) en la medida de lo posible y antes de que se pierda esa información, de modo que se puedan tener en cuenta tales emplazamientos en la planificación de programas científicos futuros (como los referentes a la química de la nieve, los contaminantes en los líquenes, o en las perforaciones en hielo profundo).

ARTICULO 9

COMUNICACIÓN Y EXAMEN DE LOS PLANES DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

1. Los planes de tratamiento de residuos elaborados de acuerdo con el Artículo 8º, los informes sobre su ejecución y los inventarios mencionados en el Artículo 8º (3) deberán incluirse en los intercambios anuales de la información realizados de conformidad con los Artículos III y VII del Tratado Antártico y Recomendaciones pertinentes de acuerdo con lo previsto en el Artículo IX del Tratado Antártico.

2. Las Partes enviarán al Comité copias de los planes de tratamiento de residuos e informes sobre su ejecución y examen.

3. El Comité podrá examinar los planes de tratamiento de residuos y a los informes sobre los mismos y podrá formular comentarios para la consideración de las Partes, incluyendo sugerencias para minimizar los impactos así como modificaciones y mejoras de los planes.

4. Las Partes podrán intercambiarse información y proporcionar asesoramiento, entre otras materias, sobre las tecnologías disponibles de baja generación de residuos, reconversión de las instalaciones existentes, requisitos especiales para efluentes y métodos adecuados de eliminación y descarga de residuos.

ARTICULO 10

PROCEDIMIENTO DEL TRATAMIENTO

Cada Parte deberá:

a) designar a un responsable del tratamiento de residuos para que desarrolle y supervise la ejecución de los planes de tratamiento de residuos; sobre el terreno esta responsabilidad se delegará en una persona adecuada en cada sitio.

b) asegurar que los miembros de sus expediciones reciban una formación destinada a limitar el impacto de sus operaciones en el medio ambiente antártico y a informarles sobre las exigencias de este Anexo; y

c) desalentar la utilización de productos de cloruro de polivinilo (PVC) y asegurar que sus expediciones al área del Tratado Antártico estén informadas respecto de cualquier producto de PVC que ellas introduzcan en el área del Tratado Antártico, de manera que estos productos puedan ser después removidos de conformidad con este Anexo.

ARTICULO 11

REVISION

Este Anexo estará sujeto a revisiones periódicas con el fin de asegurar su actualización, de modo que refleje los avances en la tecnología y en los procedimientos de eliminación de residuos, y asegurar de este modo la máxima protección del medio ambiente antártico.

ARTICULO 12

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Este Anexo no se aplicará a situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de los buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protección del medio ambiente.

2. La notificación de las actividades llevadas a cabo en emergencia se enviará de inmediato a todas las Partes.

ARTICULO 13

ENMIENDA O MODIFICACIÓN

1. En este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

**ANEXO IV AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE
PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA**

ARTICULO 1

DEFINICIONES

Para los fines de este Anexo:

(a) por "descarga" se entiende cualquier fuga procedente de un buque y comprende todo tipo de escape, evacuación, derrame, fuga, achique, emisión o vaciamiento;

(b) por "basuras" se entiende toda clase de restos de víveres, salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y del trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, exceptuando aquellas sustancias enumeradas en los Artículos 3 y 4;

(c) por "MARPOL 73/78" se entiende el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, enmendado por el Protocolo de 1978 y por las posteriores enmiendas en vigor;

(d) por "sustancia nociva líquida" se entiende toda sustancia nociva líquida definida en el Anexo II de MARPOL 73/78;

(e) por "hidrocarburos petrolíferos" se entiende el petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, el fuel-oil, los fangos, residuos petrolíferos y los productos de refino (distintos de los de tipo petroquímico que están sujetos a las disposiciones del Artículo 4);

(f) por "mezcla petrolífera" se entiende cualquier mezcla que contenga hidrocarburos petrolíferos; y

(g) por "buque" se entiende una embarcación de cualquier tipo que opere en el medio marino, incluidos los alíscafos, los aerodeslizadores, los sumergibles, las naves flotantes y las plataformas fijas o flotantes.

ARTICULO 2

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Anexo se aplica, con respecto a cada Parte, a los buques con derecho a enarbolar su pabellón y a cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye mientras opere en el Área del Tratado Antártico.

ARTICULO 3

DESCARGAS DE HIDROCARBUROS PETROLÍFEROS

1. Cualquier descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o mezclas petrolíferas estará prohibida, excepto en los casos autorizados por el Anexo I del MARPOL 73/78. Mientras estén operando en el Área del Tratado Antártico, los buques retendrán a bordo los fangos, lastres contaminados, aguas de lavado de tanques y cualquier otro residuo y mezcla petrolíferos que no puedan descargarse en el mar. Los buques sólo descargarán dichos residuos en instalaciones de recepción situadas fuera del Área del Tratado Antártico o según lo permita el Anexo I del MARPOL 73/78.

2. Este Artículo no se aplicará:

(a) a la descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o de mezclas petrolíferas resultantes de averías sufridas por un buque o por sus equipos:

(i) siempre que después de producirse la avería o de descubrirse la descarga se hayan tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal descarga; y

(ii) salvo que el propietario o el Capitán haya actuado ya sea con la intención de causar la avería o con imprudencia temeraria y a sabiendas de que era muy probable que se produjera la avería; o

(b) a la descarga en el mar de sustancias que contengan hidrocarburos petrolíferos cuando sean empleados para combatir casos concretos de contaminación a fin de reducir los daños resultantes de tal contaminación.

ARTICULO 4

DESCARGA DE SUSTANCIAS NOCIVAS LIQUIDAS

Estará prohibida la descarga en el mar de cualquier sustancia nociva líquida; asimismo, la de cualquier otra sustancia química o de otras sustancias, en cantidades o concentraciones perjudiciales para el medio marino.

ARTICULO 5

ELIMINACIÓN DE BASURAS

1. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier material plástico, incluidos, pero no exclusivamente, la cabuyería sintética, redes de pesca sintéticas y bolsas de plástico para la basura.

2. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier otro tipo de basura, incluidos los productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica, ceniza de incineración, material de estiba, envoltorios y material de embalaje.

3. Podrán ser eliminados en el mar los restos de comida siempre que se hayan triturado o molido, y siempre que ello se efectúe, excepto en los casos en que esté permitido de acuerdo con el Anexo V de MARPOL 73/78, tan lejos como sea prácticamente posible de la tierra y de las plataformas de hielo y en ningún caso a menos de 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo más cercanas. Tales restos de comida

triturados o molidos deberán poder pasar a través de cribas con agujeros no mayores de 25 milímetros.

4. Cuando una sustancia o material incluido en este artículo se mezcle con otras sustancias o materiales para los que rijan distintos requisitos de descarga o eliminación, se aplicarán a la mezcla los requisitos más rigurosos.

5. Las disposiciones de los párrafos 1 y 2 anteriores no se aplicarán:

(a) al escape de basuras resultantes de averías sufridas por un buque o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal escape; o

(b) a la pérdida accidental de redes de pesca sintéticas, siempre que se hubieran tomado todas las precauciones razonables para evitar tal pérdida.

6. Las Partes requerirán, cuando sea oportuno, la utilización de libros de registro de basuras.

ARTICULO 6

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

1. Excepto cuando perjudiquen indebidamente las operaciones antárticas:

(a) las Partes suprimirán toda descarga en el mar de aguas residuales sin tratar (entendiendo por "aguas residuales" la definición del Anexo IV de MARPOL 73/78) dentro de las 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo;

(b) más allá de esa distancia, las aguas residuales almacenadas en un depósito no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado y, siempre que sea prácticamente posible, mientras que el buque se encuentre navegando a una velocidad no menor de cuatro nudos.

Este párrafo no se aplica a los buques certificados para transportar a un máximo de 10 personas.

2. Las Partes requerirán, cuando sea apropiado, la utilización de libros de registro de aguas residuales.

ARTICULO 7

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Los Artículos 3, 4, 5 y 6 de este Anexo no se aplicarán en situaciones de emergencia relativas a la seguridad de un buque y a la de las personas a bordo, ni en caso de salvamento de vidas en el mar.

2. Las actividades llevadas a cabo en situaciones de emergencia serán notificadas de inmediato a las Partes y al Comité.

ARTICULO 8

EFFECTO SOBRE ECOSISTEMAS DEPENDIENTES Y ASOCIADOS

En la aplicación de las disposiciones de este Anexo se presentará la debida consideración a la necesidad de evitar los efectos perjudiciales en los ecosistemas dependientes y asociados, fuera del Área del Tratado Antártico.

ARTÍCULO 9

CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LOS BUQUES E INSTALACIONES DE RECEPCIÓN

1. Las Partes tomarán todas las medidas necesarias para asegurar que todos los buques con derecho a enarbolar su pabellón y cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye, antes de entrar en el Área del Tratado Antártico, estén provistos de un tanque o tanques con suficiente capacidad para la retención a bordo de todos los fangos, los lastres contaminados, el agua del lavado de tanques y otros

residuos y mezclas petrolíferos, y tengan suficiente capacidad para la retención a bordo de basura mientras estén operando en el Área del Tratado Antártico y que hayan concluido acuerdos para descargar dichos residuos petrolíferos y basuras en una instalación de recepción después de abandonar dicha área. Los buques también deberán tener capacidad suficiente para la retención a bordo de sustancias nocivas líquidas.

2. Las Partes desde cuyos puertos zarpen buques hacia el Área del Tratado Antártico o desde ella, arriben, se comprometen a asegurar el establecimiento, tan pronto como sea prácticamente posible, de instalaciones adecuadas para la recepción de todo fango, lastre contaminado, agua del lavado de tanques y cualquier otro residuo y mezcla petrolífera y basura de los buques, sin causar retrasos indebidos y de acuerdo con las necesidades de los buques que las utilicen.

3. Las Partes que operen buques que zarpen hacia el Área del Tratado Antártico o desde ella arriben a puertos de otras Partes consultarán con estas Partes para asegurar que el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción no imponga una carga injusta sobre las Partes contiguas al Área del Tratado Antártico.

ARTICULO 10

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, DOTACIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LOS BUQUES

Las Partes tomarán en consideración los objetivos de este Anexo al diseñar, construir, dotar y equipar los buques que participen en operaciones antárticas o las apoyen.

ARTICULO 11

INMUNIDAD SOBERANA

1. El presente Anexo no se aplicará a los buques de guerra ni a las unidades navales auxiliares, ni a los buques que, siendo propiedad de un

Estado o estando a su servicio, sólo le presten en ese momento servicios gubernamentales de carácter no comercial. No obstante, cada Parte asegurará mediante la adopción de medidas oportunas que tales buques de su propiedad o a sus servicios actúen de manera compatible con este Anexo, dentro de lo razonable y practicable, sin que ello perjudique las operaciones o la capacidad operativa de dichos buques.

2. En la aplicación del párrafo 1 anterior a las Partes tomarán en consideración la importancia de la protección del medio ambiente antártico.

3. Cada Parte informará a las demás Partes sobre la forma en que aplica esta disposición.

4. El procedimiento de solución de controversias establecido en los Artículos 18 a 20 del Protocolo no será aplicable a este Artículo.

ARTICULO 12

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

1. Las Partes, de acuerdo con el Artículo 15 del Protocolo, para responder más eficazmente ante las emergencias de contaminación marina o a su posible amenaza sobre el Área del Tratado Antártico, desarrollarán planes de contingencia en respuesta a la contaminación marina en el Área del Tratado Antártico, incluyendo planes de contingencia para los buques (excepto botes pequeños que formen parte de las operaciones de bases fijas o de buques) que operen en el Área del Tratado Antártico, especialmente buques que transporten hidrocarburos petrolíferos como carga y para derrames de hidrocarburos originados en instalaciones costeras y que afecten el medio marino. Con este fin las Partes:

(a) cooperarán en la formulación y aplicación de dichos planes; y

(b) tendrán en cuenta el asesoramiento del Comité, de la Organización Marítima Internacional y de otras organizaciones internacionales.

2. Las Partes establecerán también procedimientos para cooperar en la respuesta ante las emergencias de contaminación y emprenderán las acciones de respuesta adecuadas de acuerdo con tales procedimientos.

ARTICULO 13

REVISIÓN

Las Partes mantendrán bajo continua revisión las disposiciones de este Anexo y las otras medidas para prevenir y reducir la contaminación del medio marino antártico y actuar ante ella, incluyendo cualesquiera enmiendas y normativas nuevas adoptadas en virtud del MARPOL 73/78, con el fin de alcanzar los objetivos de este Anexo.

ARTICULO 14

RELACIÓN CON MARPOL 73/78

Con respecto a aquellas Partes que también lo son del MARPOL 73/78, nada de este Anexo afectará a los derechos y obligaciones específicos de él derivados.

ARTICULO 15

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada, y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces

para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.